

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



N° Ref :.....

Centre Universitaire

Abdelhafid Boussouf Mila

Institut des Sciences et de la Technologie
Département de science de la nature et de la vie

Mémoire préparé En vue de l'obtention du diplôme de Master

En : - Filière : Sciences Biologique

- Spécialité : Biologie appliquée et environnement : Biochimie et Microbiologie appliquée

Thème

**Etude de corrélation entre les paramètres
physico-chimique et biochimiques dans la
station d'épuration de Sidi Merouenne.**

Préparé par : Amimour Yasmina

Barkat Fouzia

Soutenue devant le jury :

- Président : Kallab Rabah
- Examineur : Djeddi Hamssa
- Promoteur : Harrieche Ouahiba

Grade : maitre assistant A
Grade : maitre assistant A
Grade : maitre assistant A

Année universitaire : 2014/2015

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Remerciement

*Nous remercions Dieu, le tout Puissant et Miséricordieux pour
La volonté et la patience qu'il nous attribuées, qu'il soit loué pour l'aide qu'il nous a
fournie afin d'achever nos étude et nous avoir guidés
Dans le chemin droit dans notre vie.*

*Nous tenons à exprimer nos grandes sympathies et nos vifs
Remercîments à Mme. HARJECH Ouahiba maitre assistant au département science de la
nature et de la vie dans le centre –universitaires MILA,
Pour son aide sa patience, ses prodigieux conseils et pour tout le temps qu'il nous a
consacré pour la réalisation de ce travail.*

*Nous remercions les honorables membres du jury qui nous ont font l'honneur de corriger et
juger notre travail :*

KALLAB Rabah qui nos fait l'honneur d'être le président de ce jury.

Nous sommes également très honorées de la présence dans ce jury Madame djeddi

Nous tenons à exprimer nos remerciements:

*Les membres au niveau des laboratoires pédagogique de centre-universitaire Les gens du
laboratoire de la STEP pour leur disponibilité*

Son aide, leur gentillesse.

*Nous remercier le directeur d'ONA, Mr le directeur de la STEP et toutes les personnes de
la STEP pour ces conseilles son aides et sa compréhension*

A tous la promotion de Master 2 science de la nature et de la vie (2014-2015).

A tous qui ont contribué de prés ou de loin à la réalisation de ce travail.

Mercie.....Mercie.....Mercie

Dédicace

Avant tout, tous l'éloge a dieu, le tout puissant pour tout ce qu'il ma donné et M'accordé, la force, le courage et la santé à fin de pouvoir accomplir ce travail.

Je dédie ce Modest travaille à :

Ma source de tendresse, à la femme la plus patiente, ma très chère mère d'être idéal, et pour tous ses sacrifices, d'être à coté de mois tout le temps, et pour sa prière Mammon « houria ».

Mon père qui sans lui je n'arrivé jamais jusqu'ici .j'espère toujours rester fidèle aux valeurs morales que vous m'avez apprises « Kamel » rahimakça allah .

A mes chères frères Mohamed et AHMED surtout Abed alfatah « ftitouh » et mes chères grand-mères « aicha »et grand père « mouloud »

A tous ce qui m'ont encouragé lors de ma préparation.

A Mon marié ZOHIR, qui a su me reconforter, me redonner du courage et m'épauler lors des moments difficiles.

A mon petit fils « Chahine »

A mes meilleurs amies: YASSMINES, MANAL, RATIBA, SOUAD, NADIA SARA, SAMIRA

A Mes collègues :Belkarmi Abed Alhak et Bou Abedalah yousef

A toutes les familles : BARKAT ; ALI MOUSSA

A tous la promotion de master 2 science de la nature et de la vie.

Fouzia.



Dédicace

Je dédie ce travail, fruit de recherche et d'étude:

A celle qui a veillé à mon bien être et m'a entouré de tout son amour et son affection, l'être le plus cher au monde et à mon cœur

Ma mère "HABIBA".

A mon père "MOULOUDÉ", que Dieu le protège et le garde pour M'avoir orienté et appris à être une femme respectable et responsable.

A mon marié "HAMZA», qui m'a vraiment encouragée

A mon bébé : "ADEM"

A mes chères sœurs : Meriem, Salha, Aya et la petite Lilia

A mes chers frères : Didou, Saleh, et sa fille Lina, sa épouse Madiha

A tout ma famille : Amimour et Khenioui

A Mon Encadreur : Harréche

A tous mes collègues de travail Barkat fouzia, bouabdalah Youssef, belkarmi abdelhak Et toute la promotion 2015.

Enfin à des personnes qui me sont très chères

YASMINA



Liste des abréviations :

AMO: ammonium monoxygénase

BSA : Sérum Albumine Bovine

BSE : boues des stations d'épuration

Ca : calcium

CE : Conductivité électrique

CH₄ : méthane

Cl : chlore

CM : Charge massique

CO₂: dioxyde Carbone

CSD : Centre de Stockage des Déchets

CuSO₄ : sulfate de cuivre

°C : Degré Celsius

DAPE : Direction de l'Assainissement et de la protection de l'environnement

DBO₅ : La Demande Biochimique en Oxygène

DCO : demande chimique en oxygène

EH : équivalent habitant

ERU : Eaux Résiduaire Urbaines

HAO : Hydroxylamine Oxydoréductase

H₂SO₄: acide sulfurique

H₂O: eau

K⁺ : potassium

KW : kilo watt

K₂Cr₂O₇ : dichromate de potassium

MA : matières azotées

MES : Matière en Suspension

Mg⁺ : magnésium

MO : matières oxydables

MP : matières phosphorées

MRE : le Ministère des Ressources en Eau

MS : Matière Sèche

N : azote

N₂ : azote moléculaire

Na: sodium

NAOH : la soude

NH₃ : ammoniac

NH₄⁺ : ammonium

NO₂⁻ : nitrite

NO₃⁻ : nitrate

NTK : azote de kjeldahl

nM : nano mètre

OD : Oxygène Dissous

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

ONA : Office Nationale de l'Assainissement

PEC : polymères extracellulaires

pH : Potentiel d'Hydrogène.

POP : polluants organiques permanents.

PONA : projet de l'office nationale d'assainissement.

P-PO₄ : L'ortho phosphate

PPm : partie par million

STEP : Station d'épuration

STEP S M : station d'épuration Sidi Merouane.

S : seconde

V : volume

Listes de figures :

Figure	Titres	Page
Figure 1	Chaîne de traitement des eaux usées.	12
Figure 2	étapes d'une filière de traitement des eaux	19
Figure 3	Schéma général du procédé de traitement des eaux résiduaires Par boues activées	21
Figure 4	Photographie microscopique d'un floc de boue activée	26
Figure 5	Localisation de la station de Sidi Merouane dans la Wilaya de Mila	29
Figure 6	localisation de la step dans la commune de sidi merouane	29
Figure 7	dégrilleur grossier	31
Figure 8	Dégrilleur fin	31
Figure 9	Déssableur /Déshuilleur	32
Figure 10	bassin biologique	32
Figure 11	clarificateur file1	32
Figure 12	clarificateur file 2	32
Figure 13	Dégazeur	33
Figure 14	Déshydratation des boues	33
Figure 15	La biodagène	33
Figure 16	prélèvement après dégrilleurs fins	36
Figure 17	prélèvement à la sortie de l'eau	36
Figure 18	Centrifugeuse.	38
Figure 19	dessiccateur.	38
Figure 20	Conductimètre	38
Figure 21	Le pH mètre	39
Figure 22	Réacteur de DCO	40
Figure 23	le système Oxitop®	40
Figure 24	Spectrophotomètre	40
Figure 25	Evolution de pH dans les eaux usées et les eaux épurées	44
Figure 26	Evolution de la température dans les eaux usées et les eaux épurées	45

Figure 27	Evolution de la conductivité dans les eaux usées et les eaux épurées	46
Figure 28	Evolution de la teneur en MES dans les eaux usées et les eaux épurées	47
Figure 29	Evolution de la teneur en P-PO ₄ -dans les eaux usées et les eaux épurées	48
Figure 30	Evolution de la teneur en NO ₂ -dans les eaux usées et les eaux épurées	49
Figure 31	Evolution de la NO ₃ - dans les eaux usées et les eaux épurées	50
Figure 32	Evolution de la teneur en NH ₃ + dans les eaux usées et les eaux épurées	51
Figure 33	Evolution de la teneur en NT dans les eaux usées et les eaux épurées	52
Figure 34	Evolution de la DBO ₅ dans les eaux usées et les eaux épurées	54
Figure 35	Evolution de la DCO dans les eaux usées et les eaux épurées	54
Figure 36	Evolution de la teneur en dans les eaux usées et les eaux épurées	58
Figure 37	Evolution de la teneur en dans les eaux usées et les eaux épurées	58

Listes de tableaux :

Tableau	Titres	Page
Tableau 1	Principaux groupes d'agents pathogènes responsables de maladies d'origine hydriques	6
Tableau 2	caractéristique des eaux usées	7
Tableau 3	les normes de rejet de l'OMS et celle de l'Algérie	8
Tableau 4	Composition typique des boues de station d'épuration	24
Tableau 5	Les bases dimensionnement de la STEP	31
Tableau 6	qualité des eaux épurées rejetées	31
Tableau 7	protocole de dosage des protéines	42
Tableau 8	Estimation de la biodégradabilité dans les eaux brutes et les eaux épurée	55
Tableau 9	Matrices de corrélation entre les paramètres physico-chimique et biochimique	59

Sommaité

The image features the word "Sommaité" in a large, stylized font. The letters are filled with a photograph of a waterfront building with a red lifebuoy on a balcony, green grass in the foreground, and a body of water in the background. The word is set against a light blue shadow of itself.

Remerciement	I
Dédicaces	II
Listes des abréviations	III
Liste des figures	IV
Liste des tableaux	V
Sommaire	VI

Sommaire

Introduction :

Synthèse bibliographique

Chapitre I : Généralités sur les eaux usées :

1. Définition des eaux usées.....	.02
2. Origine des eaux usées entrant en station d'épuration .....	.02
2.1. Les eaux usées domestique .....	.02
2.2. Les eaux usées pluviales .....	.02
2.4. Les eaux usées agricole .....	.03
2.3. Les eaux usées industrielles .....	.03
3. Composition des eaux usées .....	.03
3.1. Des polluants chimiques .....	.04
3.1.1. La pollution par l'azote .....	.04
3.1.2. La pollution par le phosphore .....	.04
3.2. Des polluants physiques .....	.05
3.3. Des polluants biologiques .....	.05
4. Caractéristique des eaux usées .....	.07
5. L'équivalent habitant(EH) .....	.07
6. Normes de rejet de l'OMS et celle de L'Algérie .....	.07

Chapitre II : L'épuration des eaux usées

1. Définition de l'épuration	09
2. La nécessité de l'épuration des eaux usées	09
3. L'assainissement	10
3.1. L'assainissement en Algérie aujourd'hui	10
3.2. Système d'assainissement	10
3.2.1. Le Système unitaire	11
3.2.2. Le Système séparatif	11
4. les traitements des eaux usées	11
4.1. Le prétraitement	12
4.1.1. Le dégrillage	12
4.1.2. Le dessablage	13
4.1.3. Le dégraissage –désuilage	13
4.2. Le traitement primaire	14
4.2.1. La décantation (sédimentation)	14
4.2.2. La flottation	14
4.2.3. La décantation associée à l'utilisation d'un coagulant- flocculant	14
4.3. Le traitement secondaire (biologique)	15
4.3.1. Le traitement secondaire anaérob.....	15
4.3.2. Le traitement secondaire aérobie	16
4.3.2.1. Les procédés aérobies à culture fixée	16
4.3.2.2. Les procédés aérobies à culture libre	17
4.3.2.3. Les procédés aérobies à culture hybride	17
4.4. Le traitement tertiaire.....	17
4.4.1. Élimination de l'azote et du phosphore	18

Chapitre III : L'épuration par boues activé :

1. Introduction	20
-----------------------	----

2. Principe de l'épuration par boue activée	20
3. Boue activée	22
3.1. Origine des boues d'épuration	22
3.2. Les différents types de boues	22
3.2.1. Les boues primaires	22
3.2.2. Les boues secondaires ou biologiques	22
3.2.3. Les boues tertiaires	22
3.3. Les différentes catégories de boues	23
3.3.1. Boues huileuse «flottantes »	23
3.3.2. Boues denses huileuses, souvent chargées de sables	23
3.3.3. Boues non huileuses	23
3.4. Composition des boues activées	23
3.4.1. Le floc biologique	23
3.4.2. Les bactéries épuratrices	24
3.4.2.1. La microflore	27
3.4.2.2. La microfaune	27
3.5. Valorisation et/ou l'élimination des boues	27

Chapitre IV : Station d'épuration sidi merouane :

1. Présentation	29
2. Localisation	29
3. Qualité des eaux épurées rejetées	31
4. Procède du traitement retenu	31
4.1. Filière eau	31
4.2. Filière boue	33

Matériel et méthodes

Introduction	35
--------------------	----

1. Echantillonnage des eaux	35
2. Prélèvement	35
3. Les analyses de l'eau	36
3.1. Les paramètres physico-chimiques	36
3.1.1. Matières en suspension (M.E.S.).....	36
3.1.2. Conductivité électrique (CE).....	38
3.1.3. Température	38
3.1.4. PH.....	39
3.1.5. DCO (demande chimique en oxygène).....	39
3.1.6. DBO (demande biochimique en oxygène).....	40
3.1.7. Nitrates (NO ₃ ⁻).....	41
3.1.8. Nitrites (NO ₂ ⁻).....	41
3.1.9. L'azote ammoniacal(NH ₃ ⁻).....	41
3.1.10. P-PO ₄ ⁻	41
3.2. Les paramètres biochimiques.....	41
3.2.1. Dosage des protéines	41
3.2.2. Dosage de polysaccharides	42
4. Analyses statistiques	43

Résultats et Discussion

Résultats et discussion des paramètres physico-chimique.....	44
Résultats et discussion des paramètres physico-chimique.....	56
Corrélation	59

Conclusion

Références bibliographiques.

Annexes.

Résumé.

INTRODUCTION

The word "INTRODUCTION" is rendered in a bold, black, sans-serif typeface. The letters are slightly arched, giving the word a three-dimensional appearance. A soft, grey drop shadow is cast beneath the text, extending to the right and slightly downwards, which makes the word stand out against the plain white background.

INTRODUCTION :

L'eau, source de vie, est indispensable pour tout être vivant. L'importance de cette richesse naturelle est d'autant plus remarquable dans les pays à climat aride ou semi-aride qui souffrent d'un déficit hydrique et d'une irrégularité des apports d'eau dans le temps et dans l'espace (**Royaume, 1993**).

L'épuration des eaux usées a pour objectif de réduire la charge polluante qu'elle véhicule, afin de rendre au milieu aquatique, qui est le milieu récepteur, une eau de qualité respectueuse des équilibres naturelles et de ses usages future. Dans une STEP l'épuration des eaux passe par différentes étapes : prétraitement physico-chimique et traitement biologique (**Chelle et Dellale, 2005**). Ainsi, le traitement des eaux usées par boues activées est le procédé biologique le plus communément utilisé. Le bon fonctionnement de ce type de procédé est conditionné en large partie par l'aptitude à la séparation entre la boue et l'eau traitée (**Jenkins et al, 1986**).

La problématique de l'eau réside dans la quantité et la qualité donc la dépollution des eaux usées nécessitent des traitements physiques, physico- chimique et biologique. La station d'épuration des eaux usées de Sidi Marouane joue un rôle très important dans la région de Mila grâce a ses étapes de traitement qui permettent la protection du barrage de Beni Haroune par la réduction de grandes quantités des déchets et des polluants.

C'est dans ce but que cette étude a été initiée. L'objectif général de ce travail est d'évaluer le niveau de la pollution physico-chimique des eaux usées domestiques collectées au niveau de la station d'épuration de Sidi Merouane. Pour y parvenir nous nous sommes fixés comme objectifs spécifiques de déterminer les paramètres physico-chimiques tels que : la température, le pH, la conductivité, la Demande Biochimique en Oxygène (DBO5), la Demande Chimique en Oxygène (DCO) et les matières en suspension (MES) et déterminer les paramètres biochimiques tels que : les protéines et les glucides.

Ce travail est présenté en deux parties : la première partie est une synthèse bibliographique sur les eaux usées et le procédé d'épuration Et la deuxième partie est consacrée à l'étude expérimentale. Ces deux parties sont suivies d'une conclusion générale qui clôture ce mémoire.

Synthèse bibliographique

Synthèse bibliographique

I. Généralités sur les eaux usées :

1. Définition des eaux usées :

Une eau est dite polluée une fois qu'elle perd ses caractéristiques Physiques chimiques et organoleptiques. Selon **Bouziani (2000)**, la plus part des eaux usées sont agressive, d'autres sont pathogènes, elles peuvent être à l'origine de graves problèmes de santé publique.

Les eaux usées selon **Nsomzamo (2003)**, sont des eaux résiduaires (eaux usées domestiques et les effluents municipaux) émanant d'une collectivité donnée et qui ont été préalablement utilisées pour des usages multiples : domestiques, agricoles industriels.

Selon **Bliefert et Perraud(2001)**, Les eaux usées sont toutes les eaux qui parviennent dans les canalisations d'eaux usées dont les propriétés naturelles sont transformées par les utilisations domestiques, les entreprises industrielles, agricoles et autres. On englobe, aussi, les eaux de pluie qui s'écoulent dans ces canalisations.

2. Origine des eaux usées entrant en station d'épuration :

2.1. Les eaux usées domestique :

Elles constituent l'essentiel de la pollution et se composent :

- ✓ Des eaux de cuisines qui Contiennent des matières minérales en suspension provenant du lavage des légumes des substances alimentaires à base de matières organiques (glucides, lipides, protéines) et des produits détergents :
 - Des eaux de buanderie contenant principalement des détergents ;
 - Des eaux de salle de bains chargées en produits pour l'hygiène corporelle. Généralement de matières grasses hydrocarbonées (**Chocat, 1997 et Rejsek, 2002**).
- ✓ Des eaux de vannes, qui proviennent des sanitaires, très chargées en matières Organiques hydrocarbonées, en composée azotés, phosphorés et en microorganismes. (**Chocat, 1997 et Rejsek, 2002**).

2.2. Les eaux usées pluviales :

Ce sont des eaux de ruissellement qui se forment après une précipitation. Elles peuvent être particulièrement polluées surtout en début de pluie par deux mécanismes :

Synthèse bibliographique

- ✓ Le lessivage des sols et des surfaces imperméabilisées, les déchets solides ou liquides déposés par temps sur ces surfaces sont entraînés dans le réseau d'assainissement par les premières précipitations qui se produisent ;
- ✓ La remise en suspension des dépôts des collecteurs par temps sec. L'écoulement des eaux usées dans les collecteurs des réseaux est lent ce qui favorise le dépôt de matières décantables lors d'une précipitation .Le flux d'eau plus important permet la remise en suspension de ces dépôts (**Rejsek, 2002**).

2.3. Les eaux usées industrielles :

Les eaux usées industrielles ou résiduaires véhiculent souvent des produits chimiques toxiques (arsenic, acide sulfurique, du cyanure et divers métaux lourds). Elles posent à l'heure actuelle de multiples problèmes par leurs risques toxiques chez tous les êtres vivants (**Bouziani, 2000**).

2.4. Les eaux usées agricole :

Le secteur agricole reste le plus grand consommateur des ressources en eau (**Salem, 1990**). C'est l'eau de lessivage récupérée après irrigation grâce à système de drainage. Les pollutions dues aux activités agricoles sont de plusieurs natures :

- ✓ Apport des eaux de surface de nitrate et de phosphate utilisés comme engrais ;
- ✓ Apport de pesticides chlorés ou phosphorés de désherbants et d'insecticides ;
- ✓ Apport de sulfate de cuivre et de composés arsenicaux destinés à la protection de vignes en région viticole (**Richard, 1996**).

3. Composition des eaux usées :

La composition des eaux usées est extrêmement variable en fonction de leur origine (Industrielle, domestique,). Elle dépend de :

- ✓ L'activité humaine (eaux ménagères et eaux vannes) ;
- ✓ La composition des eaux d'alimentation en eau potable ;
- ✓ Et, accessoirement, de la nature des matériaux entrant dans la constitution des canalisations d'eau ;
- ✓ pour les composés Chimiques, la nature et la quantité des effluents industriels éventuellement rejetés dans le Réseau urbain. (**Faby, 1997 ; Baumont et al, 2005**).

Synthèse bibliographique

Les eaux usées brutes sont plus particulièrement caractérisées par une forte charge en Matières minérales et organiques ainsi qu'en micro-organismes dont certains sont Pathogènes. En fait, il existe deux types d'eaux brutes :

- Les eaux grises, peu chargées en éléments polluants, qui proviennent des lavages domestiques (toilette, lessive, vaisselle...);
- Les eaux noires, à forte charge polluante (matières fécales, la plupart des rejets industriels...) (**Tiercelin, 2008**).

3.1. Des polluants chimiques :

Les eaux usées contiennent des polluants chimiques qui sont classées en deux Catégories :

- ✓ Les micropolluants chimiques organiques: (hydrocarbures, pesticides, Détergent, Autres...). Ils sont appelés polluants organiques permanents (POP) ;
- ✓ Les micropolluants chimiques inorganiques: principalement les métaux lourds et les éléments minéraux nutritifs (**Mayet, 1994**).

Certains composés ont un pouvoir de perturber le système endocrinien tel que les hydrocarbures polycycliques aromatiques et les alkyles phénols (**Belgiorno et al, 2007**).

En effet, plusieurs environnements aquatiques ont été pollués par ces composés en plus des autres substances pharmaceutiques dont la principale source est les eaux usées (**Kimura et al, 2004**).

3.1.1. La pollution par l'azote :

Les activités industrielles, peuvent être à l'origine des rejets Plus ou moins riche en azote issu des fabrications d'engrais, des cokeries et des industries chimiques et agroalimentaires. L'azote existe sous deux formes : la forme réduite qui regroupe l'azote ammoniacal (NH_3 ou NH_4) et l'azote organique (protéine, créatine, acide urique). Plus une forme oxydée en ions nitrites (NO_2^-) et nitrates (NO_3^-) (**Rakrek ,2013**).

3.1.2. La pollution par le phosphore :

Le phosphore a pour origine les industries du traitement de surfaces des métaux, les Laveries industrielles des fabrications, d'engrais agroalimentaire (**Rodier ,1996**).

Comme l'azote, le phosphore est un élément nutritif, il est à l'origine du phénomène D'eutrophisation c'est-à-dire la prolifération excessive d'algues et de plancton dans les milieux aquatiques (**Rakrek , 2013**).

3.2. Des polluants physiques :

Des polluants physiques due aux décharges des déchets et aux particules en Suspension (MES) apportés par les eaux de ruissellement et les eaux d'égouts (**Vaillant ,1974**).

C'est le Résultat de la présence dans l'eau de particules ou de déchets capables de colmater le Lit d'un cours d'eau (cas des eaux provenant par exemple des mines, d'usines de défibrage de bois, de tanneries (**Vaillant ,1974**).

3.3. Des polluants biologiques :

Les polluants biologiques sont de nombreux microorganismes : virus, Bactéries, Protozoaires, et helminthes qui sont transportées par les eaux Résiduaires urbaines (**Baumont et al, 2005; Lacroix, 2008**). (Voir le tableau 1).

Synthèse bibliographique

Tableau 1 : Principaux groupes d'agents pathogènes responsables de maladies d'origines hydriques. (Modifié d'après par **Straub et CHandler(2003)**).

Groupe	Pathogène	Maladie
Virus	Entérovirus (Polio,Echovirus, Cocksackie)	Paralysie, méningite, rash, fièvre, Myocardite, maladie respiratoire, diarrhée
	Hépatite A et B	Infections hépatiques
	Calicivirus humains	Vomissement, diarrhée
	Sapporo	Diarrhée, gastroentérites
	Rotavirus	Diarrhée, gastroentérites
	Astrovirus	Diarrhée
	Adénovirus	Maladie respiratoire, conjonctivite,Diarrhée
	Réovirus	Affection respiratoire bénigne et diarrhée
Bactérie	<i>Salmonella</i>	Typhoïde, paratyphoïde, salmonellose
	<i>Shigella</i>	Dysenterie bacillaire
	<i>Campylobactr</i>	Gastroentérites
	<i>Yersinia enterocolitica</i>	Diarrhée
	<i>Escherichia coli</i>	Diarrhée, gastroentérites
	<i>Legionella pneumophila</i>	Pneumonie, autres maladies respiratoires
Protozoaires	<i>Naegleria</i>	Meningoencéphalés
	<i>Entamoeba histolytica</i>	Dysenterie amibienne
	<i>Giardia lamblia</i>	Diarrhée, malabsorption
	<i>Cryptosporidium parvum</i>	Diarrhée aigue
	<i>Cyclospora</i>	Diarrhée
	<i>Microsporidium</i>	Diarrhée
Helminthes	<i>Ascaris</i>	Ascariadiase
	<i>Trichuris</i>	Diarrhée, douleur abdominale
	<i>Tænia</i>	Diarrhée, douleurs musculaires
	<i>Schistosoma mansoni</i>	Schistosomiases
	<i>Hymenolepis</i>	Nervosité, troubles digestifs, anorexie

Synthèse bibliographique

4. Caractéristique des eaux usées :

Les diverses origines des eaux usées leur confèrent des caractéristiques variées. Des paramètres physiques, chimiques, et biologiques permettent de mesurer la pollution de ces eaux. (Radoux M ,1995) (Voire le tableau 2).

Tableau 2 : caractéristique des eaux usées (Benfoh, 2000 ; Gaye et Niang, 2002 ;Sawadogo et al,2005).

Paramètres physique		MS (matière en suspension),la conductivité, la température , la turbidité.
Paramètres chimique	Chimique organique	DCO (demande chimique en oxygène) DBO ₅ (demande biochimique en oxygene) OD (oxygène dissous) Indice de biodégradabilité (K=DCO/DBO₅)
	Chimique minérale	Azotes: NH ₃ ou NH ₄ , NO ₂ ⁻ et NO ₃ ⁻ . Phosphors: orthophosphate, phosphate.
Parameters biologiques		Batteries, Virus, Champignons, Protozoaires, Helminthes.
Parameters biochimiques		Protéines, lipides, glucides, acides nucléiques.

5. L'équivalent habitant(EH) :

Un équivalent habitant correspond à la pollution quotidienne que génère un individu chacun est sensé utiliser 180 à 300 litres d'eau par jour.

La quantité de pollution journalière produite par un individu est estimée à 57 g de matières oxydables (MO), 90 g de matières en suspension (MES), 15 g de matières azotées (MA), et 4 g de matières phosphorées (MP). Enfin, la concentration des germes est généralement de l'ordre de 1 à 10 milliards de germes pour 100 ml (Badia- Gondard ,2003 et Metahri ,2012).

6. Normes de rejet de l'OMS et celle de L'Algérie :

Les normes de rejet de l'OMS et celle de l'Algérie sont notées dans le tableau 3 :

Synthèse bibliographique

Tableau 3 : les normes de rejet de l’OMS et celle de l’Algérie. (Bezziou et Mekkaoui, 2013).

Paramètres	Normes de l’OMS	Normes algérienne
T(c°)	25-30	30
Ph	6.9-9	5.5-8.5
MES (mg/l)	30	30
DBO5 (mg02/l)	30	40
DCO (mg02/l)	90	120
NTK (mg/l)	50	40
Phosphate (mg/l)	2	2
Huiles et graisses	20	20

II. L'épuration des eaux usées :

1. Définition de l'épuration :

En assainissement, l'épuration constitue le processus visant à rendre aux eaux résiduaires rejetées la qualité répondant aux exigences du milieu récepteur. Il s'agit donc d'éviter une pollution par la dépollution et non de produire de l'eau potable. L'opération est assurée par deux procédures distinctes, la première est dite industrielle et la deuxième est naturelle (**Anonyme, 1997**).

Selon **Baumont et al, 2005**, l'épuration est un ensemble de techniques qui consiste à purifier l'eau, soit Pour recycler les eaux usées dans le milieu naturel, soit pour transformer les eaux naturelles en eau potable.

L'épuration constitue une autre voie d'élimination des eaux usées dans la mesure où celles-ci y subissent toute une batterie de traitements avant leur déversement dans le milieu naturel. Une STEP, généralement placée à l'extrémité aval d'un réseau est conçue pour épurer les eaux usées et limiter l'apport en excès de matière organique et dans certains cas, de substances minérales telles les nitrates et les phosphates dans les milieux récepteurs, Sachant que certaines substances contenues dans un effluent, à partir d'une certaine concentration, peuvent constituer un danger pour la communauté aquatique, l'épuration des eaux usées diminue l'impact sur les écosystèmes aquatiques (**Brière, 1994**).

2. La nécessité de l'épuration des eaux usées :

Quand les eaux usées, urbaines ou industrielles, ne sont pas épurées avant leur rejet Dans le milieu naturel l'altération de ce dernier et les déséquilibres qui s'y produisent ont non seulement des effets immédiats sur les utilisations de l'eau. Mais aussi des conséquences à plus long terme et parfois irréversibles sur l'environnement (**Lacroix, 2008**).

Les caractéristiques d'une station d'épuration et le degré de traitement doivent être tels que l'effluent n'altère pas l'état du milieu récepteur dans une mesure incompatible avec les exigences de l'hygiène et de la salubrité publique et, d'une façon générale, avec les exigences des diverses utilisations ou activités (alimentation en eau des hommes et des animaux, utilisation agricole ou industrielles, production piscicole ou production de coquillage, navigation, baignades et autres activités sportives) (**Xanthoulis, 1993**).

Synthèse bibliographique

De nos jours l'assainissement des eaux usées domestiques et industrielles est perçu Comme une évidence, aussi bien pour la protection de notre santé que pour la préservation de l'eau en tant qu'écosystème. La collecte et le traitement des eaux usées ont suivi, à la fois, le mode de vie des sociétés au fil de l'Histoire, mais également les découvertes scientifiques. D'un point de vue historique la croissance démographique et le développement des villes ont imposé la nécessité de fournir aux citoyens une eau saine de « bonne qualité ». La protection de la santé publique a fait l'objet de nombreux efforts, avec notamment la dépollution des eaux usées, depuis plusieurs générations. Scientifiquement, la prise de conscience des problèmes de santé publique et la compréhension des causes d'épidémies, telles que le choléra, la peste et le typhus, ont entraîné la construction d'infrastructures et le développement de procédés, de plus en plus sophistiqués, permettant de mettre un terme à ces problèmes (**Le Hyaric, 2009**).

3. L'assainissement :

3.1. L'assainissement en Algérie aujourd'hui :

Le réseau d'assainissement en Algérie accuse une sérieuse défaillance, par l'absence d'un cadre institutionnel clair, ainsi que l'absence d'instruments et de normes de gestion et d'exploitation du réseau d'installations. (**PONA ,2001**).

Ajoutant à ce la, l'inadéquation de la politique et des mécanismes de financement (le tarif d'assainissement actuel ne couvre que 8 % des coûts d'exploitation du réseau et des installations) en plus d'une absence de normalisation et de contrôle. Cet état des faits a eu de lourdes conséquences sur le secteur de l'assainissement des eaux usées. (**PONA ,2001**).

Au cours de ces dernières années, le Ministère des Ressources en Eau (MRE) a entrepris la mise en œuvre d'un important programme d'investissement concernant la réalisation de 84 stations d'épuration (STEP) et la réhabilitation de 15 autres, dont deux en exploitation. Ce ci a porté le nombre actuel des STEP existantes et en exploitation de 46 à 138 avant la fin 2008. À noter aussi que 56 STEP sont actuellement en cours d'étude ou en étude de réhabilitation, et dont le lancement des travaux a été prévu pour le moyen terme (2007-2010), ce qui a permis d'atteindre un parc de 194 STEP à l'horizon 2010 (**DAPE, 2006**).

3.2. Système d'assainissement :

Les principaux systèmes de collecte utilisés en assainissement sont : le système unitaire et le système séparatif (**Aoulmi ,2007**).

3.2.1. Le Système unitaire :

Dans le système unitaire, les eaux pluviales et les eaux usées urbaines sont évacuées dans la STEP par une canalisation commune. L'avantage de ce système est le coût plus faible que le système séparatif pour la gestion des connections vers la STEP. L'inconvénient est que le dimensionnement des canalisations doit être suffisamment important pour éviter les inondations et permettre d'évacuer un débit pluvial important au moins jusqu'au bassin d'orage (**Aoulmi ,2007**).

De plus, lors d'évènements pluvieux importants dans un tel système, le volume d'eau drainé vers la STEP peut devenir trop important et ainsi dépasser la capacité de celle-ci, Le trop-plein, composé d'eaux usées et d'eaux de ruissellement, est soit détourné vers le déversoir d'orage puis traité partiellement, soit directement rejeté dans le cours d'eau récepteur provoquant une pollution ponctuelle du milieu récepteur. La dilution des eaux usées avec les eaux de pluie a un effet sur l'efficacité du traitement (**Aoulmi ,2007**).

3.2.2. Le Système séparatif :

Dans le système séparatif, l'évacuation des eaux usées urbaines (ménages privés, Artisans et industries) se fait dans une canalisation distincte de celle des eaux pluviales, Ces dernières sont rejetées directement dans le récepteur aquatique sans passer par la station d'épuration (**Aoulmi ,2007**).

Le système séparatif permet de pallier aux problèmes de surcharge de la STEP lors D'évènement pluvieux (**Aoulmi, 2007**).

4. les traitements des eaux usées :

Nous venons de voir que la composition d'une eau usée est très diversifiée suivant son origine. Chaque installation est par conséquent conçue pour répondre à un besoin spécifique (**Prescot et al ,2007**).

Les technologies utilisées se développent et se perfectionnent constamment par la recherche de technologies ou de procédés nouveaux et par la mise en place de nombreux automatismes pouvant diminuer efficacement la dégradation environnementale de ressources précieuses en eau et détruire les agents pathogènes humains potentiels (**Prescot et al ,2007**).

La chaîne de traitement des eaux usées est résumée dans la figure 1.

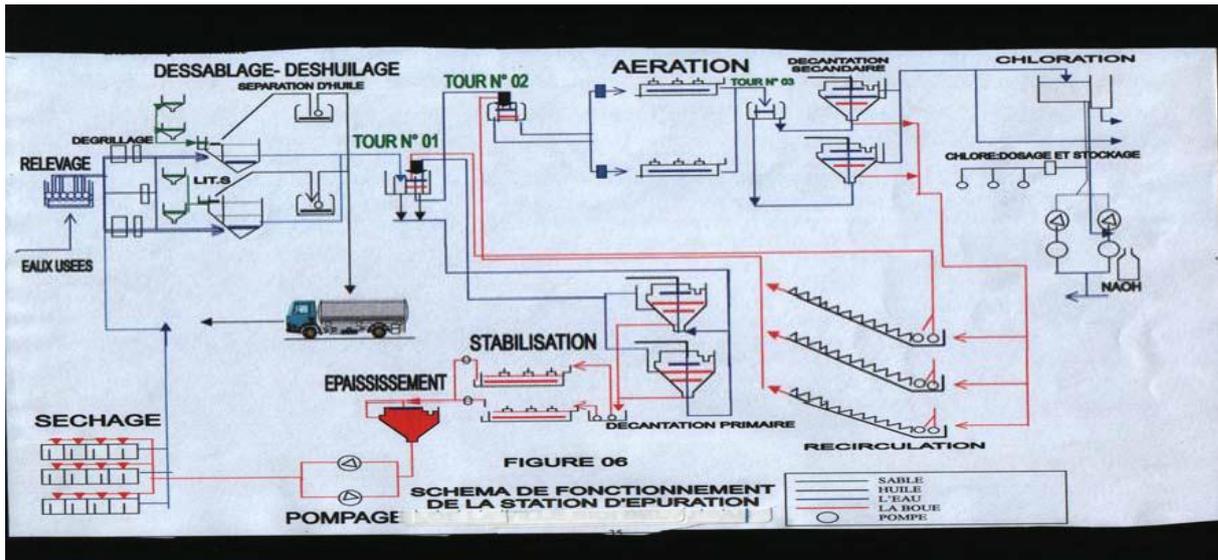


Figure 1 : Chaîne de traitement des eaux usées. (Ouali ; 2001).

4.1. Le prétraitement :

Les prétraitements constituent l'ensemble des opérations physique et mécanique: Dégrillage, dessablage et dégraissage-déshuilage. Ils dépendent de la nature et des caractéristiques des rejets industriels et de la ligne d'épuration prévue en aval. (Chelle et Dellale ,2005).

Le prétraitement vise à protéger le relèvement des eaux brutes et plus généralement à éliminer tout ce qui pourrait gêner les traitements ultérieurs. Suivant la qualité de l'eau à traiter, plusieurs opérations peuvent être nécessaires,(Gomella et Gerree, 1978) .Le prétraitement a pour objectif l'extraction des matières les plus grossières (brindilles, feuilles, tissus, ...) et des éléments susceptibles de gêner les étapes ultérieures du traitement. Il comprend :

4.1.1. Le dégrillage :

Permet de retenir les déchets volumineux à l'aide d'une succession de grilles de plus en plus fines. Les résidus recueillis sont déposés en décharge.

Le choix d'espacement des barreaux de la grille est défini par la taille et la nature des déchets acceptés par la STEP.

Un espacement de 10mm maximum est utilisé pour protéger les filières communément, l'espacement des barreaux est de 2,0 à 2,50 cm pour un dégrilleur mécanique et 3 à 4 cm pour un dégrilleur manuel. (Joseph et al ,2002).

Synthèse bibliographique

Les déchets récupérés sont compactés afin de réduire leur volume puis stockés dans une benne avant d'être envoyés vers une filière de traitement adapté (**Gomella et Gerree, 1978**), il existe :

- **Un dégrillage grossier** : l'eau brute passe à travers une première grille qui permet l'élimination des matières de diamètre supérieur à 50mm. (**Legube, 1996**).
- **Un dégrillage fin** : après le relevage de l'eau par quatre pompes (1250m³/ h pour chacune), il passe par deux grilles à câble composées de barreaux placés verticalement ou inclinés de 60 à 80° sur l'horizontale (**legube, 1996**).

L'espacement des barreaux est de 20mm, la vitesse moyenne de passage entre les barreaux est comprise entre 0,6 et 1 m/s (**Legube., 1996**).

4.1.2. Le dessablage :

Permet de prévenir les dépôts dans les canalisations, protéger les organes mécaniques (pompes) contre l'abrasion et le colmatage et éviter de perturber les autres étapes de traitement (**Abdelkader ,1984**).

Les matières minérales grossières en suspension tels que les sables et les graviers, , susceptibles d'endommager les installations en aval, vont se déposer au fond d'un dessableur par décantation. Il faut 60 secondes à l'eau pour traverser le dessableur et éliminer 90% du sable qui ensuite récupéré par un râteau mécanique et poussé dans un conteneur d'évacuation (**Joseph et al ,2002**).

4.1.3. Le dégraissage –désuilage :

Permet d'éviter l'encrassement de la station par des corps gras. Effectuée dans le même bassin que l'étape de dessablage, la récupération des graisses et huiles se fait en surface. C'est généralement le principe de la flottation qui est utilisé pour l'élimination des huiles. (**Bonnin, 1977**).

Les composés collectés seront alors incinérés (cas du traitement d'un effluent urbain) ou recyclés pour la fabrication de savons ou détergents (cas de certains effluents industriels) en fonction de leur qualité (**Bassompierre, 2007**).

4.2. Le traitement primaire :

Le traitement s'effectue par voie physico-chimique et a pour but d'extraire le maximum de matières en suspension et de matières organiques facilement décantables. La décantation de l'eau permet de supprimer environ 60 % des matières en suspension, environ 30 % de la demande biologique en oxygène (DBO) et 30% de la demande chimique en oxygène (DCO). Cette part de DBO₅ supprimée était induite par les matières en suspension. La charge organique restant à traiter est allégée d'autant. **(Bontaux., 1994 et Bassompierre, 2007).**

Durant la phase de traitement primaire, une quantité importante de la pollution totale est éliminée (abattement des matières en suspension n pouvant atteindre 90 % et de la demande biochimique en oxygène de l'ordre de 35 % **(Cardot ; 1999)**. La DCO et la concentration en azote peuvent également être réduits durant cette phase de traitement. Les matières solides extraites représentent ce que l'on appelle les boues primaires. **(Bassompierre ; 2007)**. Trois voies de traitement sont possibles :

4.2.1. La décantation (sédimentation) :

C'est un processus physique dont le principe de séparation solide-liquide est la pesanteur. Les matières en suspension ou colloïdales tendent à se séparer du liquide par sédimentation. Elle permet d'éliminer 70% environ des matières minérales et organiques en suspension qui se déposent au fond des bassins ou elles constituent les boues dites «primaires» **(Aussel, 2004 et Mamadou, 2010)**.

4.2.2. La flottation :

C'est un processus physique par opposition à la décantation, la flottation est un procédé de séparation solide-liquide ou liquide-liquide qui s'applique à des particules dont la masse volumique réelle ou apparente (flottation assistée) est inférieure à celle du liquide qui les contient. La flottation n'est pas aussi efficace que la sédimentation pour éliminer les particules et réduire la turbidité **(Klimpel et Hogg, 1991 ; Bachoc et chebbo, 1992)**.

4.2.3. La décantation associée à l'utilisation d'un coagulant- flocculant :

C'est une voie physico-chimique dont Le principe est de favoriser l'agrégation des molécules en suspension grâce aux techniques de coagulation et de floculation de façon à augmenter la sédimentation grâce à l'obtention de floccs plus gros. **(cardot, 1999)**.

Synthèse bibliographique

4.3. Le traitement secondaire (biologique) :

Les traitements biologiques reproduisent, artificiellement ou non, les Phénomènes d'autoépuration existant dans la nature. Elle regroupe l'ensemble des processus par les quels un milieu aquatique parvient à retrouver sa qualité d'origine après une pollution (**Lavigne Delville, 1994 et Dégremont, 1998**).

Le traitement secondaire a pour objectif principal l'élimination des composés solubles d'origine organique. Parallèlement, la floculation de la biomasse permet de piéger les matières en suspension restant à l'issue du traitement primaire (**Bassompierre, 2007**).

Le principe de ce traitement est de mettre en contact la matière organique contenue dans les Eaux usées avec une population bactérienne en présence ou en absence d'oxygène (**Madigan et Martinko ,2007**). Celle-ci assimile alors la matière organique pour son propre développement. Ces dispositifs permettent d'intensifier et de localiser sur des surfaces réduites les phénomènes de transformation et de dégradation des matières organiques, tels qu'ils se produisent en milieu naturel. Ils sont la reconstitution d'un écosystème simplifiée sélectionné faisant intervenir une microflore bactérienne et une microfaune de protozoaires et de métazoaires (**Bassompierre ,2007**). Plusieurs techniques peuvent être distinguées, le choix de l'une ou l'autre est fonction de l'emplacement disponible pour le procédé de traitement, de la charge de l'effluent et de la quantité de pollution à traiter.

Du fait que les micro-organismes, les plus actifs, sont les bactéries qui conditionnent en fonction de leur modalité propre de développement, les procédés biologiques de traitements, peuvent être classés en procédés aérobies et anaérobies (**Vilagines, 2003**).

4.3.1. Le traitement secondaire anaérobie :

Le traitement secondaire anaérobie est un processus microbiologique de conversion de la matière organique, faisant intervenir essentiellement des populations bactériennes (Bacteria et d'Archaea), ainsi que des protozoaires et quelques champignons anaérobies (**Effebi, 2009**).

Le traitement anoxique est typiquement employé pour traiter des eaux usées contenant de grandes quantités de matières organiques insolubles, telles que les fibres, la Cellulose résultant des industries laitière et agroalimentaire. Le processus de dégradation anoxique proprement dit se déroule dans de grands réservoirs clos appelés digesteurs ou bioréacteurs. (**Madigan et Martinko ,2007**).

Synthèse bibliographique

Le principe de la digestion anaérobie est décrit comme la conversion de la matière Organique en biomasse et en biogaz, composé essentiellement de méthane (CH₄) et de gaz Carbonique (**Effebi, 2009**). Ce type de fermentation est une opération délicate qui demande une surveillance importante. En effet, la température doit être maintenue au niveau très stable et suffisamment élevé (**Vilagnes, 2003**).

Il faut aussi éviter les écarts brutaux de pH et les substances inhibitrices du développement bactérien, à titre d'exemple : les cyanures, les sels de métaux lourds et les phénols (**Vilagnes, 2003**).

Les systèmes de traitement anaérobie sont réputés plus économiques que les systèmes aérobies du fait de l'économie d'énergie, de la faible production de boue, et la possibilité de réutiliser le biogaz produit, qui est converti parfois en énergie électrique ou mécanique. (**Effebi, 2009**).

4.3.2. Le traitement secondaire aérobie :

Les bactéries utilisées exigent un apport permanent d'oxygène. Deux procédés peuvent être distingués : les procédés à cultures fixes (microorganismes fixés sur des supports), les procédés à culture libre (micro-organismes maintenus en suspension dans le mélange à épurer). Nous pouvons citer les plus courantes (**Degremont, 2005**).

4.3.2.1. Les procédés aérobies à culture fixée : comprend :

- ✓ **Le lit bactérien ou granulaire:** Les lits bactériens, appelés aussi lits ou filtres à ruissellement ont été utilisés pour le traitement biologique des eaux usées depuis près de 100 ans. son principe de fonctionnement et de faire ruisseler l'eau à traiter (**Degremont, 2005**). Une aération est pratiquée soit par tirage naturel soit par ventilation forcée. Les matières polluantes contenues dans l'eau et l'oxygène de l'air diffusent, à contre courant, à travers le film biologique jusqu'aux micro-organismes assimilateurs.

Le film biologique comporte des bactéries aérobies à la surface et des bactéries anaérobies près du fond. Le rendement maximum de cette technique est de 80 % d'élimination de la DBO₅ (**Brodart et al, 1989**).

- ✓ **Les bio disques:** biomasse fixée sur des disques tournants au sein du mélange à traiter, coûts de fonctionnement faibles, efficace à faible charge uniquement, sensible aux conditions climatiques (lessivage du bio film parla pluie) (**Bassompierre, 2007**).

Synthèse bibliographique

4.3.2.2. Les procédés aérobies à culture libre :

- ✓ **Le lagunage** : L'épuration biologique est assurée par les microorganismes se développant dans le milieu grâce à l'oxygène de la photosynthèse des algues (lagunage naturel); le cas échéant, par aération artificielle : lagunage aéré par l'insufflation d'air (**Altmeyer et al, 1990**).
- ✓ **Les boues activées** : traitement en deux phases, contact de la biomasse et de l'eau usée dans un réacteur puis séparation des solides de la phase liquide épurée par décantation. Le processus d'épuration par boues activées est le plus répandu (**Cardot, 1990**). Les traitements réalisés en station d'épuration consistent à dégrader et séparer les Polluants de l'eau par des procédés physiques, chimiques et biologiques. Le résultat de ces opérations est la production de boues qui est le principal sous-produit du cycle de traitement de l'eau (**Céline P, 2003**).

4.3.2.3. Les procédés aérobies à culture hybride :

Résulte du couplage d'un système à culture Libre avec un système à culture fixée au sein du même réacteur, ils sont proposés et utilisés pour le traitement des effluents de petites municipalités (**Tizghdam, 2007**).

L'avantage principal des procédés hybrides est de permettre des possibilités de traitement plus élevé sans nécessiter d'augmenter le volume de bassin d'aération (**German et al, 2007**). Il existe deux grandes familles de bioréacteurs à membrane :

- Les bioréacteurs à membrane externes : installés à l'extérieur du bassin d'aération;
- Les bioréacteurs à membrane immergées : installés à l'intérieur du bassin d'aération (**Dégréement, 2005**). La diversité des technologies et l'efficacité de chacune d'entre elles, permet également de concevoir des filières adaptées à chaque besoin spécifique dans le but d'atteindre le juste coût économique (**Corsin et Le Strat, 2007**).

4.4. Le traitement tertiaire :

Dans un souci de respect de ces différents milieux naturels récepteurs, Certains rejets d'eaux traitées sont soumis à des réglementations spécifiques concernant l'élimination d'azote, de phosphore et des germes pathogènes, qui nécessitent la mise en œuvre de traitements tertiaires (**Franck, 2002**).

Il regroupe toutes les opérations physiques et chimiques qui complètent les traitements primaires et secondaires (**Ouali, 2001**).

Synthèse bibliographique

4.4.1. Élimination de l'azote et du phosphore :

- **L'azote** : l'azote présent dans l'eau se trouve sous deux formes :
- ✓ **Azote minéral** : principalement sous forme d'azote moléculaire (N_2), d'ion ammonium (NH_4), d'ion nitrite (NO_2^-) et d'ion nitrate (NO_3^-) (**Gaid, 1984**).
 - **Un groupe oxyde l'ammonium en nitrite** : la nitrification par des bactéries nitrifiantes (ou nitrosantes, ou nitreuses, ou ammonio-oxydantes), dont les noms de Genre portent le préfixe nitroso (*Nitrosomonas, Nitrosococcus,...*) (**Wood, 1986**). La nitrification proprement dite se déroule en deux étapes (**Suzuki, 1974 ; Drozd, 1976**) au cours desquelles l'ion ammonium s'oxyde d'abord en hydroxylamine (**Hollocher et al, 1981**), qui ensuite se réduit en nitrite. La formation de l'hydroxy-lamine serait catalysée par une enzyme. L'ammonium monooxygénase (AMO) (**Rees et Nason, 1966 ; Dua et al., 1979 ; Wood, 1986**) alors que la réduction du nitrite est catalysée par l'hydroxylamine oxydoréductase (HAO) (**Hooper et Terry, 1979**) le substrat de l'AMO serait l'ammoniac NH_3 Plutôt que l'ammonium NH_4 (**Bock et al., 1991**).
 - **Un groupe oxyde le nitrite en nitrate** : ce sont les bactéries nitrifiantes (ou nitriques, ou nitrite- oxydantes), dont les noms de genre portent le préfixe nitro (*Nitrobacter, Nitrococcus, Nitrospira*). Cependant, de nombreux genres et espèces de bactéries nitrifiantes ont été identifiés la formation de nitrite résulte de deux réaction en série d'oxydoréduction, l'oxydation du nitrite en nitrate se déroule en une seule étape (**Henze et al, 1997**).
 - ✓ **Azote organique** : présent sous forme de protéines qui donnent par l'hydrolyse des acides aminés conduisant eux même par condensation aux peptides et polypeptides. Il se trouve également dans une grande variété d'autres combinaisons organique (urée, acide urique, créatinine etc.....) (**Gaid, 1984**).
- **Le phosphore** : se présente lui aussi sous deux formes :
- ✓ **Phosphore minérale**: présent principalement sous formes d'ortho phosphate, de phosphures, de diverses combinaisons minérale come le triphosphate de sodium, le pyrophosphate tétra sodique et l'hexa méta phosphate de sodium (**Gaid, 1984**).
 - ✓ **Phosphore organique** : présente dans les combinaisons cellulaires organique soit en tant qu'élément de base de substances bien déterminées, soit en tant qu'élément mobile du métabolisme cellulaire. (**Gaid, 1984**).

Synthèse bibliographique

Les quatre étapes principales du traitement sont schématisées dans la figure 2 :

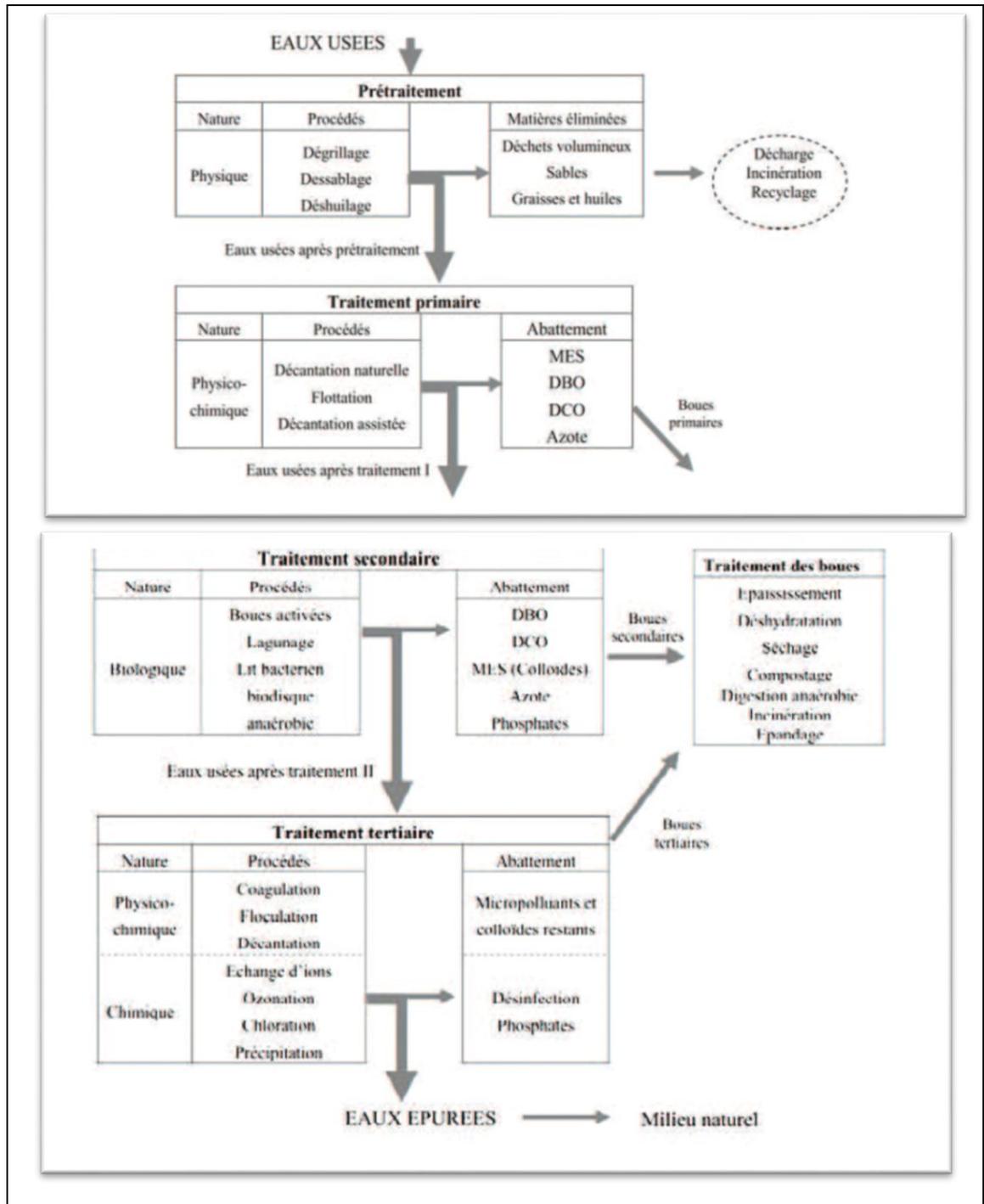


Figure 2 : étapes d'une filière de traitement des eaux (Hadj-sadouk ; 1999).

III. L'épuration par boues activé :

1. Introduction :

Le procédé dit " à boues activées " utilise l'épuration biologique dans le traitement des eaux usées. C'est un mode d'épuration par cultures libres. Dans une filière de traitement des eaux, le procédé à boues activées fait partie des traitements secondaires (1)

L'épuration biologique des eaux résiduaires par le procédé des boues activées repose sur le principe d'activité d'une culture de bactéries en milieu aérobie (figure 2), maintenue en suspension dans un ouvrage spécifique alimenté par l'effluent à traiter et appelé bassin d'aération (Canler et al., 1999). Un dispositif de brassage permet un mélange homogène floc bactérien-eaux usées et un apport d'oxygène nécessaire aux bactéries. (Ce processus en aérobiose favorise le développement de microorganismes aérobies au détriment de microorganismes anaérobies majoritaires dans les effluents liquides (Altmeyer, 1990).

Il existe quatre principales utilisations spécifiques du procédé à boues activées:

- Elimination de la pollution carbonée (matières organiques) ;
- Elimination de la pollution azotée ;
- Elimination biologique du Phosphore ;
- Stabilisation des boues: procédé dit d'aération prolongée ou digestion aérobie (1)

2. Principe de l'épuration par boue activée :

Dans tous les cas, une station d'épuration à boues activées comprend:

- Un bassin dit d'aération dans lequel l'eau à épurer est mis en contact avec la masse bactérienne épuratrice.
- Un clarificateur dans lequel s'effectue la séparation de l'eau épurée et de la culture bactérienne.
- Un dispositif de recirculation assurant le retour vers le bassin d'aération des boues biologiques récupérées dans le clarificateur.
- Un dispositif d'extraction et d'évacuation des boues en excès, c'est-à-dire de surplus de culture bactérienne synthétisée en permanence à partir du substrat, un dispositif de fourniture d'oxygène à la masse bactérienne présente dans le bassin d'aération.
- Un dispositif de brassage de ce même bassin, afin d'assurer au mieux le contact entre les cellules bactériennes et la nourriture, d'éviter les dépôts, de favoriser la diffusion de l'oxygène partout où il en a besoin. Très fréquemment, le même dispositif est utilisé pour l'aération et le brassage (Bensaber, 2005).

Synthèse bibliographique

Dans le Procédé à boues activées. Le réacteur est alimenté en continu en eau usée et la biomasse transforme les polluants par :

- Adsorption ou absorption des matières polluantes sur le floc bactérien ;
- Conversion de la DBO₅ en matière cellulaire : croissance de la culture bactérienne et des microorganismes associés : insolubilisation de la pollution ;
- Oxydation en CO₂ et H₂O qui produit l'énergie nécessaire au fonctionnement

La Production de nouveau matériau cellulaire : transformation de la pollution dissoute en gaz. Environ un tiers de la matière organique de l'eau usée doit être oxydée pour produit l'énergie requise. En conséquence, deux tiers subsistent sous forme de boues en excès (biomasse épuratrice générée). (**Cherrak et Bendida ,2006**).

Les procédés de traitement des eaux usées par boues activées sont illustrés dans la (figure 3)

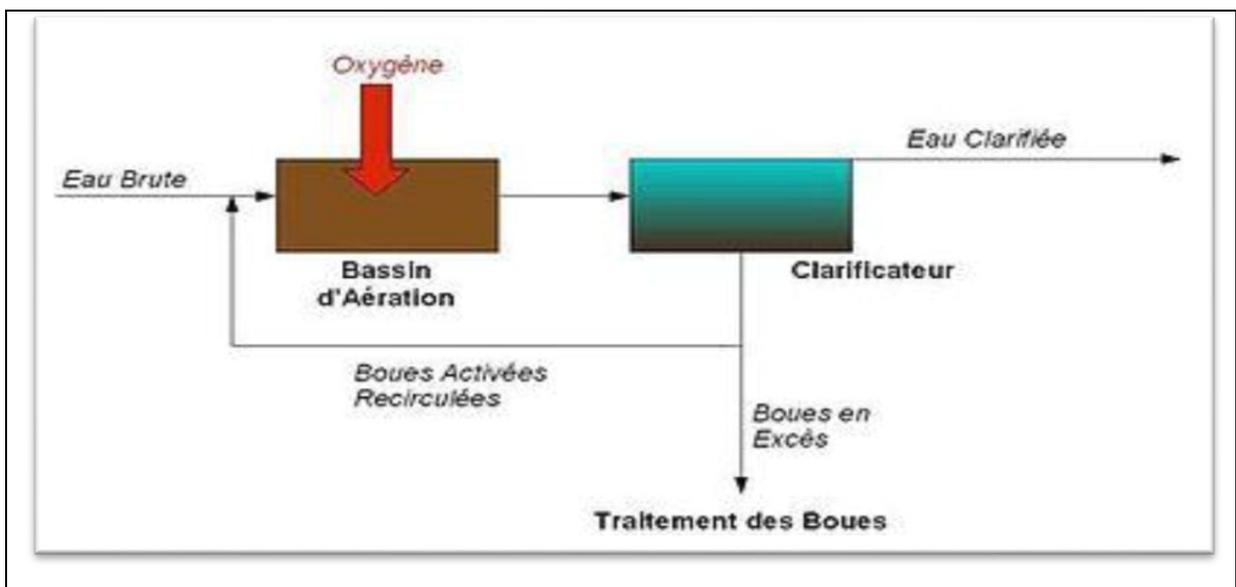


Figure 3 : Schéma général du procédé de traitement des eaux résiduelles Par boues Activées (**Belakeb et Larjam, 2008**)

Si la séparation des phases d'eau épurée et de la boue en excès est convenablement Réalisée, c'est plus de 80 à 95% de la charge organique introduit qui peut être soustraite de l'eau à traiter en un temps très court.

Comme dans le traitement physico-chimique des eaux usées, on aura deux phases :

- Phase biologique : transformation de la pollution dissoute en gaz ou en biomasse.
- Phase physique : séparation de la biomasse épuratrice de l'eau épurée : décantation (**Cherrak et Bendida, 2006**).

3. Boue activée :

3.1. Origine des boues d'épuration :

Les boues d'épuration sont les déchets recueillis au cours des différentes étapes de l'épuration des Eaux Résiduaires Urbaines (ERU). Ces dernières constituent la combinaison des déchets liquides et des eaux souillées, collectés dans les zones résidentielles, les commerces, les institutions et les industries ainsi que d'éventuelles eaux d'infiltration et pluviales (**Tchobanoglous et al, 2003**).

Les boues des stations d'épuration (BSE) sont les principaux déchets produits par une station d'épuration à partir des effluents liquides (urbains ou industriels).

Elles sont constituées d'un mélange complexe contenant de la matière minérale et organique dans différentes formes. On y trouve aussi des traces d'éléments métalliques (zinc et cuivre mais aussi cadmium et nickel), des microorganismes vivants (virus, bactéries et parasites, dont une partie présente un potentiel risque infectieux) et des micropolluants organiques (résidus des produits de synthèse tels que les détergents et leurs dérivés) (**d'Arcimoles et Borraz, 2003**)

3.2. Les différents types de boues :

3.2.1. Les boues primaires :

Elles proviennent du décanteur primaire et correspondent en grande partie au piégeage de la pollution particulaire d'entrée. Dans le cas où la pollution colloïdale doit être piégée, l'ajout de réactifs chimiques (coagulants et floculants) est nécessaire (**Jean et al, 2013**).

3.2.2. Les boues secondaires ou biologiques :

Elles proviennent de la dégradation de la pollution biologique biodégradable, soluble et colloïdale, par une culture bactérienne libre (boue activée) ou fixée (lit bactérien ou biofiltre) (**Franck, 2002**).

3.2.3. Les boues tertiaires :

Les boues tertiaires sont le plus souvent issues d'un traitement physico-chimique après un traitement biologique. Elles sont le plus souvent obtenues par l'ajout de réactifs chimiques et elles sont aussi le plus souvent plus difficiles à déshydrater (**Jean et al, 2013**).

3.3. Les différentes catégories de boues :

3.3.1. Boues huileuse «flottantes » :

Elles peuvent être : Sloops des séparateurs gravitaires ; boues des flottations ou boues biologiques en excès, lorsqu'elles représentent une fraction faible de cette catégorie ou sont un peu huileuses (**Berne et al, 1991**).

3.3.2. Boues denses huileuses, souvent chargées de sables :

Elles proviennent des fonds de bacs et de réservoirs ; fonds de puisards et de déshuileurs ou sédiments de dessaleurs (**Berne et al, 1991**).

3.3.3. Boues non huileuses :

Elles résultent de décarbonatation à la chaux ou clarification des eaux d'appoint ; résidus d'alkylation ; catalyseurs usés ; terres décolorantes ou boues activées en excès, lorsque leur production est prépondérante (**Berne et al, 1991**).

3.4. Composition des boues activées :

La boue activée est constituée par le floc, lui-même étant constitué de bactéries agglomérées, emprisonnées dans une matrice organique. Viennent ensuite se développer sur et à proximité de ces floes Une faune de protozoaires voire de métazoaires qui profitent de ces micro-organismes (**Cherrak et Bendida, 2006**).

- Bactéries à raison de 6,6 milliards/ml de boue activée, représentent la biomasse la plus abondante par le nombre. On y trouve des germes de l'environnement et pour l'essentiel des bacilles Gram-, aérobies et mobile. Les principaux genres sont *Pseudomonas*, *Aéromonas*, *Arthrobacter*, *Flavobacter* et *Alcaligenes* ;
- Protozoaires à raison de 50000/ml de boue activée. Ils se partagent en différentes classes comme les zooflagellés (Bodo...), Les holotriches (Litonotus...), Les hypotriches (Aspidisca...) et le péri triches (Vorticelles). Métazoaire comme les Rotifères. (**Cherrak et Bendida ,2006**).

Synthèse bibliographique

Tableau 4: Composition typique des boues de station d'épuration (Tchobanoglous et al, 2003).

Caractéristique	Boues primaires		Boues secondaires	
	Gamme	Valeur typique	Gamme	Valeur typique
Matières sèches (%m/m)	5-9	6	(0.5-1.5)a (0.8-2.5)b	0.8a 1.3b
Matières volatiles (% des MS)	60-80	65	59-88	//
Huiles et graisses (%des MS)	Solubles dans l'éther	6-30	//	//
	Extractibles dans l'éther	7-35	//	5-12
Protéines (% des MS)	20-30	25	32-41	//
Azotes (N ,% des MS)	1.5-4	2.5	2.4-5.0	//
Phosphore (P ₂ O ₅ % des MS)	0.8-2.8	1.6	2.8-11	//
Ph	5.0-8.0	6.0	2.8-11	//
Production de MS (kg/1000m ³)	110-170	150	70-100	80

a avec décantation primaire ; b sans décantation primaire

3.4.1. Le floc biologique :

Un floc de boue activée est caractérisé par une micro structure résultant de la bio floculation par les microorganismes (flocs petits et mécaniquement fragiles) ainsi que par une macro structure où les microorganismes filamenteux créent un réseau tridimensionnel, support sur lequel les petits flocs peuvent adhérer, formant ainsi des flocs plus gros et plus solides. Un dysfonctionnement dans la micro ou la macro structure peut causer des problèmes de sédimentation (bulking filamenteux, bulking « tête d'épingle », moussage, remontées de boue) (Tchobanoglous et al, 2003 ; Dewilet al, 2006).(voire la figure 4)

Synthèse bibliographique

Selon **Jorand et al, (1995)** Les boues sont organisées selon une structure hétérogène complexe appelée floc. La présence des exo polymères (appelés EPS I et II) garantiront les interactions entre les sous-particules. Ces polymères sont un mélange complexe de polysaccharides aminés ou phosphatés, protéines et ADN et qui donnent une charge globale négative à la paroi cellulaire (**Morgan, et al, 1990 ; Liu et Fang, 2002; Neyens et Baeyens, 2003; Tsuneda et al, 2003**). Avec la présence d'ions de charge positive tels que magnésium ou calcium une liaison entre les parois cellulaires voisines est assurée, même si cette force d'interaction demeure faible (de l'ordre de 6 kJ/mol).

En fait, quelques caractéristiques physico-chimiques comme la taille, la surface de contact, la forme, la teneur en eau, la porosité, l'hydrophobicité de la paroi cellulaire, et le type et la quantité d'exo polymères, conditionnent au niveau microscopique, les propriétés de décantation des boues (**Liao et al, 2001 ; Wilen, et al, 2003**). La formation des floccs dépend des contacts entre les différentes sous-particules qui les constituent et qui fixeront l'aptitude de décantation (**Metcalf et Eddy, 2003**).

Le rôle prépondérant des polymères extracellulaires (PEC) est reconnu dans l'adsorption de micropolluants métalliques sur la boue activée (**Brown et Lester, 1979 ; Brown et Lester, 1982a ; Brown et Lester, 1982b ; Guibaud et al, 2003**). En effet, leur quantité et leur composition en font un support privilégié de la rétention de cations métalliques. Ils constituent la majeure partie de la fraction organique des boues puisque selon **Frølund et al.(1996) et Wilén et al. (2003)**, ils représenteraient jusqu'à 60% de cette fraction. Les cellules ne représenteraient dès lors que 2 à 20% de la fraction organique (**Raszka et al, 2006**).

La localisation et la composition des PEC sont le résultat de différents processus : sécrétion bactérienne, lyse cellulaire et sorption de composés présents dans l'environnement (**Wingender et al, 1999**).

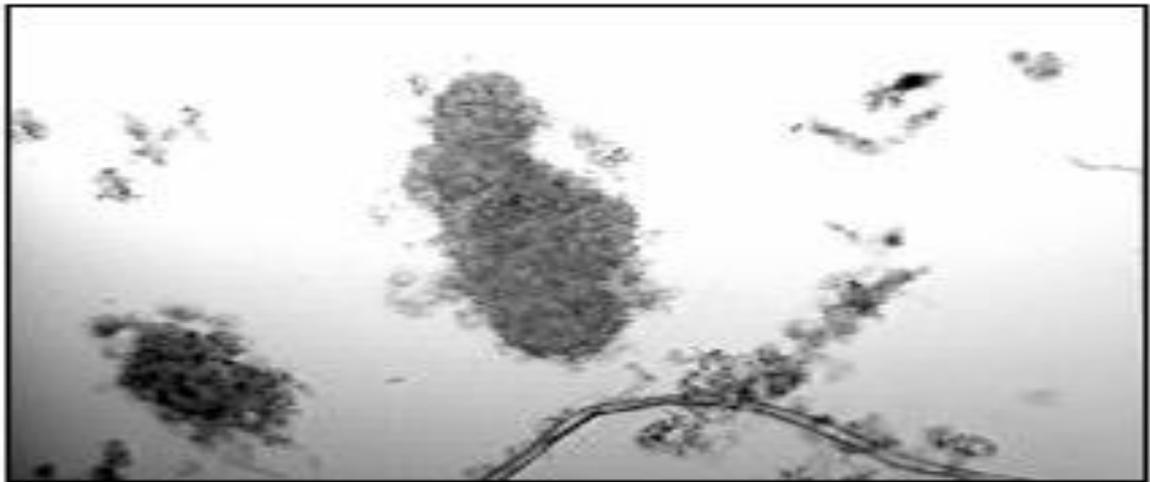


Figure 4 : Photographie microscopique d'un floc de boue activée (Metcalf et Eddy, 2003).

3.4.2. Les bactéries épuratrices :

Dans la biomasse épuratrice, les bactéries constituent le groupe le plus important, qui est en même temps l'acteur principal de l'élimination de la pollution. Les bactéries peuvent se présenter sous différentes formes (Degrement, 2005).

- ✓ **Bactéries libres :** peu abondantes du fait de la prédation par d'autres microorganismes
- ✓ **Bactéries filamenteuses :** présentes normalement en petite quantité. Elles entravent la décantation par le phénomène de foisonnement. Parmi ces bactéries indésirables : *Sphaerotilus natans* et *Thriothrix Nivea* ;
- ✓ **Bactéries floculées :** plus intéressantes dans le procédé d'épuration car elles permettent une bonne séparation entre la biomasse épuratrice et l'eau épurée. Les genres les plus fréquents de bactéries floculantes sont : *Pseudomonas*, *Actrobacter*, *Arthrobacter*, *Alcaligenes*, *Zooglea*, *Citromonas*, *Flaviobacterium* et *Arthromobacter* (Degrement, 2005).

La nature des composés organiques qui constituent la pollution et les conditions du milieu (pH, température, oxygène dissous), influent sur la nature des germes dominants. Ainsi, un rejet riche en matières protéiques, favorise le développement des germes : *Alcaligenes*, *Bacillus* ou *Flavobacterium* ; tandis qu'une eau résiduaire riche en glucides ou en hydrocarbures conduit à la prédominance du germe *Pseudomonas*. La présence de soufre réducteur se répercute par le développement des genres *Thiothrix* et *Microthrix* (Degrement, 2005).

3.4.2.1. La microflore :

Des algues benthiques se développent à la périphérie des installations. Des cellules sont entraînées dans les boues et dans les fibres nitrifiantes par abrasion du bio film, des frustules de diatomées peuvent être a mise en évidence aussi (**Haslay et Leclerc, 1993**). Toutefois, elles ne jouent pas de rôle en épuration par les procédés de boues activées ou bio filtration, contrairement au cas du lagunage (**Degrement, 2005**).

3.4.2.2. La microfaune :

La microfaune des boues activée est très importante en quantité. Elle intervient comme prédatrice des bactéries isolées et des cadavres de bactéries et participe ainsi à la clarification de l'effluent (**Rejsek, 2002**). Comme elle est particulièrement sensible aux variations du milieu, elle renseigne sur le niveau d'adaptation de la biomasse. On distingue deux familles d'individus : les protozoaires et les métazoaires (**Degrement, 2005**).

3.5. Valorisation et/ou l'élimination des boues :

Avant de pouvoir être valorisées ou éliminées, les boues collectées en sortie de station, bien que traitées, conservent un pouvoir pathogène et/ou polluants, elles sont donc soumis à une réglementation européenne et nationale (**Florence, 2012**).

Dans une station d'épuration, le traitement des boues fait l'objet d'une filière spécifique qui a pour finalité la réduction de leur quantité pour permettre leur élimination à moindre impact économique et environnemental. Ces filières représentent un enjeu à part entière car elles peuvent représenter jusqu'à 50% du coût total de fonctionnement d'une station d'épuration (**Appels et al, 2008**). Les boues sont valorisées et éliminées. Plusieurs filières d'élimination sont envisageables. Le choix de l'une d'entre elles repose sur des critères économiques, réglementaires, sociaux, sanitaires et environnementaux. Il est intimement lié au contexte local dans lequel s'insère le système.

- ✓ **Mise en Centre de Stockage des Déchets (CSD) :** selon n'autorise en CSD que les déchets ultimes, c'est-à-dire les déchets, résultant ou non du traitement d'un premier déchet, n'étant plus susceptibles d'être traités dans les conditions techniques et économiques du moment, notamment par extraction de la part valorisable ou par réduction de leur caractère polluant ou dangereux (**loi 92-646,1992**).

Synthèse bibliographique

- ✓ **Incinération** : elle consiste à oxyder thermiquement les boues dans un incinérateur avec ou sans ordures ménagères. Les sous-produits minéralisés résultants peuvent être utilisés dans des travaux de construction, ou peuvent être entreposés CSD, suivant leur nature (**Suh et Rousseaux, 2002**).
- ✓ **Valorisation agricole** : les boues d'épuration contiennent des éléments fertilisant du sol (minéraux, phosphore, azote, matière organique). La revalorisation agricole constitue la filière la plus durable en termes d'analyse du cycle de vie (**Suh et Rousseaux, 2002**). Elle est toutefois très controversée et, de ce fait, est soumise à des réglementations très strictes quant aux limites de concentrations de certains polluants tels les métaux lourds (**Gomez Palacios et al, 2002**).

IV. Station d'épuration Sidi Merouane :

1. Présentation :

La station d'épuration de Sidi Mérouanne est une installation destinée à épurer les eaux résiduaires (domestiques, industrielles, agricoles et les eaux pluviales) des villes de Mila, Grarem Gouga, Sidi Merouane, Ras El Bir, Anouch Ali, Sibari 1 et 2 avant le rejet dans le milieu récepteur naturel Barrage Béni Haroun (ONA, 2014).

La capacité de la station est 20550m³/j (238l/s) ou 137,711 équivalent habitant elle a un type de réseaux unitaire cette station est opérationnelle depuis 20 juillet 2009 et s'étend sur une superficie de 12 hectares elle contribue à la protection du barrage contre les diverses pollutions pouvant contaminer les eaux de Béni Haroun. C'est la deuxième station de la wilaya après celle d'oued Athmania. C'est une station par boues activées à faible charge à aération prolongée (ONA, 2014). (Voir le tableau 5).

2. Localisation :

La station d'épuration de Sidi Merouane est localisée à 12 km au Nord-est de la wilaya de Mila. Elle est délimitée au nord par le barrage de Béni Haroun, à l'est par un champ agricole à l'ouest par un chemin agricole et au sud par un champ agricole. L'arrivée des eaux usées est gravitaire par refoulement jusque à la station (STEP Sidi Merouane) (voir la figure, 6).



Figure 5: Localisation de la station de Sidi Merouane dans la Wilaya de Mila (2).



Figure6 : localisation de la STEP dans la commune de sidi merouane (step sidi merouane).

Tableau 5: Les bases dimensionnement de la STEP (ONA, 2014).

Paramètre	Quantité
Charge hydraulique	
Equivalent habitant	137 000 EQH
Volume journalière	20 650 M ³ /J
Débit moyenne de temps sec	20 550 M ³ /J
Débit de pointe temps sec	1 370 M ³ /H
Débit maximale admis en temps de pluie	25 340 M ³ /J
Charge massique (CM)	0.11
Charge polluante	
Charge journalière en DCO	19 180 KG/J
Charge journalière en DBO ₅	8 220 KG/J
Charge journalière en MES	12 330 KG/J

Synthèse bibliographique

3. Qualité des eaux épurées rejetées :

Les caractéristiques des eaux usées qui arrivent à la STEP sont résumées dans le tableau 6:

Tableau 6: qualité des eaux épurées rejetées (ONA ; 2014)

Paramètres	Unité	Concentration en mg/l	Rendement minimum d'élimination en %
DBO₅	mg/l	≤ 30	-
DCO	mg/l	≤ 90	-
MES	mg/l	≤ 30	-
NTK	mg/l	≤ 10	-

4. Procède du traitement retenu : (ONA, 2014) :

La STEP de Sidi Merouane renferme les filières suivantes :

4.1. Filière eau :

La filière d'eau comprend les postes suivants :

- ✓ Dégrillage grossier (Mécanisé + Manuel) (figure 7) ;
- ✓ Dégrillage fin (Mécanisé+ Manuel) (figure 8) ;
- ✓ Dessablage déshuilage aéré par Turbines immergées (figure 9) ;
- ✓ Bassin d'aération à (05 surpresseurs d'une puissance unitaire de chaque de 200 KW) (figure 10) ;
- ✓ Citerne de FeCl₃ pour traitement chimique du phosphore ;
- ✓ Dégazeur (figure 13) ;
- ✓ Clarificateurs (02 Décanteurs racleurs) (figure 11et 12) ;



Figure 7 : dégrilleur grossier



Figure8 : Dégrilleur fin

(STEP Sidi Merouane) .

Synthèse bibliographique



Figure 9 : Désableur /Déshuilleur (STEP Sidi Merouane).



Figure 10 : bassin biologique (STEP Sidi Merouane) .



Figure 11: clarificateur fill 1



Figure 12: clarificateur fille 2

(STEP Sidi Merouane) .

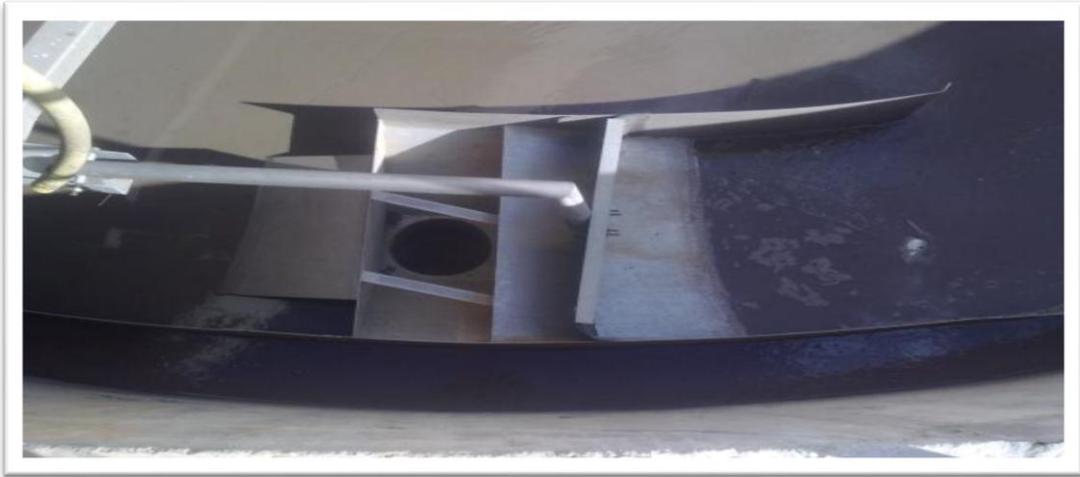


Figure 13: dégazeur (STEP Sidi Meroune) .

4.2 Filière boue :

La filière est caractérisée par les opérations suivantes

- ✓ Recirculation et extraction des boues en excès (Immergée centrifuge)
- ✓ Lits de séchage (08 lits de séchage)
- ✓ Déshydratation mécanique (02 Filtres à presse)(figure 14)
- ✓ Aire de stockage des boues ;



Figure 14: Déshydratation des boues. (STEP Sidi Merouane).



Figure 15: La biodagène (STEP Sidi Merouane) .

Synthèse bibliographique

Conclusion :

La station d'épuration des eaux usées de Sidi Marouane joue un rôle très important dans la région de Mila grâce à ses étapes de traitement qui permettent la protection du barrage de Beni Haroune par la réduction de grandes quantités des déchets et des polluants qui viennent par la canalisation, ces déchets subissent un recyclage qui sera nécessaire plus tard, à la fin du procédé du traitement les eaux purifiées et clarifiées ont un degré de pollution réduit et moins dangereux pour l'environnement

Matériels et méthodes

The text 'Matériels et méthodes' is rendered in a bold, black, sans-serif font. It is presented with a 3D effect, where each letter has a dark grey shadow cast to the right and slightly forward, giving the impression of the text floating above a white surface.

Introduction :

Dans le cadre de notre projet de fin d'étude nous avons collaboré durant 5 mois (novembre, décembre, janvier, février et mars.) avec les personnes de la station d'épuration de Sidi Merouane. Le présent travail est consacré à l'étude de l'épuration des eaux usées par l'évaluation de la pollution à travers des analyses physico-chimiques et biochimiques des eaux à l'entrée et à la sortie de la STEP.

Dans cette partie nous avons présenté les différentes méthodes et le matériel utilisé pour mesurer les paramètres physico chimique (pH , température, la conductivité, les matières en suspension (MES),le phosphore, les nitrates, les nitrites ,la demande chimique en oxygène (DCO) ,la demande biologique en oxygène (DBO₅) et les paramètres biochimique (protéines et polysaccharides) et de faire une étude statistique de corrélation entre les deux paramètres afin de trouver les relations qui existent.

1. Echantillonnage des eaux :

Le prélèvement d'un échantillon d'eau est une opération délicate à la quelle le plus grand soin doit être apporté. Il conditionne les résultats analytiques et l'interprétation qui en sera donnée. Les échantillons d'eau ont été prélevés en période de 5 mois (de novembre 2014 jusque à mars-2015).

Les échantillons doivent être mis en analyse dans un délai de 24 heures après le prélèvement. Ainsi, les conditions de transport et de stockage doivent garantir le maintien de la chaîne du froid jusqu'à la mise en analyse au laboratoire.

2. Prélèvement :

Les récipients utilisés ne doivent pas apporter de substances toxiques et assurer une fois bouchés une protection totale contre toute contamination extérieure. Les prélèvements sont effectués dans des flacons stériles en verre. Tout flacon d'échantillonnage doit être clairement identifié et accompagné d'informations suffisantes concernant la nature de l'échantillon et les raisons pour les quelles l'examen est demandé.

La réalisation des prélèvements des échantillons d'eaux brutes et épurées à été réalisée dans des endroits bien définies :

- **Premier point** : prélèvent des eaux usées brut « après dégrilleurs fines » (Figure 16).
- **Deuxième points** : prélèvent des eaux épurée « à la sortie de la STEP » (Figure 17).



Figure 16: prélèvement après dégrilleurs fins **Figure17 :** prélèvement à la sortie de l'eau
(STEP Sidi Merouanne)

Les échantillons ont été transportés vers le laboratoire du département de biologie au centre universitaire de Mila.

3. Les analyses de l'eau :

Pour la réalisation des analyses physico-chimique et biochimique de nos échantillons, notre travail a été mené au niveau de deux sites : le laboratoire de la STEP de Sidi Merouane, et le laboratoire de département de biologie au centre universitaire de Mila.

3.1. Les paramètres physico-chimiques :

Sont des analyses qui sont réalisées au laboratoire de la STEP Sidi Merouane

3.1.1. Matières en suspension (M.E.S.) :

Les matières en suspension sont mesurées par deux méthodes :

➤ Par filtration : (cas des eaux peu chargés (traités)) :

La méthode gravimétrique repose sur le calcul de la masse de la matière sèche en mg/l obtenue après séparation par filtration puis une déshydratation à 105 °C. La séparation se fait sous vide et permet le passage de l'eau sur un filtre qui retient les MES. Le matériel utilisé est : un appareil de filtration sous vide, membrane en fibres de verre borosilicaté «multipores», trompe à vide, balance de précision ($\pm 0,1$ mg), étuve à 105 °C et un dessiccateur (figure 19)

Mode opératoire :

La membrane est séchée pendant 15min à l'étuve à 105 °C puis refroidie dans le dessiccateur et pesée. Un volume d'eau est prélevé tel que la masse de matières retenues sur le filtre soit au moins de 1mg/cm². Le volume ne doit pas être inférieur à 100 ml.

La membrane donc est placée sur son support, l'ensemble de filtration est fixé puis l'eau est versée sur la membrane, la filtration du liquide se déroulent sous vide jusqu'à l'écoulement complet. La membrane est rincée à l'eau déminéraliser, sécher à l'étuve à 105 °C puis refroidie au dessiccateur et peser. Le poids de matière en suspension est calculé selon la relation suivante : selon (Rodier, 2005).

$$\text{MES} = ((b-a)*1000) / v \text{ mg/l}$$

b : la masse du filtre après filtration en mg/l

a : la masse du filtre avant filtration en mg.

v : volume de l'échantillon en ml.

➤ Par centrifugation : (cas des eaux chargée (brut)) :

Cette méthode de détermination peut être réalisée sur les eaux usées lorsque les teneurs en MES sont élevées.

Nous avons prélevées un échantillon de un litre minimum et homogénéisé le contenu du flacon par agitation, puis introduit l'eau dans le flacon de centrifugeuse (figure 18). Ce dernier est centrifugé pendant 20 min à 1600tr/min. Le surnageant est vidé alors que le culot de boue est recueilli dans une capsule de porcelaine. Le culot est séché pendant 24 heures à l'étuve à 105 °C puis refroidis au dessiccateur. La teneur en matière en suspension est pesée en mg/l (Rodier, 2005).

$$\text{MES} = ((b-a)*1000) / v \text{ mg/l}$$



Figure18: Centrifugeuse.

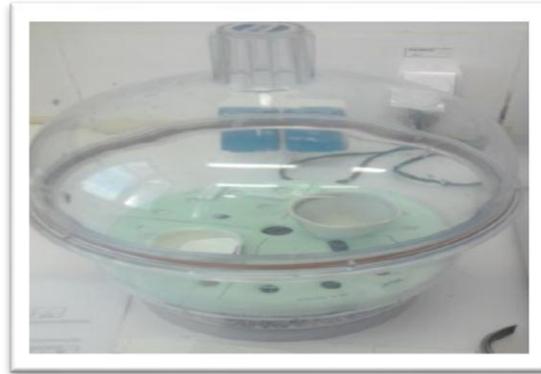


Figure19: dessiccateur.

(STEP Sidi Merouanne) .

3.1.2. Conductivité électrique (CE) :

L'eau est légèrement conductrice, la mesure de la conductivité permet d'avoir très rapidement une idée sur la concentration de l'eau en sels dissous (référence).

La conductivité électrique est mesurée à l'aide d'un conductimètre (figure n de terrain équipé d'un dispositif de régulation ou de compensation de température qui permet une lecture directe à la température de référence de 20°C. Les résultats sont exprimés en $\mu\text{s}/\text{cm}$ à 20°C.

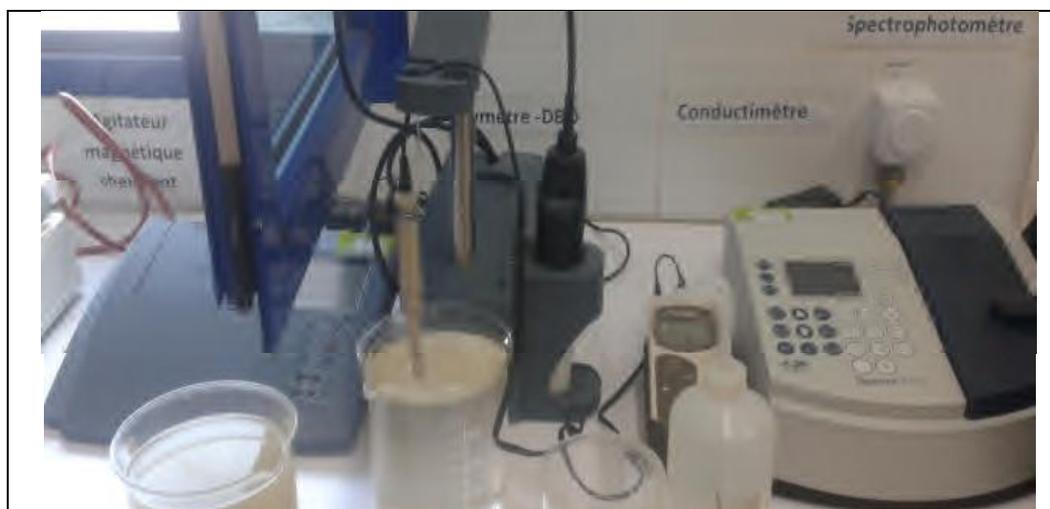


Figure 20: conductimètre (STEP Sidi Merouanne).

3.1.3. Température :

La température est mesurée à l'aide d'un thermomètre étalonné, il peut s'agir de thermomètre à mercure, à alcoolé ou de thermocouples.

Nous prenons un échantillon, soit eau brute ou eau épurée puis nous plongeons le thermomètre dans l'échantillon jusqu'au niveau de la lecture et nous laissons stabiliser la température.

3.1.4. PH :

La mesure du pH s'effectue au moyen d'un couple électrode de verre, électrode de référence plongeant dans le liquide à mesurer. La pile ainsi formée est caractérisée par une différence de potentielle fonction du pH de la solution. La mesure est effectuée après étalonnage des l'électrode (figure21).

La mesure du pH est effectuée à l'abri de l'air pour les eaux non tamponnées ou susceptibles de se modifier au contact de l'air, et au contact de l'air pour les eaux suffisamment tamponnées. Les résultats sont exprimés en unités de pH, à la température de référence de 20°C.



Figure 21: Le pH mètre (STEP Sidi Merouane) .

3.1.5. DCO (demande chimique en oxygène):

Cette mesure nécessite un réacteur DCO (figure 22) dont la température doit atteindre 160 °C. Pour cela deux tubes pré-dosés sont préparés l'un de 1500 ppm et l'autre de 150 ppm, ensuite 2 ml d'eau brute sont ajoutés au tube de 1500 ppm et 2 ml d'eau épurée sont ajoutés à celui de 150 ppm. Ces deux tubes sont bouchonnés et agités pour homogénéisation.

En parallèle, le blanc spécial de chaque tube est préparé en mettant 2 ml d'eau distillé dans deux tubes pré-dosés (150 ppm et 1500 ppm), Après, les quatre tubes (échantillon et blanc) sont mis dans le réacteur DCO et laissés pendant deux heures. Quand ce temps est écoulé, les quatre tubes sont retirés du réacteur et mis dans un endroit sombre à température ambiante pendant 30 minutes.

Enfin, l'analyse de la DCO se fait par spectrophotométrie. Le résultat est affiché en mg/l de DCO.



Figure 22: Réacteur de DCO.

3.1.6. DBO (demande biochimique en oxygène):

Dans deux bouteilles de 500ml, On met 164 d'eau brute et 365 ml d'eau épurée. Ensuite on les met dans l'incubateur à 20 C°. Ces bouteilles renferment un barreau magnétique pour assurer une agitation continue.

Les deux échantillons restent ouverts pendant une heure du temps avant la mise de l'inhibiteur de dénitrification et 3 pastilles de NAOH dans cupules en caoutchouc et la fermeture par les calculateurs Oxitop. Ce dernier permet d'avoir la DBO5 chaque 24 heures ce qui nous permet d'avoir la DBO5 pendant cinq jours et en mg/l.

*Pour l'échantillon de 164ml on multiplie la mesure par 10

* Pour l'échantillon de 365ml on multiplie la mesure par 2



Figure 23: le système Oxitop®

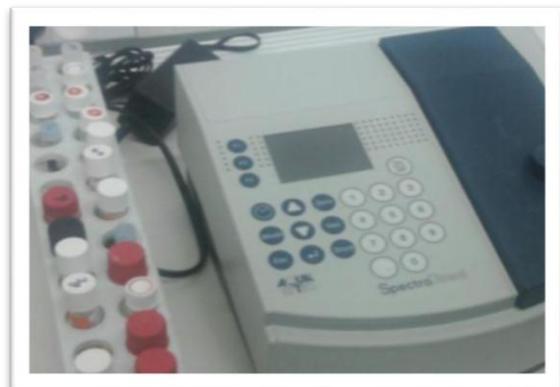


Figure 24 : Spectrophotomètre

(STEP Sidi Merouane).

3.1.7. Nitrates (NO_3^-):

Dans 02 cuves rondes, on met 10 ml d'échantillon d'eau épurée et dans l'autre une dilution de 1/5 d'eau brute aux quelles on ajoute un sachet du réactif nitra ver 05 a chacune.

Après agitation pendant une minute et une reposes de 5 minutes, la concentration des nitrates est déterminée par spectrophotomètre (figure 24) contre un blanc d'eau distillée.

3.1.8. Nitrites (NO_2^-) :

La méthode de dosage des NO_3^- ressemble à celle des NO_2^- sauf pour le réactif qui est nitra-ver 3, le temps d'agitation est plus cour et le temps de repos est de 20 min.

3.1.9. L'azote ammoniacal NH_3 :

On met 2ml d'eau épuré dans un tube prédosé de 0-2.5mg/l et 0.1ml d'eau brute dans un autre tube prédosé de 0-50mg/l on ajoute le salicylate d'amonuim et le cyanurate d'amonuim dans les deux tubes. Après homogénéisation, la réaction se passe en 20minutes .

La concentration des NH_3 est déterminée au spectrophotomètre contre un blanc d'eau distillée.

3.1.10. P- PO_4^{3-} :

On met dans la première cuve ronde 0.1 ml d'eau épuré, et d'ans l'autre cuve rond 0.2ml d'eau brute et on ramène le volume des 02 cuves à 10ml par l'eau distillée. Puis on ajoute le réactif phospho- ver dans chacune des 02 cuves et On agite pour homogénéiser. Après 2 minutes, la concentration de ppo4 est déterminée en mg/l par spectrophotomètre (figure 25) contre un blanc d'eau distillée.

3.2. Les paramètres biochimiques:

Sont des paramètres qui sont analysés au laboratoire du département de biologie au centre universitaire de Mila.

3.2.1. Dosage des protéines :

Le dosage des protéines par la méthode de (**Lowry, 1951**) fait intervenir le réactif de Folin-Ciocalteu.

Matériel et méthodes

Les complexes protéines/cuivre, formés à l'aide d'une solution cuivrique alcaline (réaction de Biuret), réduisent le réactif contenant un mélange d'acide phosphomolybdique et d'acide phosphotungstique.

L'absorption étant mesurée à 660nm. La protéine étalon utilisée comme référence était le sérum albumine bovine (BSA) préparée à des concentrations entre 20 et 200 mg/l. Toutes les mesures ont été réalisées en duplicata (**Lowry et al, 1951**), les résultats sont exprimés en g/l

Le protocole opératoire de dosage des protéines est décrit dans le tableau 7

Tableau 7: protocole de dosage des protéines

Dans un tube à essai :	Les réactifs :
5 ml de (F) + 1 ml d'échantillon Homogénéisation au vortex Repos pendant 10 minutes à température ambiante + 0,5 ml de (G) Homogénéisation au vortex Repos 15 min à l'obscurité Homogénéisation au vortex Repos 15 min à l'obscurité Lecture à 660nm contre un blanc réactif	(A) $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (1 % m/v) ; (B) tartrate de potassium et de Sodium (2 % m/v) ; (C) NaOH, (0.2M) ; (D) carbonate de potassium (4 % m/v) ; (E) Réactif de Folin-Ciocalteu (2 M) les Solutions suivantes sont préparées extemporanément avant chaque dosage: (F) = 49 ml de réactif (D) + 49 ml de réactif (C) + 1 ml de réactif (A) + 1 ml de réactif (B) ; (G) = E/2 ; (H) = 49mL (D) + 49mL (C) + 1mL eau + 1mL (B).

3.2.2. Dosage de polysaccharides :

La méthode de **Dubois et al. (1956)** permet le dosage des oses neutres. Cette méthode est basée sur l'hydrolyse en milieu acide et à chaud des polysaccharides en monosaccharides, qui sont déshydratés en dérivés furfural par le phénol. 1 ml d'échantillon est mélangé avec 1 ml de phénol (5 %, miv) puis 5 ml d'acide sulfurique concentré. Immédiatement après agitation au Vortex, les tubes hermétiquement fermés sont placés dans un bain-marie à 100 °c pendant 5 min exactement. Après refroidissement à l'obscurité à température ambiante pendant 30 min, l'absorbance est lue à 492 nm contre un blanc réactif. Les résultats sont exprimés en g/l.

Comme cette méthodes nécessite une courbe d'étalonnage, nous avons préparés une solution mère de glucose de 100mg/l à partir de laquelle des solutions filles de concentration connue : 80 mg/l, 60 mg/l, 40mg/l ,20 mg /l ,10 mg/l sont préparés par dilution (**Avella Vasquez, 2010**)..

4. Analyses statistiques :

Les calculs des moyennes ont été effectués en utilisant Exel 2007. Le traitement des résultats obtenus concernant les protéines et les glucides a été réalisé par le test student en utilisant le logiciel SPSS 20. De même pour la matrice de corrélation.

Résultats et discussion

1. Les paramètres physico-chimiques :

1.1. Le pH :

La figure(25) montre que les valeurs du pH des eaux dans la STEP de Sidi Merouane varient entre 6,65 et 7 au moi du novembre, décembre, et janvier et entre 7,58 et 7,93 au moi du janvier et février, Ainsi, les valeurs de pH enregistrés durant les 5 mois d'étude des eaux à l'entrée sont légèrement supérieur à ceux enregistré à la sortie de la STEP.

Ces valeurs gravitent autour de la neutralité avec une tendance ver l'alcalinité tout en respectant les normes de rejet délimitée en 6.5et 8.5 (**jora, 1993**). Ces résultats sont conformes à ceux de **Franck (2002)** et **Sevrine et al, 1995**.

Ces valeurs, aussi ; coirades d'après **Goujois, (1995)**, avec de pH normal de l'eau de mer et des eaux douces en zones calmes. Elles favorisent la prolifération des micro-organismes qui établissent un équilibre biologique, permettant la dégradation des matières organique (**Radoux, 1995**). ceci conduit à la décantation des eaux usées (**sevrine et al, 1995**).

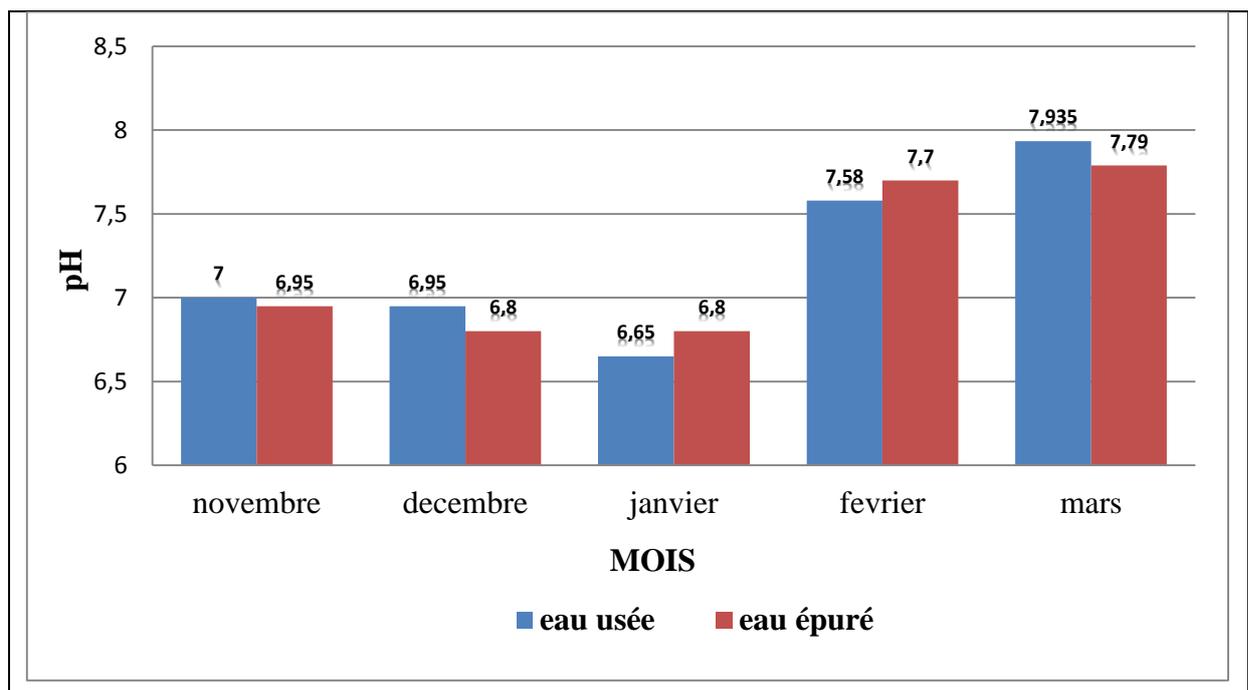


Figure 25 : Evolution de pH dans les eaux usées et les eaux épurés (STEP S.M).

1.2. Température:

La figure 25 montre les valeurs de la température dans les eaux usées et les eaux épurées dans la STEP de sidi merouane. D'après les résultats obtenus, les valeurs de la température des eaux à l'entée et à la sortie sont très proches.

Résultats et Discussion

En générale, elles se situent dans un intervalle qu'va d'un minimum de 11,5°C au mois de janvier à un max de 19.85°C au mois de novembre dans les eaux usées et entre 10°C et 19,65°C dans les eaux épurés.

Ces résultats sont similaires à ceux trouvés dans la STEP de la ville de Guelma selon l'étude de **Boucherit et al, (2002)**. Ces derniers ont enregistré des valeurs de température qui varient de 11°C à 17°C dans les eaux usées et 12°C à 16°C dans les eaux épurées .

Selon **Radoux (1995)**, et **Jora(1993)**, la température normale des eaux usées varie généralement entre 10°C et 25°C ce qui rend nos résultats acceptables et conformes aux normes.

En outré, d'après **Martin (1979)**, au niveau des stations d'épuration, la température des eaux usées influe sur l'efficacité de traitement par exemple, la décantation est plus efficace à température élevés.

En plus, les processus épuratoires se réalisent en anaérobie sont plus fortement influencés par les variations de température que le processus se réalisent en aérobie (**Radoux, 1995**).

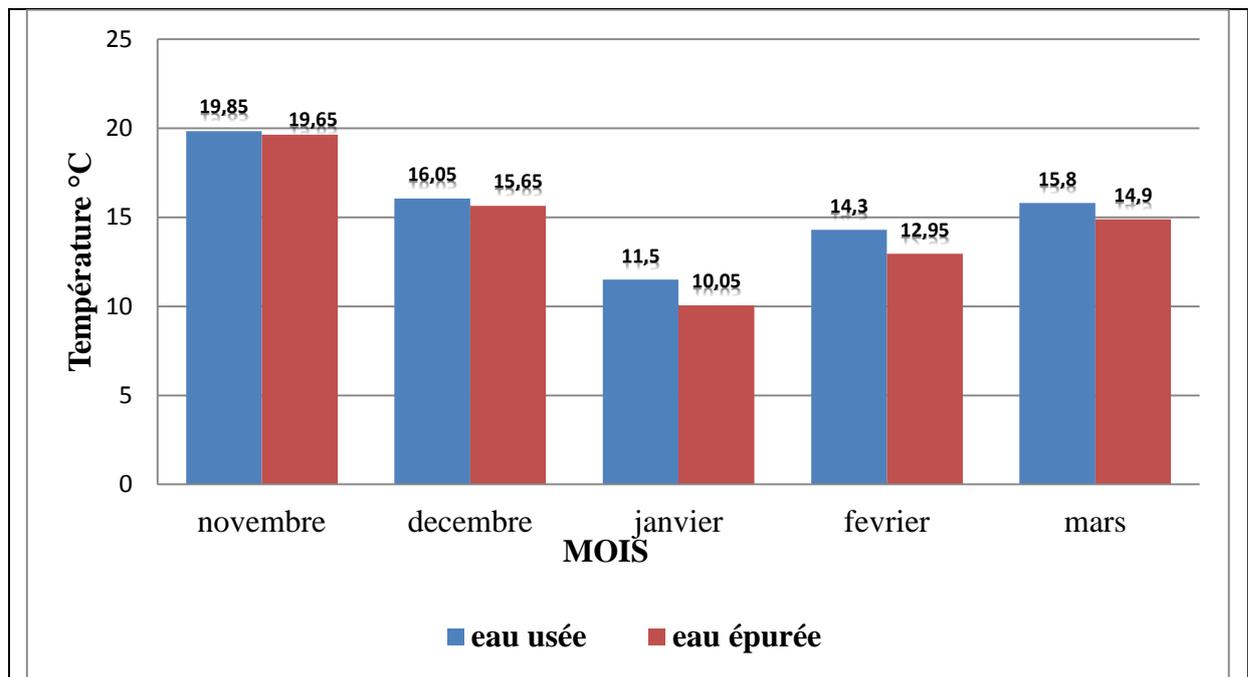


Figure26 : Evolution de la température dans les eaux usées et les eaux épurées (STEP S.M)

1.3. La conductivité électrique :

La figure 26 montre les valeurs de la conductivité dans les eaux usées et les eaux épurées dans la STEP de sidi Merouane.

Résultats et Discussion

Les valeurs de la conductivité électrique maximale qui a été enregistrée dans les eaux brutes est celle mesurée le mois de janvier qui est de 2346 $\mu\text{s}/\text{cm}$. Alors que la valeur minimale était mesurée le mois de novembre étant 2002 $\mu\text{s}/\text{cm}$.

Dans les eaux épurées, la conductivité électrique maximale était enregistrée le mois de janvier qu'ont égale à 2312,5 $\mu\text{s}/\text{cm}$ alors que la valeur minimale était mesurée le mois de mars était 1818 $\mu\text{s}/\text{cm}$. La conductivité augmente avec la quantité de sel dissous et est fonction de la température (**Gumella, Guerree, 1983**). Ces résultats sont relativement différente à ceux obtenues par (**Boucherit et al, 2009**) l'étude réalisées dans la STEP de Guelma qui enregistré la valeur de CE 2400 $\mu\text{s}/\text{cm}$ à 3300 $\mu\text{s}/\text{cm}$, entre janvier et mars.

En générale, cette variation peut être expliquée par la sédimentation des sels minéraux dans le clarificateur qui sont concentrés dans les boues. La mesure de ce paramètre constitue une bonne appréciation du degré de minéralisation d'une eau où chaque ion agit par sa concentration et sa conductivité spécifique (**Rejseke, 2002**).

Notre résultats dépassent 1000 $\mu\text{s}/\text{cm}$, ce qui signifie que la minéralisation des eaux est significative. D'une manière générale, la diminution de la conductivité électrique dans les périodes pluviales peut être attribuée à un phénomène de dilution (**Mehennaoui, 1998**).

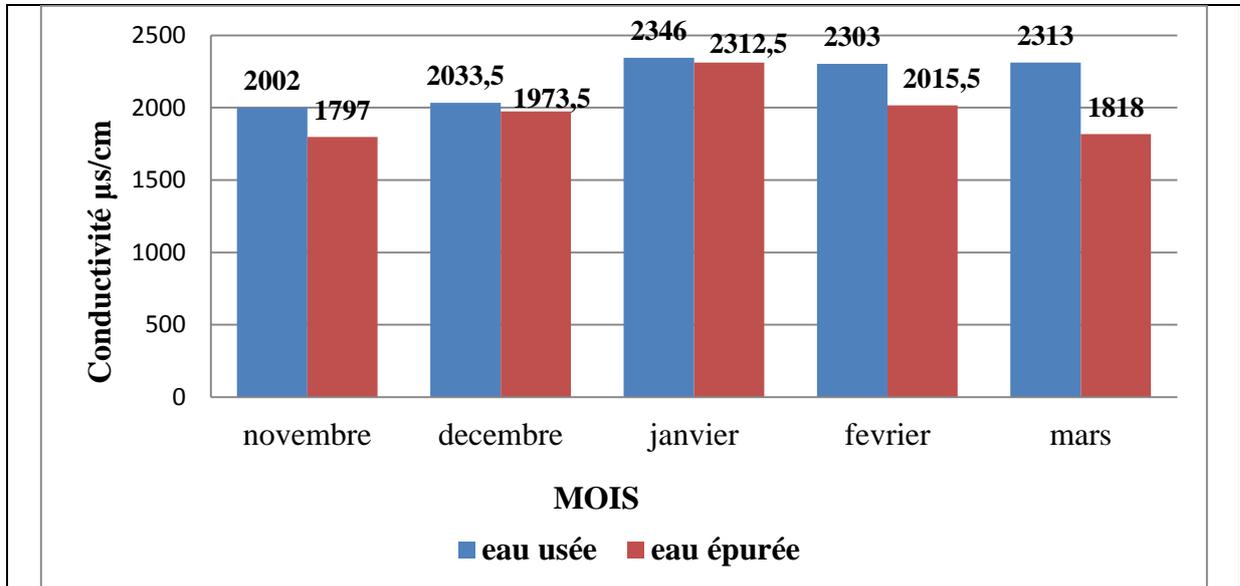


Figure 27: Evolution de la conductivité dans les eaux usées et les eaux épurées (STEP S.M)

1.4. Les matières en suspension(MES) :

Les variations de la concentration des matières en suspension (MES) à l'entrée et à la sortie de la STEP sont représentées dans la figure 27.

Résultats et Discussion

Les valeurs les plus élevées ont été mesurées dans les eaux brutes. Varient entre 471mg/l et 300,5mg/l, alors que les valeurs les plus basses sont comprises entre 33,2mg/l et 13,5 mg/l est enregistrée dans l'eau épurée. Selon ces résultats, le processus d'épuration dans la station de Sidi Merouane permet d'éliminer entre 88,95% et 95,87% des matières en suspension dans les eaux, les valeurs observés ne dépasse pas les normes des OMS appliqué en Algérie (30 mg /l).

Ces résultats sont conformes **Rassam et al, (2012)** qu'ont étudiés la qualité des eaux usées dans la STEP d'Oujda au Maroc. Dans cette dernière, la teneur en MES ne dépassait pas 20 μ s/cm dans les eaux épurées.

Nos résultats révèlent aussi, des valeurs très élevés de MES durant le mois de janvier et février, donc durant la période pluviale. Ceci indique que les eaux usées étaient très chargées en matière minérale à savoir le sable ,limon et argile et du au fait que cette STEP est dimensionnée pour recevoir un volume très important d'eau usées.

Sachant que les matières en suspension représentent l'ensemble des particules minérales et organiques insoluble flottants ou en suspensions ou contenus dans les eaux usées (**Gornaz et al ,2004**), et vu le rendement élevée enregistrés on peut dire qu'une grande partie des MES est une matière biodégradable à la quelle est adsorbés le plus souvent les micro-organismes (**Baumont et al ,2005**)

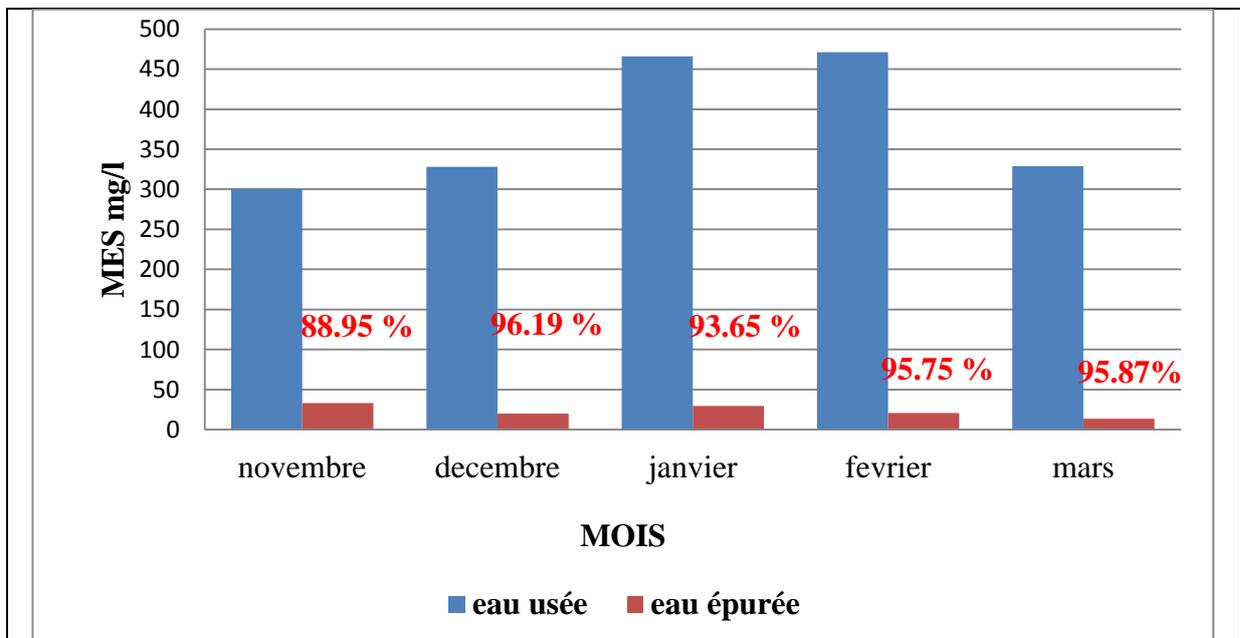


Figure 28: Evolution de la teneur en MES dans les eaux usées et les eaux épurées (STEP S.M)

1.5. L'ortho phosphate (P-PO₄³⁻) :

La figure 28 montre l'évolution de la teneur en P-PO₄³⁻ dans les eaux usées et les eaux épurées dans la STEP DE Sidi Merouane

En fait concernant ce paramètre , les résultats enregistrés dans les eaux usées varient de 1,075 mg/l à 2,69 mg/l exception fait pour le mois de Mars où la teneur en P-PO₄³⁻ dépassent 16 mg/l .A la sortie les valeurs mesurés varient entre 0.215 mg/l et 1.9 mg/l par conséquent, le rendement de l'épuration est moyen durant les mois de novembre, décembre et janvier et important durant le mois de février et mars d'une manière générale les teneures en ortho phosphates ne dépassent pas les normes Algériennes et internationales des rejets (inférieures à 2 mg/l).

L'origine de phosphore dans les eaux usées domestique est déduite de la connaissance des sources de phosphore naturel et de son utilisation (Villebrun, 1989).

Le phosphore provient du métabolisme humain (30 à 50%) (Dernat et al ,1994),et les rejets de détergents qui sont à l'origine de 50 à 70 % du phosphore. Il est transformé en poly phosphate et ortho phosphates par les micro-organismes (OMS 1989).

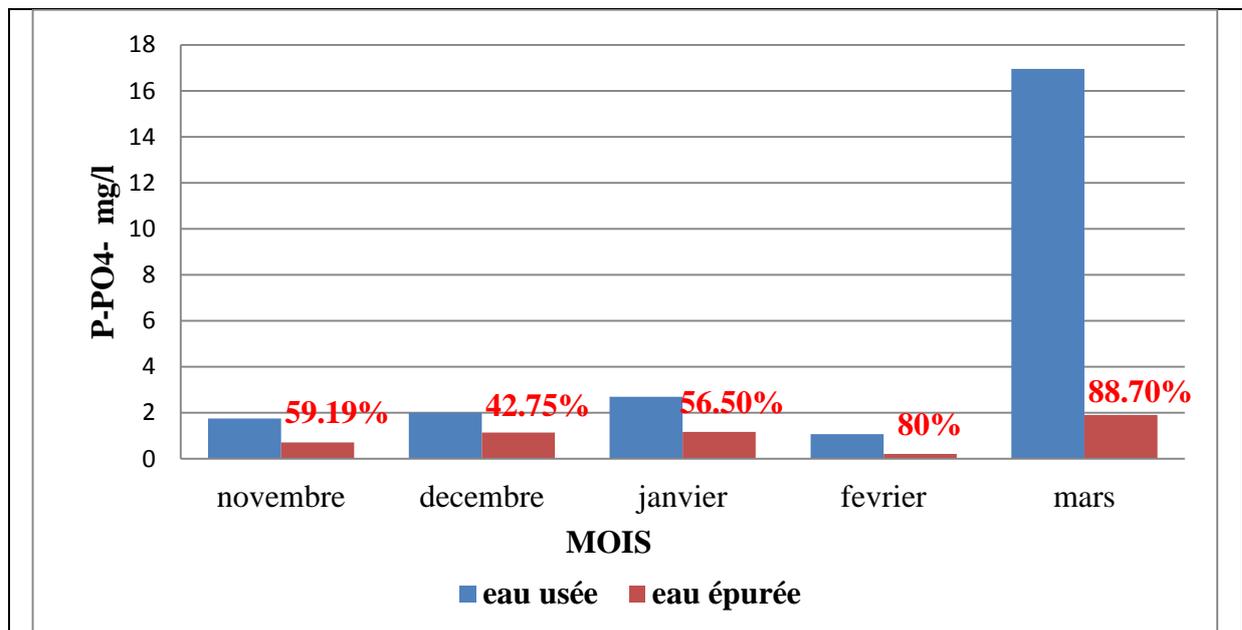


Figure 29: Evolution du la teneur en P-PO₄³⁻ dans les eaux usées et les eaux épurées (STEP S.M).

1.6. Nitrites (NO₂⁻) :

La figure 29 montre l'évolution de la teneur en nitrites dans les eaux usées et les eaux épurées dans la STEP Sidi Meroune .

Résultats et Discussion

Les résultats obtenus montrent que la teneur en nitrites diminue après le traitement des eaux durant les 5 mois de l'étude. Elle varie entre 0,585mg/l 10,8 mg/l dans les eaux usées et entre 0.105 mg/l et 1.35 mg/l dans les eaux épurées.

Ce qui donne des valeurs de rendement entre 82,05% et 94,66%. Ces résultats indiquent que la boue activée dégrade efficacement les ions. Car une eau contenant des nitrites est considérée comme suspecte. La présence de ces ions est souvent liée à détérioration à la qualité microbiologique (Rejesk, 2002).

Il faut noter que les nitrites constituent un poison dangereux pour les organismes aquatiques, même à très faibles concentrations leur toxicité augmente avec la température (Sevrin, 1995).

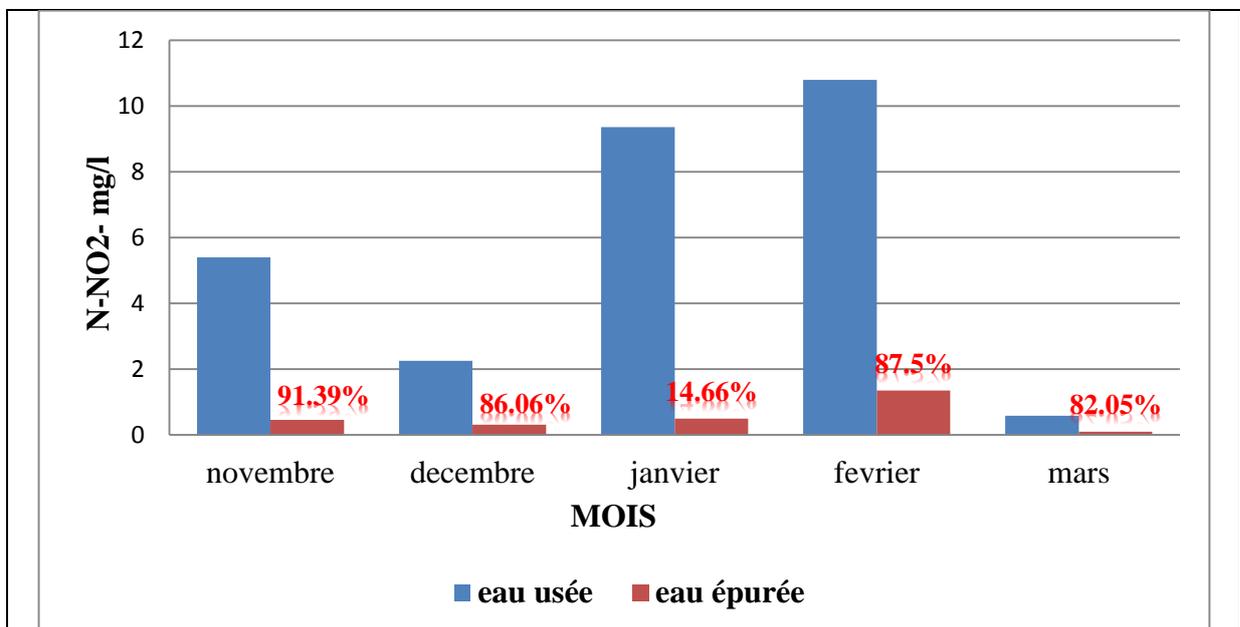


Figure30 : Evolution de la teneur en NO_2^- dans les eaux usées et les eaux épurées (STEP S.M)

1.7. Nitrates (NO_3^-):

La figure 30 montre l'évolution de la teneur en nitrate dans les eaux usées et les eaux épurées dans la STEP Sidi Merouane.

Les résultats obtenus montrent que la concentration des nitrites diminue après traitement des eaux durant les 5 mois de l'étude.

Dans les eaux usées les valeurs sont comprises entre 1.65 mg/l et 17.5 mg/l. Alors que dans les eaux épurées, les concentrations varient de 1 mg/l à 5.5 mg/l.

Résultats et Discussion

Les calculs de rendement permet de constater deux périodes : une à rendement moyenne entre 39-84% durant les mois de novembre, décembre et janvier et l'autre à rendement important de 68,57 à 93.33% durant le mois février et mars .

Ces résultats sont similaires à ceux dans la SEEP d'Aine el Houtz de la ville de Tlemcen (**Baha et Bznssari, 2014**) où les teneurs en nitrates varient de 0,3mg/ à 12,4mg/l. dans les eaux usées et de 0,3mg/l à 9mg/l dans les eaux épurée.

D'une part a le faible teneur en nitrate au niveau des eaux brutes est due probablement au fait que les eaux entrant à la STEP sont principalement domestique et dans lesquelles l'azote est essentiellement d'origine humaine (**Medpol ,2004**).

D'autre part, les concentrations en nitrates sont comparables à ceux trouvés dans les eaux naturelles où les valeurs sont comprises entre 1 et 10 mg/l (**Medpol ,2004**).

Les nitrates constituent le stade finale de l'oxydation de l'azote et représente la formes d'azotes au degré d'oxydation le plus élevé. Ils sont le résultat direct de l'oxydation de l'ammoniac en passant par les nitrites (**Medpol ,2004**).

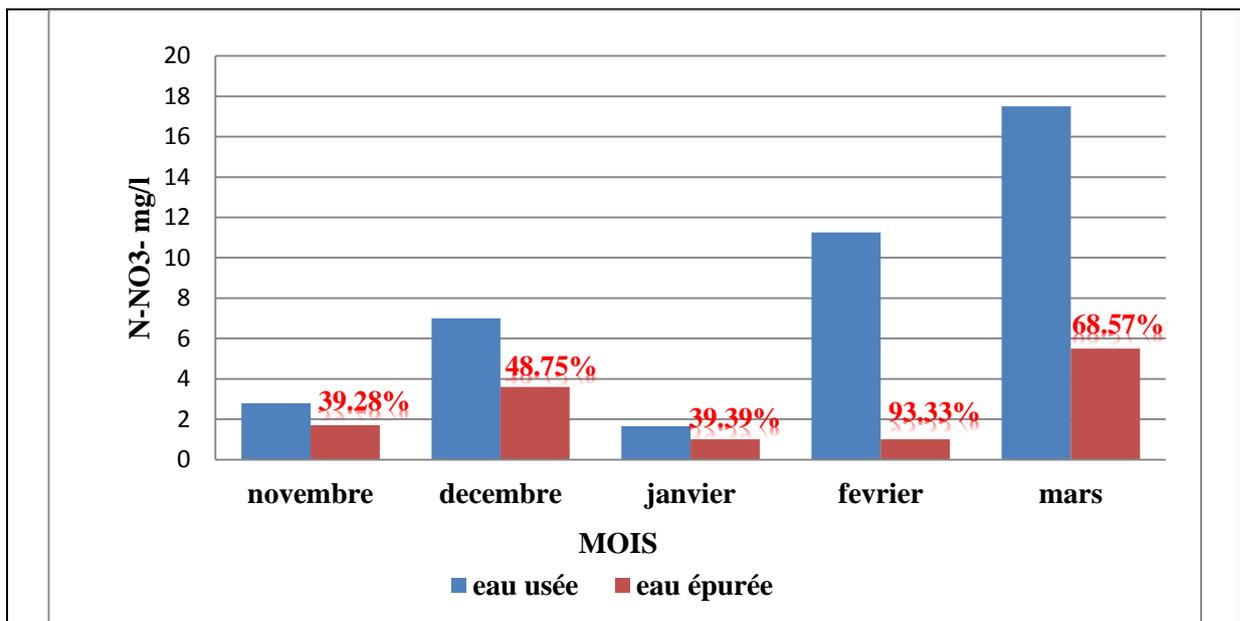


Figure31 : Evolution de la teneur en NO_3^- dans les eaux usées et les eaux épurées (STEP S.M)

1.8. L'azote ammoniacal (N-NH_3^+) :

La figure 31 montre l'évolution des concentrations de NH_3^+ dans les eaux usées et les eaux épurées dans la STEP DE Sidi Merouane. Au niveau de la STEP DE Sidi Merouane, les résultats obtenus permettent de constater que les teneurs en azotes ammoniacal diminuent de l'entrée vers la sortie durant les 5 mois de l'étude.

Résultats et Discussion

Néanmoins, le rendement de l'épuration vis-à-vis de ce paramètre est très variable allant de 34.89% seulement au mois de janvier et arrivent à 91.62% au mois de mars.

La baisse des teneurs en ammonium observées est due au processus de l'épuration biologique par la boue activée. Cette baisse est le résultat de la nitrification auto trophique qui fait appel à des bactéries nitrifiantes telles que nitrobacter (**Baha et benssari, 2014**)

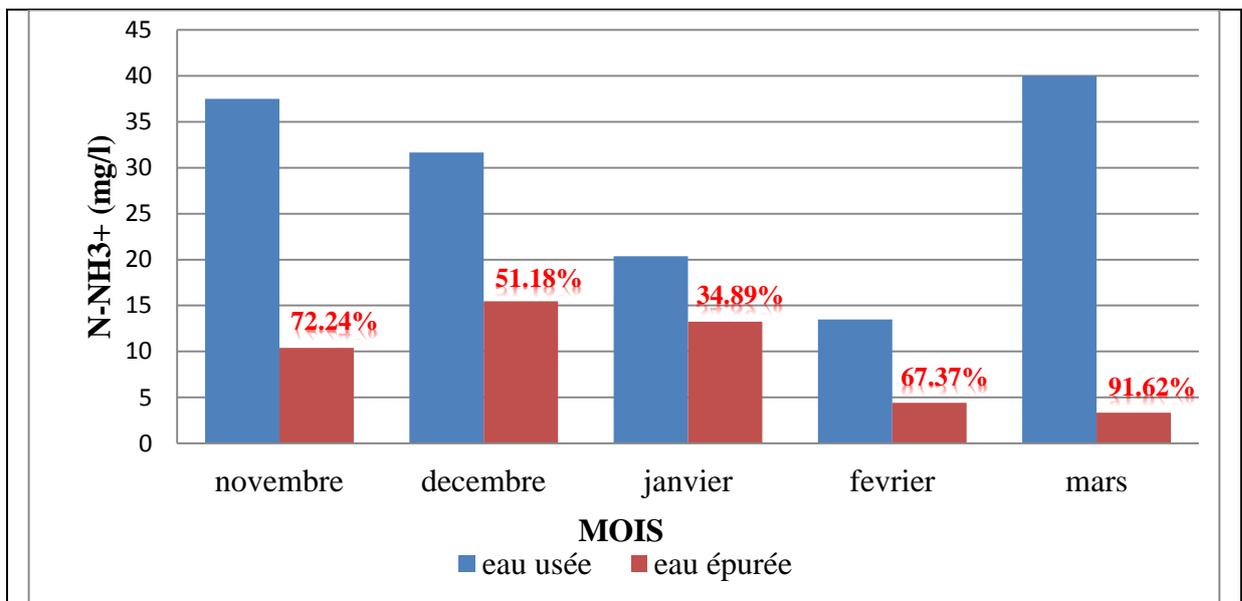


Figure 32: Evaluation des concentrations de NH_3^+ des eaux brute et épurées (STEP S M).

1.9. NT :

La figure 32 montre l'évolution des concentrations de l'azote totale dans les eaux usées et les eaux épurées dans la STEP de Sidi Merouane.

D'après les résultats obtenus, les concentrations de l'azote total diminuent de l'entrée de la STEP vers la sortie durant les 5 mois de l'étude.

Les valeurs enregistrées dans les eaux brutes varient de 61,5 mg/l à 131 mg/l. Alors celles mesurée dans les eaux épurées varient entre 7,2 mg/l et 28.3 mg/l. Ainsi le rendement de l'épuration vis-à-vis l'azote total varie 66,5% à 94,5%.

Dans les eaux usées, l'azote est essentiellement présent sous forme organique et ammoniacale. Outre l'assimilation de l'azote par les bactéries qui n'agit que faiblement sur sa réduction l'abattement de l'azote se réalise en deux phases successives :

*Nitrification : en milieu oxygéné ;

La nitrification s'effectue en deux étapes: la nitratation puis la nitrification.

Résultats et Discussion

Nitritation $\text{NH}_4^+ + \frac{3}{4} (\text{O}_2) \rightarrow 2\text{H}^+ + \text{H}_2\text{O} + \text{NO}_2^-$ (oxydation des ions ammonium en nitrites) ;

Nitratation : $\text{NO}_2^- + \frac{1}{2} \text{O}_2 \rightarrow \text{NO}_3^-$ (oxydation des nitrites en nitrates) ;

*Dénitrification : en milieu pauvre en oxygène. (Degrémont, 2001).

La dénitrification conduit à l'élimination totale de l'azote qui est une réduction des nitrites et nitrates en azote gazeux qui se dégage dans l'atmosphère, selon la réaction suivante :

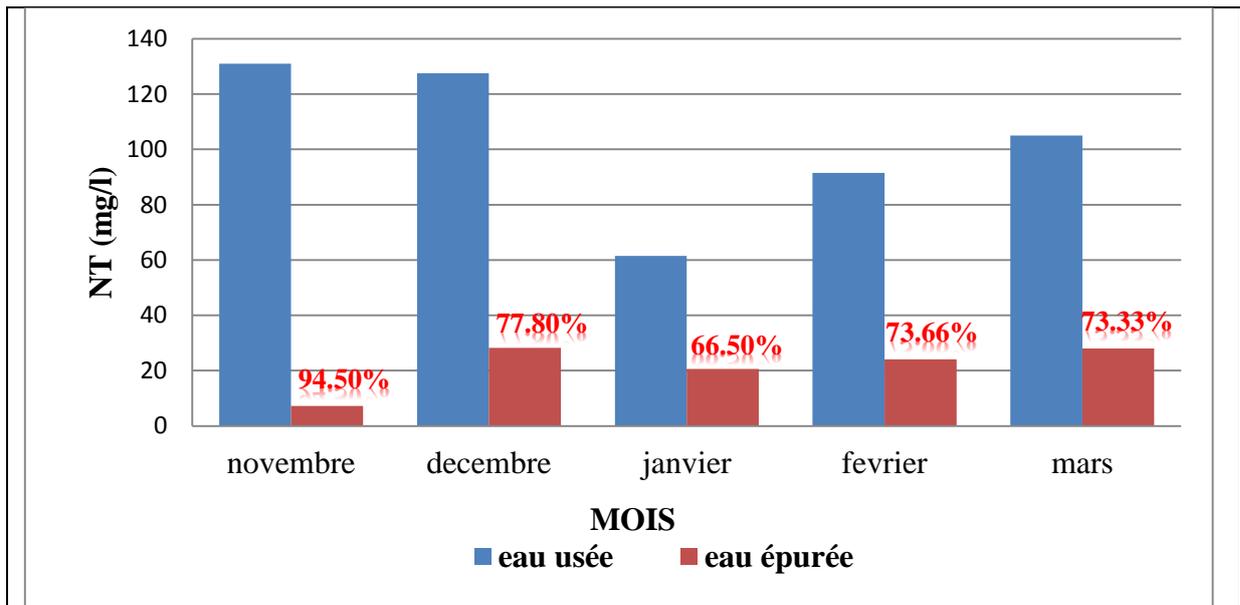
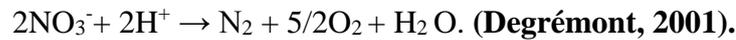


Figure 33: Evolution des concentrations de l'azote Total dans l'eau brute et épurées (STEP S.M)

1.10. DBO₅ :

La figure 33 montre l'évolution de la DBO₅ dans les eaux usées et les eaux épurées dans la STEP de Sidi Merouane.

. Dans les eaux brutes la DBO₅ décroît progressivement de novembre à février avec des valeurs minimales et maximales de 84,5 mg/l et 388 mg/l. Dans les eaux épurées, la DBO₅ est variable ; la valeur minimale était enregistrée au mois de février alors que la valeur maximale était mesurée au mois de novembre étant 388 mg/l. Ces résultats permettent de dire qu'après épuration la DBO₅ diminue d'un taux varie de 51,58% à 89,18%.

Ces résultats sont conformes à ceux obtenus dans l'étude réalisée au niveau de la STEP de d'ain el houtz de la ville de Tlemcen, La valeur moyenne de la charge polluante reçue par la station varie entre 157 mg/l et 460 mg/l (Bliefert, 2004). Les variations des concentrations en DBO₅ de l'eau brute s'expliquent par la nature des eaux résiduaires.

Cependant, on constate que le maximum de pollution organique biodégradable est éliminé par la station. Les effluents traités s'appauvrissent, ils montrent des teneurs en DBO₅ entre 4.9 mg/l et 79.4 mg/l, ce qui correspond à un taux d'abattement moyen de 91.71%, cette performance de la station est liée à une optimisation des réglages d'exploitation.

Il faut noter que la DBO₅ est un paramètre chimique qui indique la quantité de matière organiques présentes dans les eaux usées (**xanthoulis, 1993**). Par conséquent, la chute de la DBO₅ dans la STEP de Sidi Merouane est due à la biodégradation et à la minéralisation de la matière organique contenue dans les effluents. Ceci est dû au développement des micro-organismes favorisé par le temps de séjour suffisant dans le bassin d'aération d'une part et à l'âge de la boue et le type d'aération d'autre part (prolongé et discontinu).

1.11. La DCO :

La figure 34 montre l'évolution de la DCO dans les eaux usées et les eaux épurées dans la STEP de Sidi Merouane.

La demande chimique en oxygène (DCO) est une indication sur les quantités de substances organiques chimiquement oxydables présentes dans l'eau (**Bliefert, 2004**).

Ainsi, la concentration maximale de DCO enregistrée à l'entrée de la STEP est de l'ordre de 780 mg/l au mois de décembre alors que la concentration minimale a été mesurée au mois de mars (227 mg/l).

À la sortie de la STEP les valeurs de la DCO varient de 21,4 mg/l à 78,4 mg/l ces valeurs montrent aussi que la DCO diminue considérablement avec un taux allant de 89,20% à 90,75% après traitement et ne dépassent pas les normes de l'OMS fixées à 90 mg/l dans les épurées. (**Bliefert, 2004**)

Cette baisse est due probablement par le bon développement des boues biologiques qui assure la dégradation de la matière organique ainsi que la fiabilité du clarificateur qui permet une décantation satisfaisante des boues activées.

Résultats et Discussion

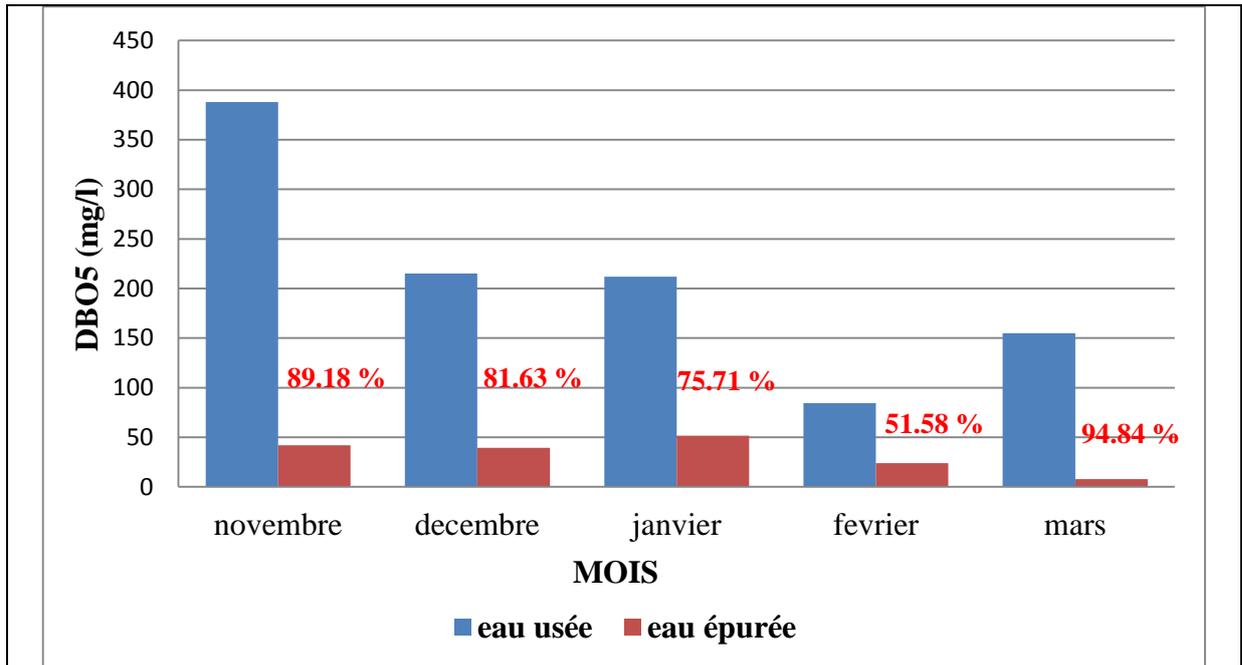


Figure 34: Evolution de la DBO₅ de dans les eaux usées et les eaux épurées (STEP S M).

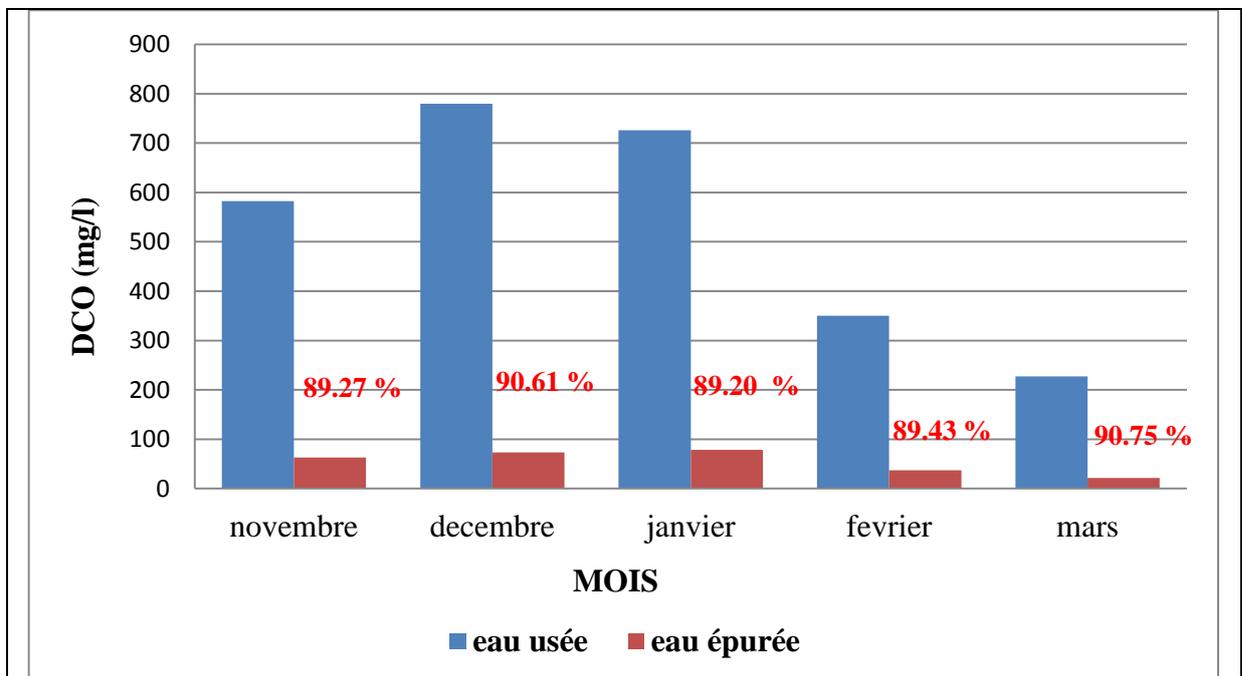


Figure 35: Evolution de la DCO dans les eaux usées et les eaux épurées (STEP S M).

Résultats et Discussion

Le rapport DCO/DBO₅:

Les valeurs de rapport DCO/DBO₅ pour les 5 mois de l'étude les résultats sont récapitulés dans le tableau.

Il est à noter que le rapport DCO/DBO₅ renseigne sur la biodégradabilité de la matière organique. Il est très variable mais permet d'adapter le traitement de l'eau par voie biologique.

Un rapport DCO/DBO₅ supérieur à 5 indique que sont des eaux toxiques et non traitables biologiquement. (Radoux, 1995).

Tableau 8 : Estimation de la biodégradabilité dans les eaux brut et les eaux épurée (STEP SM).

rapport MOIS	Echantillon	Rapport DCO/DBO	Biodégradabilité
Novembre	Eau brut	1,5	Moyenne
	Eau épuré	1,49	Bonne
Décembre	Eau brut	3,62	Faible
	Eau épuré	1,85	Moyenne
Janvier	Eau brut	3,42	Faible
	Eau épuré	1,52	Moyenne
Février	Eau brut	4,15	Faible
	Eau épuré	1,54	Moyenne
Mars	Eau brut	1,46	Moyenne
	Eau épuré	8	Faible

2. Les paramètres biochimiques :

2.1. Les protéines :

D'après **Gumella et Guree (1983)**, les matières organiques comme les protéines, les lipides et les lipides sont susceptibles d'être mise en évidence dans les eaux usées.

Ainsi, les résultats obtenus et présentés dans la figure obtenus montrent des concentrations qui varient de 0,401 mg/l à 0,755mg/l dans les eaux brutes. Alors que les concentrations enregistrées dans les eaux épurées varient de 0.022mg/l à 0.401mg/l.

Ceci révèle une diminution durant la période d'études. Néanmoins cette baisse dans la teneur en protéines est significative ($p < 0,05$) au mois de décembre, janvier et mars et non significative ($p > 0,05$) au mois de novembre et février.

Ces résultats montrent que les protéines n'étaient pas dégradées par la boue activée durant les mois de novembre et février, exception faite pour le taux des protéines qui a diminué significativement dans les mois de décembre, janvier et mars.

Selon Degrement (2005) la nature des composés organiques qui constituent la pollution et les conditions du milieu (pH, la température, oxygène dissous) influent sur la nature des germes dominants. Un rejet riche en matière protéiques, favorise le développement des germes (*Alcaligenes*, *Bacillus* ou *Flavobacterium*), tandis qu'une eau résiduaires riche en glucides ou en hydrocarbures conduit à la prédominance du germe *Pseudomonas*. ainsi, notre hypothèse suggère que les caractéristiques physico-chimiques de l'eau brute ont défavorisé le développement des bactéries responsable de la dégradation des protéines et des glucides.

2.2. Les glucides :

Les concentrations des glucides mesurées dans les eaux brutes et les eaux épurées pendant cinq mois sont présentées dans la figure. La concentration maximale des glucides des eaux brutes était enregistrée le mois de novembre (5,083 mg/l) alors que la concentration minimale était enregistrée le mois de février (1,593mg/l). De même, dans les eaux épurées la concentration maximale des glucides était enregistré le mois de janvier 2,23mg/l alors que la concentration minimale était enregistré le mois de février 0,568mg/l.

Statistiquement la diminution dans la teneur en glucides est non significative ($p > 0,05$) durant les cinq mois de l'étude.

Ces résultats montrent que les glucides n'étaient pas dégradés par la boue activée durant les cinq mois de l'étude.

Résultats et Discussion

Selon **Gumella et Guree (1983)**. Les matières organiques comme les protéines, les et les lipides sont susceptible d'être mise en évidence dans les eaux usées.

La dégradation des matières organique, en particulier les glucides, est assurée par les microorganismes :

- Soit par métabolisme aérobie où les microorganismes sont capables de transformer la matière organique dissoute en matière minérale (nutriment et gaz) (**Khattabi, 2002**).

Cette dégradation est assurée par une oxydation biochimique, la décomposition de l'ensemble des matières organiques protéiques, lipidique et glucidique est le résultat du développement des microorganismes essentiellement hétérotrophe. Cette oxydation produit le CO_2 et H_2O (**Metahri, 2011**).

- Soit par métabolisme anaérobie. Dans ce cas les bactéries utilisent l'oxygène des nitrates (NO_3^-) et des sulfates (SO_4^{2-}) pour dégrader la matière organique. Les produits sont des hydrogènes sulfureux (H_2S), méthane (CH_4), des acides (**Metahri, 2011**).

La boue activée est organisée comme une chaîne alimentaire, les bactéries étant la place des producteurs multipliant de manière proportionnelle à la charge organique. Les bactéries minéralisent la matière organique alors que les autres organismes favorisent leur élimination. Les protozoaires se nourrissent de bactérie et de matière organique (**Metahri, 2011**).

Ce type de métabolisme permet le développement des microorganismes méthanogènes (produisent le méthane) qui peuvent tolérer des concentrations assez faibles en oxygène et assurent la minéralisation de la matière organique (**Khattabi, 2002**).

La digestion anaérobie se décompose en quatre grandes phases qui font chacune intervenir des microorganismes : l'hydrolyse, l'acidogène, l'acétogénèse et la méthanogène (**Moletta, 2008**). Cette étape permet l'hydrolyse de molécules de haut poids moléculaire de type polysaccharide, lipide, protéine ou acide nucléique, en monomères comme le glucose, les acides gras, les acides aminés et les bases azotées. Les bactéries impliquées dans cette étape forment un ensemble phylogénétiquement hétérogène. Elles ont un métabolisme anaérobie strict ou facultatif et sont mésophiles ou thermophiles.

Résultats et Discussion

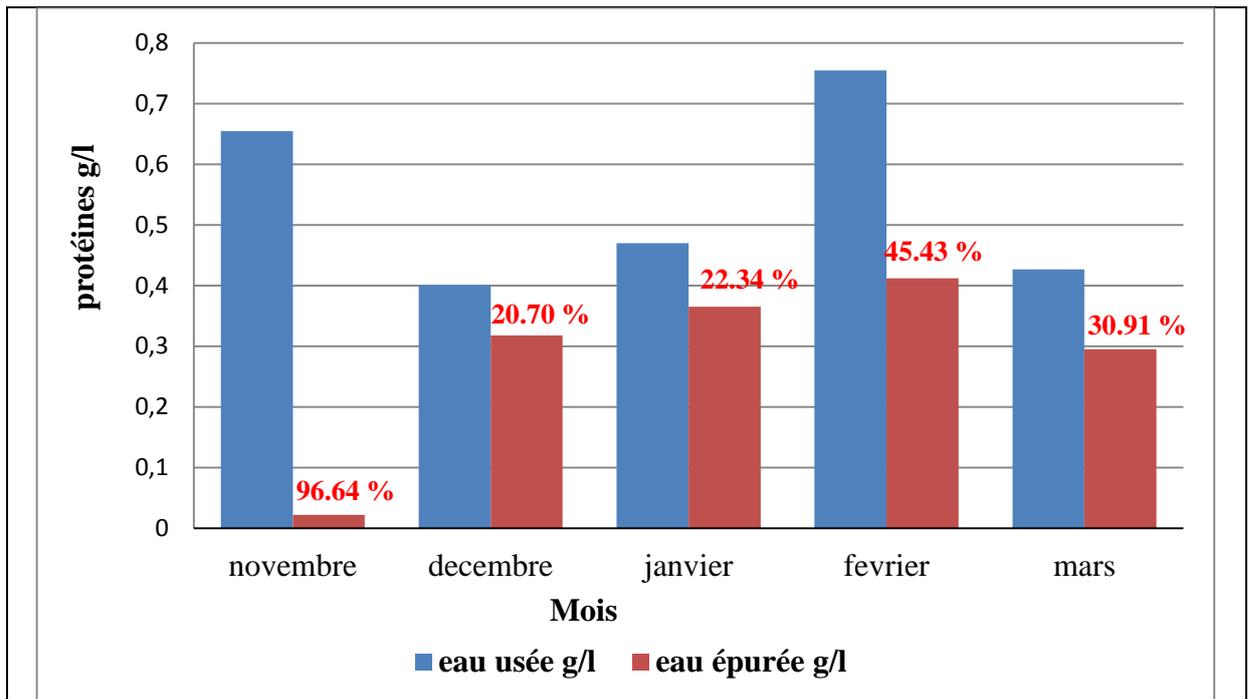


Figure 36: Evolution des protéines dans les eaux usées et les eaux épurées.

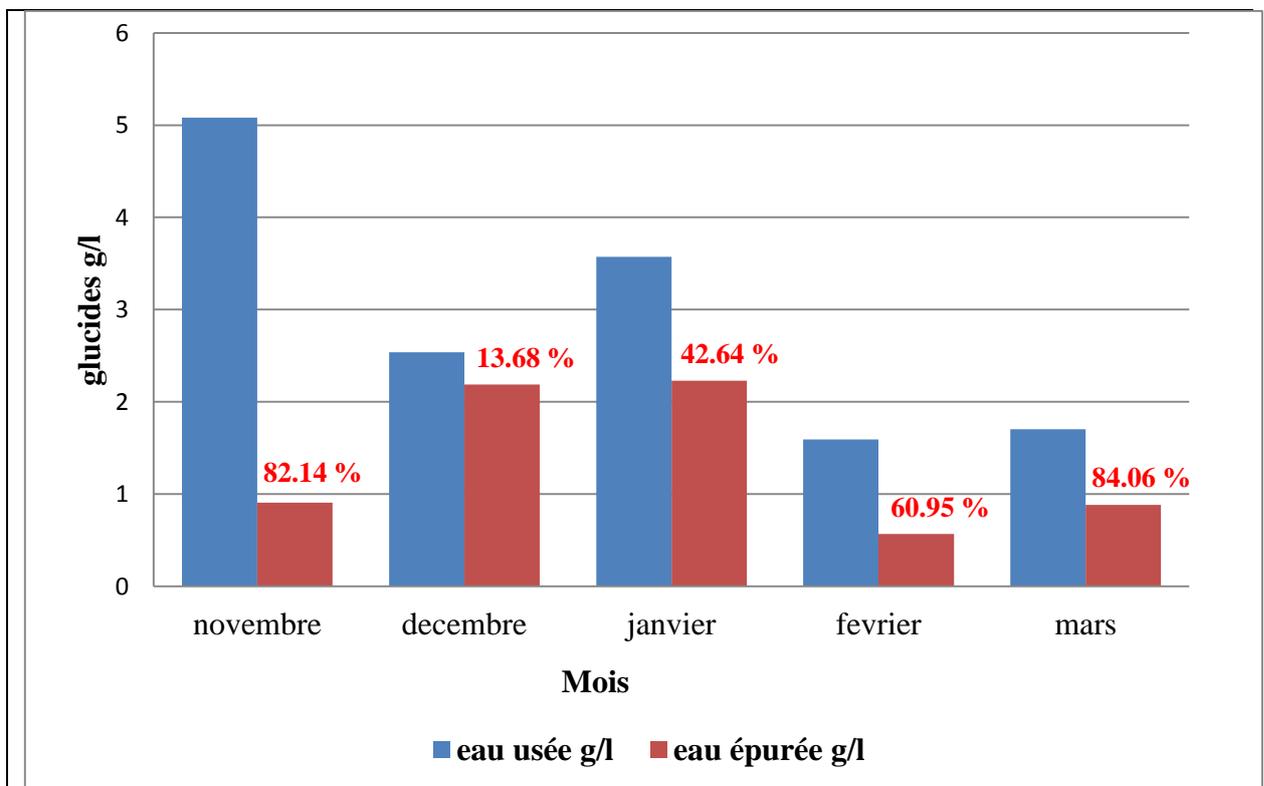


Figure 37 : Evolution des glucides dans les eaux usées et les eaux épurées.

3. La corrélation :

La matrice de corrélation, les coefficients de corrélation et le test de significativité permettent de déduire les relations suivantes :

Tableau 9: matrice de corrélation entre les paramètres physico chimique et biochimique.

Paramètres	Glucides	Protéines
Température	0.326*	-0.250
PH	-0.462*	0.160
MES	0.437**	0.655**
DCO	0.623**	0.486**
DBO5	0.777**	0.456**
NO ₃ -	-0.156	0.233
NO ₂ -	0.378*	0.690**
NH ₃ ⁺	0.573**	0.344*
NT	0.531**	0.632**
PO ₄ -	-0.18	0.054
Conductivité	0.219	0.410**

➤ Glucides :

- Une faible corrélation positive non significative entre la concentration des glucides et la conductivité.
- Une faible corrélation négative non significative entre la concentration des glucides et la teneur en ortho phosphate et en Nitrate NO₃- .
- Une faible corrélation positive significative entre la concentration des glucides et la teneur en MES, Nitrite (NO₂-) et la température.
- Une faible corrélation négative significative entre la concentration des glucides et le PH.
- Une forte corrélation positive hautement significative entre la concentration des glucides et la DCO, la DBO₅, teneur en NH₃⁺ en azote totale .

➤ Protéines :

Concernant les concentrations des protéines, il existe :

- Une faible corrélation positive non significative entre la concentration de protéines et le pH, la teneur en nitrate (NO_3^-) et en orthophosphate (P-PO_4^-).
- Une faible corrélation négative significative entre la concentration des protéines et la température.
- Faible corrélation positive significative entre la concentration des protéines et la teneur en NH_3^+ .
- Une faible corrélation positive hautement significative entre la concentration des protéines et la DCO, la DBO et la conductivité.
- Une forte corrélation positive hautement significative entre la concentration des protéines et la teneur en nitrite NO_2^- , Azote totale NT et en MES.

Les paramètres physiques sont responsables de la pollution primaire des eaux et regroupent essentiellement les matières en suspension, la conductivité, le pH et la température. (**Radoux ,1995**).

Les matières organiques en grande partie biodégradables sont témoins de la pollution secondaire des eaux usées. L'évaluation de la charge organique repose sur la détermination de la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder la matière organique. Cette quantification se fait de deux manières par la détermination de :

- la demande chimique en oxygène (DCO) ;
- la demande biochimique en oxygène (DBO) (**Benfoh, 2000**).

Selon **Degrement (2005)** la nature des composés organiques qui constituent la pollution et les conditions du milieu (pH, la température, oxygène dissous) influent sur la nature des germes dominants. Un rejet riche en matière protéiques, favorise le développement des germes (*Alcaligenes, Bacillus* ou *Flavobacterium*), tandis qu'une eau résiduaires riche en glucides ou en hydrocarbures conduit à la prédominance du germe *Pseudomons*. ainsi, notre hypothèse suggère que les caractéristiques physico-chimiques de l'eau brute ont défavorisé le développement des bactéries responsable de la dégradation des protéines et des glucides.

La corrélation entre la concentration des protéines et la teneur en nitrite, azote totale et en MES probablement liée au fait que les microorganisme transfert la pollution organique biodégradable en composé inorganique (**Bioma agro, 2006**) et la pollution azoté est contenue dans les protéines et les urées (**Pasquini, 2013**).

conclusion

The word "conclusion" is rendered in a bold, black, sans-serif typeface. Each letter is outlined with a thin, vibrant blue border. The text is set against a plain white background and is accompanied by a soft, grey, horizontal shadow that extends to the right, giving the impression of the letters floating slightly above the surface.

CONCLUSION

Conclusion :

La réutilisation des eaux résiduaires après leur épuration à des fins domestiques, agricoles ou industrielles est devenue l'une des solutions qui peut répondre aux problèmes de pénurie de l'eau dans le monde, et les besoins croissants en cette matière.

A la lumière des résultats obtenus au niveau de la STEP de Sidi Merouane à savoir paramètres physico-chimiques et biochimiques. Nous constatons que les eaux usées provenant des villes de Mila, Grarem, Anouch Ali, Sibari 1et 2, sont fortement polluées vue les valeurs élevés des MES, DCO et DBO5.

Ainsi au cours de cette étude, les résultats montrent que les concentrations en éléments minéraux (nitrates, nitrites, ammonium, phosphates) sont souvent élevées, ce qui se traduit donc par une pollution chimique maximale. Cette eau usée présente une température moyenne et un pH qui gravite autour de la neutralité avec une tendance vers l'alcalinité. Le traitement de ces eaux par boue activée permet l'élimination de la majorité des polluants avec un taux d'abattement égal à 91.17% Pour la DBO5, jusqu'à 90,75% de la DCO et entre 88,95% et 95,87% pour les MES. Néanmoins, l'étude des paramètres biochimiques a révélé une stabilité dans les teneurs en glucides par contre les teneurs en protéines diminuent significativement à l'exception du mois de novembre et février.

La matrice de corrélation entre les paramètres physico-chimiques et biochimiques nous a permis de déduire les relations suivantes :

- Une forte corrélation positive et hautement significative entre les protéines et les MES, NO_2^- et NT et une faible corrélation positive et significative avec la DCO, la DBO5, la conductivité et NH_3 .
- Une forte corrélation positive et hautement significative entre les glucides et la DBO5, la DCO, NH_3 et NT et une faible corrélation positive et significative avec la MES, la température et NO_2^- .

En perspective, nous proposons pour les études prochaines de faire une étude de corrélation entre les paramètres physico-chimiques et microbiologique.

Références bibliographiques

The text 'Références bibliographiques' is rendered in a bold, black, sans-serif font. The letters are thick and have a slight 3D effect, with long, dark shadows cast to the right and slightly downwards. The shadows are composed of multiple parallel lines, giving the impression of light coming from the upper left. The overall style is clean and modern.

Les références :

1. **Anonyme.**, 1997. Chcat encyclopédie de l'hydrologie urbaine et de l'assainissement ; Tech & doc
2. **Aoulmi S.**, 2007. Conception de la station d'épuration dans la ville d'Eddine (W. Ain Defla), Thèse de l'école nationale supérieure de l'hydraulique.
3. **Appels L., Baeyens J., Degrève J. et al.**, 2008. Principles and potential of the anaerobic digestion of Waste-activated sludge. Progress in Energy and Combustion Science, vol. 34, n°6. P. 755-7
4. **Aussel H.**, 2004. Le traitement des eaux usées, institut national de recherche et de sécurité, p1, 2.
5. **Avella vzsquez ana catalina .**, 2010. substances polymériques extracellulaire dans les procédés de traitement des eaux usées. Thèse de doctorat. Université de nancy .
6. **Baachoc A., Chebbo G.**, 1992. Caractérisation des solides en suspension dans les rejets Pluviaux urbains. Journée des Sciences et Techniques de l'Environnement, Paris.
7. **Badia-GondardF.**, 2003. L'assainissement des eaux usées. Edition techni.cités,P 231.
8. **Baha s.,bencari f.**, 2014.épuration des eaux domestique par les boues activees :etude de la performance de la step d'ain elhoutz.P60.
9. **Beaudry J.P.**, 1984. Traitement des eaux. Edition le Griffon d'Aigle Inc,P 231.
- 10.**Bassompierre C.**, 2007. Procédés à boues actives pour le traitement d'effluents papetiers : De conception d'une pilote à la validation de modèles. Thèse de doctorat institut national polytechnique de Grenoble, p25-42.
- 11.**Baumont S, Camard J.P ., Le franc A et Franconie A.**, 2005. Réutilisation des eaux Usées épurées : risques sanitaires et faisabilité en Ile de France, institut d'aménagement et D'urbanisme de la région Ile de France, p 11 :15-31.
- 12.**Bensaber KH.**, 2005 « étude des performances épuratoire d'une station d'épuration à boues activées (cas de la STEP de MAGHNIA) Université de Tlemcen.
- 13.**Belaid N.**, 2010. Evaluation des impacts de l'irrigation par les eaux usées traitées sur les plantes et les sols du périmètre irrigué d'El Hajeb-Sfax : salinisation, accumulation et phytoabsorption des éléments métalliques, Thèse Doctorat de l'Université de Sfax, p 1- 39.

14. Belakeb H et Lardjam A., 2008. «Suivi des analyses des rejets liquides au niveau du complexe GP2/Z» mémoire d'ingénieur d'état en Chimie, USTO-Oran.

15. Berne F. et Cordonnier J., 1991. Traitement des eaux. Technip, Paris, p 125-228.

16. Bezziou A et Mekkaoui R., 2013. Essai de traitement biologique des eaux usées en utilisant des filtres bicouches p11.

17. Bliefert C et Perraud R., 2001. Chimie de l'environnement : Air, Eau, Sols, Déchets. Edition de Boeck, p 477.

18. Bock E., Koops H.P., Harems H et Allers B., 1991. The biochemistry of nitrifying microorganisms. In: variation in autotrophic life, Shively J.

19. Bonfoh A., 2000. Dynamique des polluants issus des établissements classés industriels et impact environnemental sur l'écosystème littoral et côtier : cas des abattoirs de Dakar (SOGAS EX. SERAS). Mémoire de DEA Environnement, ISE : Dakar ; p 587.

20. Bonin J., 1977. « Hydraulique urbain », 5^{ème} édition Ey rôle Paris, P228. M et Barton L.L (ed) Academic, n^o34. Boeck, 477p.

21. Bontaux j., 1994. « Introduction à l'étude des eaux résiduaires industrielle », 2^{ème} édition Lavoisier technique et documentation, P 225.

22. Boucherit K.E., Kadi K et Dafri F.Z., 2009. Caractérisation microbiologique et physico-chimique de l'eau durant un traitement au niveau de la STEP de la ville de Guelma. Mémoire pour l'obtention de diplôme d'ingénieur d'état, Université de Guelma, P 72-74.

23. Bouziani M., 2000. La pénurie aux maladies ; édition Ibn-khaldoun, P 260.

24. Brodart E et all., 1989. Modélisation statistique d'une usine de traitement de l'eau potable. Rencontres Internationales Eau et Technologies Avancées. Montpellier.

25. Brown M., Lester J., 1979. Metal removal in activated sludge: The role of bacterial extracellular polymers. Water Research, vol. 13, n^o9. P. 817-837.

26. Brown M.J., Lester J.N., 1982. Role of bacterial extracellular polymers in metal uptake in pure bacterial culture and activated sludge. I. Effects of metal concentration. Wat Res, vol. 16, n^o11. P. 1539-1548.

27. Cardot C., 1999. Les traitements de l'eau. Procédés physico chimiques et biologiques. Ellipses, paris p 11-247.

28. Chelle, Dellale, Dewachter M, Mapakou F et Vermey L., 2005. L'épuration des eaux : pourquoi et comment épurer, office international de l'eau, p 15.

29. Cherrak R et Bendida N., 2006. «Traitement biologique des effluents liquides » mémoire de fin d'étude (usto)

30. Chocat B., 1997. Encyclopédie de l'hydrologie urbaine et assainissement ; Paris. Pp1124.

31. Gornaz S., 2004. Evaluation du statut trophique d'un canal de drainage sous l'impact des pollutions d'origines diffuses et ponctuelles : cas du Grand Canal de la basse plaine du Rhône, Mémoire de licence, Université de Lausanne, Suisse, p180.

32. Corsin P et Le start P., 2000. Réutilisation des eaux usées, Les effluents des stations d'épuration : comment les rendre aptes à une seconde vie. L'eau, l'industrie, les nuisances 299, p38-39.

33. Corsin P et Le start P., 2007. Réutilisation des eaux usées, Les effluents des stations d'épuration : comment les rendre aptes à une seconde vie. L'eau, l'industrie, les nuisances 299, p38-39.

34. Dernat M, Elmerich P, Pouillot M. 1994 Vers une optimisation de la déphosphatation physicochimique, L'Eau, l'Industrie, les Nuisances n°182

35. Deronzier G, Choubert J-M., 2004. Traitement du phosphore dans les petites stations d'épuration à boues activées, Comparaisons techniques et économiques des voies de traitement biologique et physico-chimique. Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation, de la Pêche et des Affaires rurales FNDAE n° 29. Edition Cemagref, Antony, p24.

36. Dewil R., Baeyens J., Gout rind R., 2006. Ultrasonic treatment of waste activated sludge. Environmental Progress, vol. 25, n°2. P121-128.

37. Dégrèvement., 1998. Mémento technique de l'eau. Tome 1, 2^{ème} édition cinquanteaire et Documentation Lavoisier, p592.

38. Dégrèvement., 2005. Mémento technique de l'eau, tome1, 2^{ème} édition Cinquanteaire, paris, p 109-111.

39. Dua R.D., Bhandari B et Nicholas D.J.D., 1979. Stable isotope studies on the oxidation of ammonia to hydroxylamine by Nitrosamines europaea. FEBS Lett. n°106.

40. Dubois M., Gilles K.A., Hamilton J.K., Rebers P.A et Smith F., 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substances, analytical chemistry, p 350-356.

41. Effebi k R., 2009. La guiage anaérobie : modélisation combinant la décantation primaire et la dégradation anaérobie. Thèse doctorat. Université de liège campus d'Arlon , p 7-9

42. Faby J.A., 1997. L'utilisation des eaux usées épurées en irrigation, office international de l'eau. P76.

43. Faby J A., 2003. L'utilisation des eaux usées épurées en irrigation, Document Technique, FNDAE, Hors-série n° 11, 2003, p30.

44. Florence B., 2012. Biotechnologie – Microbiologie Ecole Doctorale : Sciences des Procédés – Sciences des Aliments Frølund B., Palmgren R., Kei ding K. et al, 1996 Extraction of extracellular polymères from activated sludge using a cation exchange resin. Water Research, vol. 30, n°8. P 1749-175.

45. Frolund B, Palmgren R, Keiding K. et al, 1996. Extraction of extracellular polymers from activated sludge using a cation exchange resin. Water Research, vol. 30, n°8. P. 1749-1758.

46. Gaid A., 1984. Epuration Biologique Des Eaux Usées Urbaines « Tome 1 Et 2 ». O.P.U. Alger.

47. Gaujous D., 1995. La pollution des milieux aquatiques ; aide mémoire. Ed. Techniques et documentations, Lavoisier, Paris, p220.

48. Germain E., Bancroft L., Dawson A., Hinrichs C., Fricker L. et Pearce P., 2007. Evaluation of hybrid processes for nitrification by comparing MBBR/AS and IFAS configurations. Water Sci. Technol 55, p 8-9.

49. Gomella C, Guerree H., 1978. Les eaux usées dans les agglomérations urbain ou rurales) le traitement, Edition Eyrolles, Parise, p 277.

50. Gomez Palacios J.M., De Apodaca A.R., Rebollo C. et al., 2002. European policy on biodegradable waste: A management perspective. Water Science and Technology, vol. 46, n°10. P. 311-318.

- 51.Gornaz S, 2004** Evaluation du statut trophique d'un canal de drainage sous l'impact des pollutions d'origines diffuses et ponctuelles : cas du Grand Canal de la basse plaine du Rhône, Mémoire de licence, Université de Lausanne, Suisse, pp180.
- 52.Guibaud G., Tixier N., Bouju A., et al 2003.** Relation between extracellular polymers' composition and its ability to complex Cd, Cu and Pb. *Chemosphere*, vol. 52, n°10. P1701-1710.
- 53.Hadj-Sadok., 1999.** Modélisation et estimation dans les bioréacteurs, prise en compte des incertitudes : application au traitement de l'eau. Thèse de doctorat science de l'ingénieur, Nice-sohia Antipolis, p267.
- 54.Haslay C et Leclerc H., 1993.** Microbiologie des eaux d'alimentation. Edition technique et documentation, paris, p 309-313.
- 55.Hollocher T.C., Tate M.E et Nicholas D.J.D., 1981.** Oxydation of ammonia by *Nitrosomonas europaea*. *J.Biol.Chem*, p34.
- 56.Henze., Harremoe P., la cour Jansen J et Arvin E., 1997.** Wastewater treatment biological and chemical processes. Springer, 2^{ème} 68dition.
- 57.Hooper A.B et Terry K.R.,1979.** Hydroxylamine oxidoreductase of *Nitrosomonas* production of nitric oxide from hydroxylamine. *Bioch.Biophys.Acta* n°571, p 12.
- 58.Jenkins D., Richard M., Daigger G., 1986.** Manual on the causes and control of activated sludge bulking and foaming. Water Res. Commision, Pretoria, p165.
- 59.JORA. Journal officiel de la république algérienne.** 1993. Annexe des valeurs limites maximales des paramètres de rejet des installations de déversement industrielles, n°46, p 7.
- 60.Joseph P., Pronost R et all., 2000.** Office internationale de l'eau. Décembre .
- 61.Khaallayoune K., 1996.** Réutilisation des eaux usées en agriculture : risque de transmission de parasites à l'homme et à l'animal. *Homme, Terre et Eaux*, 26(103), p 14-19.
- 62.Khattabi H., 2002.** Intérêt de l'étude des paramètres hydrogéologique et hydrobiologiques pour la compréhension du fonctionnement de la station de traitement des lexiviats de la décharge d'ordure ménagères d'étueffont (Belfont, France).Thèse de doctorat 3^{ème} cycle, institut des sciences de l'environnement, p 18.

63.Kimura., Toshimas., Amyg., Watanabe Y.,2004. Ejection of neutral endocrine disrupting Compounds (EDC) and pharmaceuticals active compounds RO membrane. Journal of Membrane science, p71-78

64.Klimpel Ret Hogg R.,1991. Colloids Surf.

65.Lacroix S., 2008. Etude des mécanismes physiologique et moléculaires de la filamentation de *Sphaerotilus natans*. Thèse de doctorat, institut des sciences et industries du vivant et del'environnement Agros paris Tech, p28, 31.

66.Lavigne Delville., 1994. Dépolluer les eaux pluviales. Collection OTV.

67.Legube B., 1996. « le traitement des eaux superficielle pour la production d'eau potable », agence de l'eau loir –Bretagne

68.Le Hyaric R., 2009. Caractérisation, traitabilité et valorisation des refus de dégrillage des stations d'épurations. Thèse de doctorat, institut national de sciences appliquées de Lyon, p3, 33,34.

69.Liao B., Allen D., Droppo I. et al., 2001. Surface properties of sludge and their role in bioflocculation and settleability. Water Research, 2001, vol. 35, n°2. P 339-350.

70.Liu H., Fang H., 2002. Extraction of extracellular polymeric substances (EPS) of sludges. Journal of Biotechnology, vol. 95, n°3. P. 249-256.

71.Lowry E.H., Rosebrough N.J., Lewis Far R.A. et al.,1951. Protein measurement with the folin phenol reagent. Journal of biological chemistry, 1951, vol. 193, n°. P. 265-275.

72.Madigan M, Martink J., 2007. Brock – biologique des micro-organismes : « traitement des eaux usées et purification de l'eau, maladie microbienne d'origine hydrique », 11^{ème} Edition, pearson éducation France, Parise, p918-933.

73.Martin G., 1979. Le problème de l'azote dans les eaux. Techniques et documentation. Lavoisier. Paris,p 279.

74. Mayet J., 1994. La pratique de l'eau, Traitements aux points d'utilisation, 2^{ème} Edition,Paris, p 382.

75.Medpol., 2004. Guidelines on environmental inspection systems for Mediterranean region, MAP technical reports series N° 149.

76. Metahri M.S., 2012. Elimination simultanée de la pollution azoté et phosphaté des eaux usées traités par des procédés mixtes cas de la STEP de la ville de Tizi ouazou. Thèse de Doctorat, P 7-1.

77.Metcalf et Eddy., 1969.Wastewater Engineering. Treatment, disposal, reuse. McGraw-Hill.

78.Moletta-Denat, M., Bru-Adan, V., Delgenes, J.-P., Hamelin, J., Wéry, N., Godon, J.-J., 2010. Selective microbial aerosolization in biogas demonstrated by quantitative PCR. Bioresource Technology 101 (19), 7252–7257.

79.Niang S., 1995. Evacuation et traitement des eaux usées urbaines de Dakar : bilan de la situation, comportements des populations et perspectives d’avenir : premières contributions pour le choix d’un système de traitement des eaux usées urbaines de Dakar par Mosaïques Hiérarchisées d’Ecosystèmes Artificiels. Thèse de 3èmecycle.

80. Nsomsamo A. C., 2003. Pollution par les eaux usées : Analyse parasitologique des eaux usées brutes et des cultures maraîchères, étude de la viabilité des helminthes et évaluation du risque sanitaire humain dansla région du Gharb (Kénitra). Thèse de Doctorat de Parasitologie : Kénitra ;P 152.

81.OMS., 1989. L’utilisation des eaux usées en agriculture et aquiculture :recommandation avisées sanitaires. Organisation Mondiale de la Santé, Genève, p17-60.

82.ONA., 2014. Fiche technique de la station d’épuration de sidi merouen.

83.Ouali M.S., 2001. Cours de procède unitaires biologiques et traitement des eaux office des publications universitaires Alger, p12.

84.PONA « Projet Office National de l’Assainissement », 2001. Fiche de Synthèse du Secteur de l’Assainissement’, Ministère des Ressources en Eau, Alger, février .

85.Pasquini L,2013. Micropolluants issus de l’activité domestique dans les eaux urbaine et leur devenir en station d’épuration. Thèse de doctorat en Géosciences.P8

86. Radoux M., 1995. Qualité et traitement des eaux. Fondation Universitaire

87. Rassam A., Chaouch A.E., Bourkhiss B., et Bourkhiss M., 2012. Performances de la dégradation de la matière organique par lagunage aéré dans la station des eaux usées de la ville de d'Oujda (Maroc orie !12ntal), laboratoire de biotechnologie, environnement et qualité. Faculté des sciences, Université Ibn Tofail, p 121-125 Luxembourgaise, Station expérimentale de Viville. Bruxelles : FUL.- 153 p.

89. Rakrek Z., 2013. La station d'épuration de Chlef performances épuratoires et rendements, Master Hydraulique, Université de Tlemcen.

90. Raszka A., Chorvatova M., Wanner J., 2006. The role and significance of extracellular polymers in activated sludge. Part I: Literature review. Acta Hydrochimica et Hydrobiologica, 2006, vol. 34, n°5. P 411-424.

91. Rees M et Nason A., 1966. Incorporation of atmospheric oxygen into nitrite formed during ammonia oxidation by *Nitrosomonas europaea*. Bioch. Biophys. Acta n°113, p398. *onas europaea*. Bioch. Biophys. Acta n°113, p398.

92. Rejsek F., 2002. Analyse des eaux. Aspects réglementaires et techniques. Edition scérén CRDP aquitaine, Bordeaux, p165-239.

93. Richarde C., 1996. Les eaux, les bactéries ; les hommes et les animaux ; Edition Elsevier ; Paris , P 138.

94. Rodier J., 1996. L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer, 8 ème édition, DUNOD, PARIS.

95. Rodier J., 2005. L'analyse de l'eau. Eaux naturelles. Eaux résiduaires. Eaux de mer, 8ème édition. Dunod, 1383 p.

96. Royaume du maroc., 1993. Conseil Supérieur de l'Eau et du Climat Réutilisation des eaux usées en agriculture. Rabat : CSE.-P 54.

97. Salem A., 1990. Rapport national de l'Algérie ; stratégie de la gestion des eaux dans le bassin méditerranéen, bureau d'étude d'ingénierie et de services BEIS Alger, P 11-147.

- 98.Sawadogo G.J. ; Teko-agbo A. ; AkpoY.,** 2005. Réutilisation des eaux usées en agriculture au Sénégal : impact sur la santé et l'environnement incomppte rendu Atelier séminaire sur traitement et réutilisation des eaux usées : impact sur la santé et l'environnement du 3-6 mars. RabDAat : IAV.P 14.
- 99.Sevrin-Reyssac J, de la noue J, Proulx D.,** 1995. Le recyclage du lisier de porc par lagunage, Edition Technique et Documentation Lavoisier, p 118.
- 100.Sureyya M .,** 2007. Review on endocrine disrupting emerging compounds in urban wastewater: Occurrence and removal by photocatalysis and ultra-sonic irradiation for wastewater reuse, p 166-176.
- 101.Suh Y.J., Rousseaux P.,** 2002. An LCA of alternative wastewater sludge treatment scenarios. Resources, Conservation and Recycling, vol. 35, n°3. P 191-200.
- 102.Suzuki I.,** 2003. Mechanisms of inorganic oxidation and energy coupling. Annu.Rev n^o11, p 35.
- 103.Tchobanoglous G., Burton F.L., Stensel H.D.,** 2003. Wastewater engineering : treatment & reuse 4th ed. Wakefield, USA : Metcalf & Eddy, p 1819.
- 104.Tiercelin j.R.,** 2008. L'eau et les espèces. Lavoisier. Édition TEC, p 110.
- 105.Tizghadam Ghazani M.,** 2007. Etude des performances et optimisation d'un réacteur Cascade a biomasse hybride pour le t raitement des eaux usées urbaines. Thèse Doctorat, Université de Limoges, p 15-16.
- 106.Tsuneda S., Aikawa H., Hayashi H., Yuasa A. et Hirata A.,** 2003. Extracellular polymeric substances responsible for bacterial adhesion onto solid surface. FEMS Microbiology Letters. 223, p287-292.
- 107.Vaillant J R ,** 1974. Perfectionnement et nouveautés pour l'épuration des eaux résiduaires : eaux usées urbaines et eaux résiduaires industrielles, Edition, Eyrolles, Paris.
- 108.Vilagines R.,** 2003. Eau environnement et santé publique introduction à l'hydrologie. 2^{ème} édition, édition TEC et DOC paris, p 198.

109. Villebrun J. F., 1989. La déphosphatation biologique appliquée à la station d'épuration de Craon, Rapport de la DDAF de la Mayenne. Volume2 : Critères d'hygiène et documentation à l'appui, Genève, Suisse, p330.

110. Wilén B.M., Jin B., Lant P., 2003. The influence of key chemical constituents in activated sludge on surface and flocculating properties. Water Research, vol. 37, n°9. P 2127-2139.

111. Wingender J., Neu T.R., Flemming H.C., 1999. Microbial extracellular polymeric substances. Berlin, Germany : Springer , p 258.

112. Wood P.M., 1986. Nitrification as a bacterial energy source. In: Prosser J (ed) nitrification, IRL press Washington.DC P 39-62.

113. Xanthoulis D., 1993. Valorisation agronomique des eaux usées des industries agro-alimentaires, Tribune de l'eau, n0 :563/3, p 27-32.

Références sitographiques :

Site 1 : www.technique-sciences.net « boues activées définition et exploitation ». Consulté le : 22/04/2013

ANNEXE

Annexe 1 :

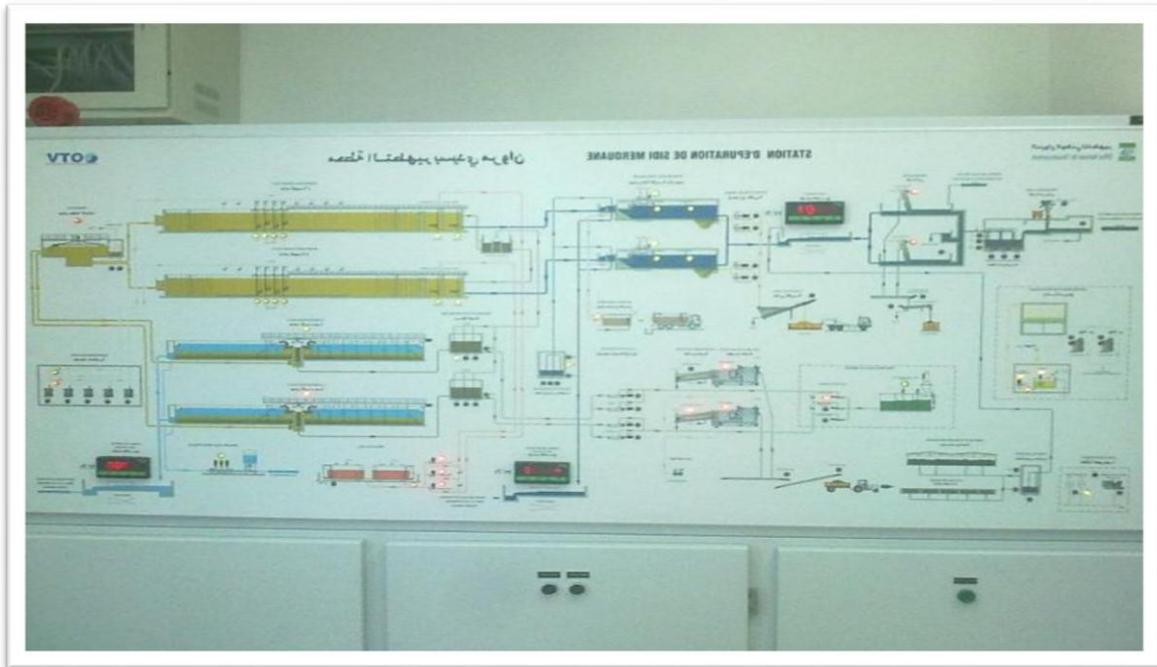


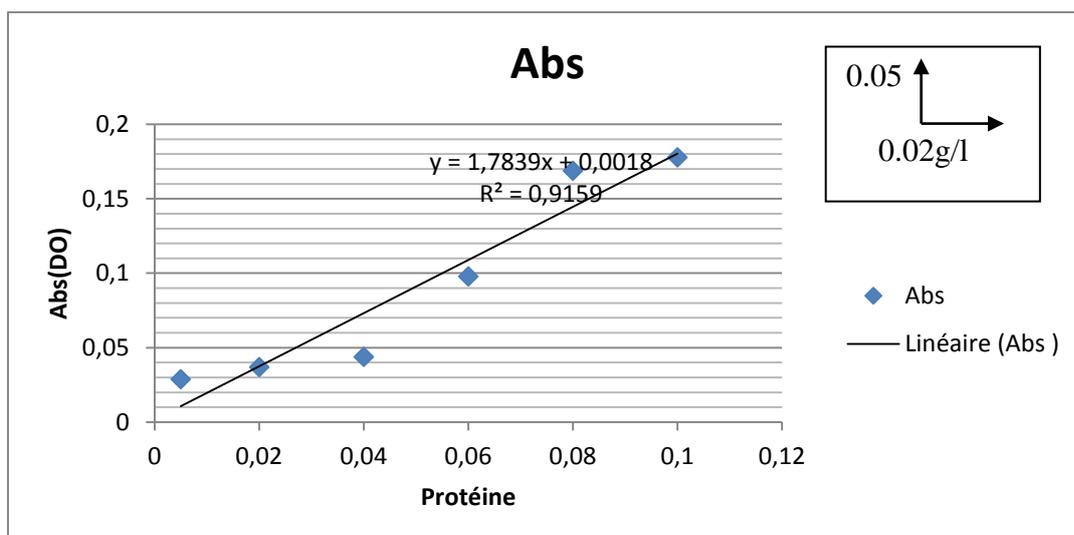
Figure : Les bases dimensionnement de la STEP (STEP Sidi Merouane) .

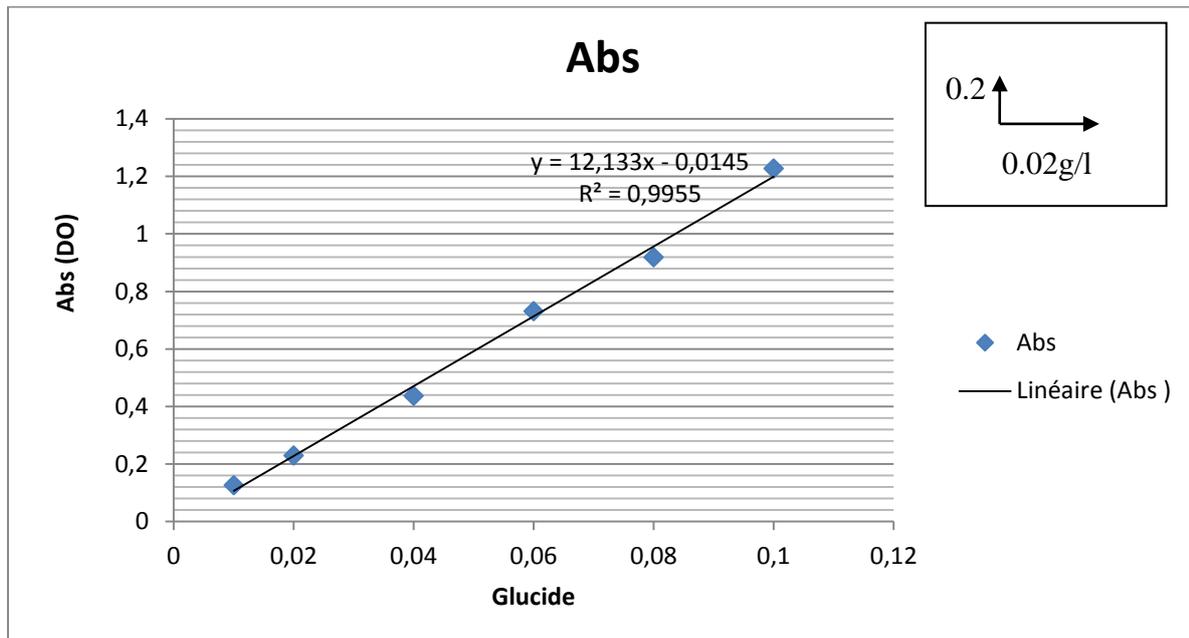
Annexes 2 :

Le rendement de la STEP est calculé comme suite :

$$R = \frac{l'entré - sortie}{l'entré} * 100$$

Annexes 3 : les courbes d'étalonnages des protéines et des glucides





Annexe 4:

La réglementation algérienne sur les eaux usées

La réglementation algérienne est assez succincte concernant la réutilisation des eaux usées épurées. Les textes de la loi n° 05/12 du 04 Août 2005 relative à l'eau

Art. 2- Les objectifs assignés à l'utilisation, à la gestion et au développement durable des ressources en eau visent à assurer :

-la préservation de la salubrité publique et la protection des ressources en eau et des milieux aquatiques contre les risques de pollution à travers la collecte et l'épuration des EU domestiques et industrielles ainsi que des eaux pluviales et de ruissellement dans les zones urbaines.

Art. 4- les eaux usées épurées et utilisées dans un but d'utilité publique font partie du domaine public hydraulique naturel.

Art. 46- Sont interdits :

Art. 52- Les caractéristiques techniques des systèmes d'épuration des eaux usées sont fixées par voie réglementaire en prenant en compte notamment les critères relatifs aux agglomérations, aux possibilités d'utilisation des eaux épurées, aux risques de contamination et de pollution.

Art. 77- Sont soumises au régime de la concession d'utilisation des ressources en eau, les opérations portant sur la réalisation d'infrastructures destinées à l'utilisation d'eaux usées épurées pour des usages agricoles individuels ou collectifs ou pour des usages industriels.

Art. 82- Les cahiers de charges portant sur la concession d'utilisation des eaux usées épurées pour l'irrigation de certaines cultures ou l'arrosage d'espaces vert doit tenir compte des mesures préventives liées aux risques sanitaires et aux impacts sur l'environnement.

Art. 93- Des aides et soutiens de toute nature peuvent être accordés aux personnes physiques ou morales, de droit public ou privé, qui initient et mettent en oeuvre des opérations portant notamment sur l'utilisation des eaux usées épurées en vue de valoriser les eaux traitées.

Art.97- la collecte, l'évacuation et l'épuration des eaux usées ainsi que le traitement des boues résultant de l'épuration en vue de leur élimination finale. Ainsi que le traitement des boues résultant de l'épuration.

Art. 130- L'utilisation des eaux usées brutes pour l'irrigation est interdite (**Journal officiel de la république Algérienne n° 60**).

Résumé

Résumé :

Dans notre travail, nous nous sommes intéressés à l'étude des paramètres physico-chimiques et biochimiques des eaux à l'entrée et à la sortie de la STEP de Sidi Merouen pendant 5 mois ; allant du mois de novembre au mois de mars. L'évaluation des paramètres physico-chimiques justifie le rôle que joue la step dans la protection du barrage de Beni Haroun par le rendement considérable de l'épuration. L'analyse biochimique a révélé une diminution significative dans les teneurs en protéines au mois de décembre, janvier et mars ce qui montre leur biodégradation par la boue activée. Par contre, la diminution dans les teneurs en glucides est non significative durant les 5 mois de l'étude. La matrice de corrélation montre qu'il existe une forte corrélation positive entre les glucides et la DCO, la DBO₅, NH₃ et NT et une forte corrélation significative entre les protéines et les NO₂⁻, NT et les MES.

Mot clé : STEP Sidi Merouen , corrélation, glucides , protéine, eaux usées .

Abstract:

In our work, we are interested in the physicochemical and biochemical study of water at the inlet and at the outlet of the WWTP Sidi Merouane during 5 months from the month of November to March. The evaluation of the parameters physico-chemicals argues the role that the WWTP protection of the dam of Beni Haroun with the important production of the biological activated sludge. The biochemical analysis gives a significant reduction in the content of protein in the months of December-January. This shows the biodegradation of the activated sludge. In contrast the reduction of content in carbohydrates is non-significant during 5 months in the study. The correlation that exists is a strong positive correlation between the carbohydrates and the DCO, DOB₅, NH₃ and TN and a strong significant correlation between protein and NO₂⁻, TN and the MES.

Key word: STEP Sidi Merouane, sewage, wastewater, purified water, proteins, and carbohydrate

ملخص :

في عملنا كنا معنيين بدراسة المعايير الفيزيوكيميائية والكيميو حيوية للمياه الداخلة و الخارجة من محطة التصفية بسيدي مروان خلال 5 أشهر ابتداء من شهر نوفمبر 2014 إلى شهر مارس 2015. تقييم المعايير الفيزيوكيميائية يبرر الدور الذي تلعبه محطة التصفية في حماية سد بني هارون نظرا للمردود المعتبر للتصفية. التحليل البيوكيميائي أظهر انخفاضاً بليغاً في محتوى البروتينات لشهر ديسمبر-جانفي و مارس هذا ما يدل على التحلل الحيوي بواسطة الحمأة النشطة. على عكس السكريات نسبة الانخفاض فيها غير معبرة خلال أشهر الدراسة الخمس. مصفوفة الترابط تدل على ترابط ايجابي قوى بين السكريات DCO, DBO₅, NH₃, NT و ترابط وطيدي بين البروتينات MES و NO₂⁻, NT

الكلمات المفتاحية محطة التصفية بسيدي مروان ترابط غلوسيدات بروتينات المياه المستعملة