

A dynamic background image showing a splash of water against a white background. The water is captured in mid-air, creating a complex, organic shape with many small droplets and bubbles. The color of the water is a vibrant blue. The splash is centered horizontally and occupies most of the vertical space.

Chapitre II Etude expérimentale

A dynamic background image showing a splash of water in shades of blue and white. The water is captured in mid-air, creating a sense of movement and freshness. The splash is centered and spreads outwards, with many small droplets and bubbles visible.

Chapitre I Synthèse Bibliographique

A high-speed photograph of water splashing, creating a large, irregular white shape in the center of the frame. The water is captured in various stages of motion, with droplets and ripples visible. The background is a solid, light blue color. The word "Conclusion" is centered in the white area in a blue, serif font.

Conclusion

A dynamic background image featuring a splash of water. The water is captured in mid-air, creating a complex, organic shape with various droplets and ripples. The color palette is a range of blues, from light, airy tones to deep, saturated blues. The overall effect is one of freshness and movement.

Introduction



Références bibliographiques

A high-speed photograph of water splashing, creating a white, frothy spray against a blue background. The water droplets are captured in mid-air, creating a sense of motion and energy. The overall color palette is dominated by various shades of blue and white.

Annexes

Résultats et discussion

Matériel et méthodes

Mémoire de projet de fin d'études en vue de l'obtention
du Diplôme de Master en Biologie,

Option: Restauration des milieux aquatiques continentaux

Thème

**Étude comparative des différentes paramètres
physico-chimiques et bactériologiques
des Eaux usées
de la station d'épuration de Réghaïa**



Présenté par :

Mlle DJAFER Fethia

Devant le jury:

Mme Khettar S	MAA	Présidente .
Mme Ouadah N	MAA	Promotrice.
Mme Inal D	MAA	Examinatrice.
Mme Kheddami H	MAA	Examinatrice.
Mr Hammouni S	Ingénieur de l'exploitation de la STEP de Réghaïa	Co-promoteur.

Date de soutenance:
22/09/2013

Promotion 2012/2013



Remerciements

Tout d'abord nous remercions Dieu le tout puissant qui nous a donné autant de courage et de volonté pour la réalisation de ce travail.

Nous tenons à exprimer notre gratitude à :

Notre promotrice Mme Ouadah N , je le remercie d'avoir accepté mon projet et de m'avoir prodigué tous les conseils indispensables .

Notre Co-Promoteur Mr Hammouni S qui nous a suivi tout au long de notre travail.

mes vifs remerciements s'adressent aussi à :

Mme Ammar-Boudjelal A , Mme hamidi, Mr Harmouche Nazim , qui nous ont apporté une aide précieuse

Mme khattar N Qui nous a fait l'honneur de présider notre jury.

Mme Inal D et Mme kheddami H d'avoir bien voulu examiner ce travail.

Tous les membres du laboratoire physicochimique et bactériologique de Réghaia et Tipaza et Kouba

Je tiens aussi à remercier : toute l'équipe de la station d'épuration de Réghaia

Sans oublier tout nos anciens enseignants.





Dédicaces

Je remercie mes parents qui n'ont jamais cessé de sacrifier leurs temps pour me permettre d'effectuer ma formation dans les meilleures conditions, mes remerciements vont également à mon frère abd alrezek et mes sœurs assma ,imene ,hadjer , radhia qui ont été toujours à mes cotés durant tout mon parcours

Et évidemment toute une équipe d'amies, pour leur aident et leurs encouragements.

***Khansa ,affaf ,nesrine,nassima ,saliha ,hania ,fadwa ,ama ,sarah .
Merci pour tous les moments qu'on a passé ensemble.***

***Ainsi qu'à tous les gens que j'aime et m'aiment
Merci beaucoup.***

Résumé

Ce mémoire a pour objectif d'étudier l'efficacité du procédé de traitement, par boues activées, des eaux usées au niveau de la STEP de Réghaïa.

Des échantillons d'eaux brutes, d'eaux des bassins d'aération et d'eaux épurées ont été analysés et suivis pendant 4 mois.

Les paramètres analysés sont physico-chimique (MES, DBO5, DCO, azote total, phosphore total), bactériologique (coliformes totaux, coliformes fécaux, Anaérobies sulfite-réducteurs). Nous avons également procédé à l'observation macroscopique et l'identification de la microfaune présente dans les boues.

Les résultats obtenus montrent que la STEP présente un très bon rendement épuratoire des paramètres suivants : MES, DBO5, DCO, azote total, phosphore total avec des taux d'abattement évalués respectivement 91,13%, 95,43%, 87,81%, 86,31% et 89,5%.

Les caractéristiques bactériologiques de nos échantillons révèlent la réduction de différentes espèces bactériennes avec une 95,56% de coliformes totaux, 93,98% de coliformes fécaux et de 96,14% Anaérobies sulfite-réducteurs. Mais au cours des différentes analyses bactériologiques, il est noté l'absence de Salmonella et les vibrions.

L'observation macroscopique présente une bonne décantation des boues et l'observation microscopique montre la présence de protozoaires (**Gastrotriches**, **Arcella**, **Aspidisca**, **Vorticelle**), ces derniers sont des indicateurs d'une efficacité épuratrice correcte.

A travers ces résultats, nous pouvons déduire que l'épuration des eaux usées par la station d'épuration de Réghaïa est efficace.

Mots clés : Eaux usées urbaines et industrielles, Station d'épuration de Réghaïa, Eaux usées brute, Eaux épurées, Boues activées

الملخص

تهدف هذه الأطروحة إلى دراسة فعالية عملية معالجة مياه الصرف الصحي بالأحوال المنشطة في محطة معالجة مياه الصرف بالرغاية .

وقد تم تحليل عينات من المياه الخام والمياه النظيفة قمنا بها خلال 4 اشهر تحليلات الفيزيوكيميائية (MES، DBO₅ ، DCO ، azote totale .phosphore totale)، البكتريولوجية (coliforme totaux ،coliforme fécaux ،Anaérobies Sulfito-Réducteur) . نتطرق أيضا إلى الملاحظة العيانية والتعرف على الحيوانات الدقيقة موجودة في الوحل المنشط النتائج الإجمالية أظهرت مردود تنقية جيد للمياه مع معدلات 91,13% . 95,43% . 87,81% . 86,31% . 89,5% تم الحصول عليها على التوالي MES . DBO₅ . DCO . azote totale . phosphore totale ، الخصائص البكتريولوجية لعيناتنا أظهرت انخفاض لمختلف أنواع البكتريا مع 95,56% coliforme totaux 93,98% coliforme fécaux و 96,14% Anaérobies Sulfito-Réducteur . ولكن من خلال مختلف التحاليل البكتريولوجية لاحظنا عدم وجود salmonella , vibrions . الملاحظة العيانية اطهرت ترسب جيد الأحوال والملاحظة المجهرية أظهرت وجود البرتوزوا (Gastrotriches ، Arcella ، Aspidisca ، Vorticelle) حيث ان هذه الأخيرة هي مؤشرات التنقية السليمة . من خلال هذه النتائج يمكننا أن نستنتج أن تنقية مياه الصرف الصحي من قبل محطة معالجة المياه للرغاية هي فعالة .

كلمات البحث : مياه الصرف الصحي الحضري والصناعي، محطة معالجة مياه الصرف للرغاية ، المياه الصرف

الصحي الخام ، المياه النظيفة ، الأحوال المنشطة .

Summary

This memory aims to study the effectiveness of the treatment process, activated sludge Wastewater at the step of Réghaïa .

Samples of raw water, water from air and clean water basins were analyzed and followed through 4 months.

Analyses are physicochemical parameters (MES, BOD 5, DCO, total nitrogen, total phosphorus), bacteriological (total coliform, fecal coliform, sulphite-reducing anaerobes)

We also proceed to the macroscopic observation and identification of the microfauna present in the sludge.

All results are shown as STEP has very good treatment efficiency, with abatement of approximately 91.13%, 95.43%, 87.81%, 86.31% and 89 rate , 5% were obtained in accordance with the MES, BOD5, COD, total nitrogen, total phosphorus.

Bacteriological characteristics of our samples reveal reductions different bacterial species with a 95.56% of total coliforms, fecal coliforms 93.98% and 96.14% Anaerobic sulphite-reducers. But in different bacteriological analysis, noted the absence of Salmonella and Vibrio.

Macroscopic observation this a good sludge settling and microscopic observation showed the presence of protozoa (Gastrotrichs, Arcella, Aspidisca, Vorticella), these are indicators of a proper purifying efficiency.

Through these results, we can deduce that the wastewater by the STEP Réghaïa is effective.

Keywords : Urban and Industrial Wastewater , Treatment plant of Réghaïa, raw sewage , clean water, activated sludge.

Liste Des Figures

Fig 1 Schéma générale de la station d'épuration par boues activées	11
Fig 2 image de la STEP de Réghaia	18
Fig 3 Bassin d'orage	20
Fig 4 Canal venturi	20
Fig 5 Etape de traitement : dégrilleur automatique	20
Fig6 Etape de traitement : Dégrilleur manuel	21
Fig 7 Etape de traitement : Dessablage-dégraissage	21
Fig 8 Etape de traitement : Décanteur	22
Fig 9 Etape de traitement : Bassin d'aération	22
Fig 10 Etape de traitement : Clarificateur	23
Fig11 Etape de traitement : Lit filtrant de sable	23
Fig 12 Epaisseur de boues biologiques ouvert	24
Fig 13 Centrifugeuse de déshydratation	24
Fig 14 Prélèvement de L'eau brute	26
Fig 15 Prélèvement L'eau de bassin d'aération	26
Fig 16 Prélèvement L'eau épurée	26
Fig 17 Flacons DBO ₅ pour l'eau brute ,l'eau décante et l'eau épurée	30
Fig 18 Décantation des boues des deux bassin d'aération	35
Fig 19 série de dilution de l'eau brute	36
Fig 20 série de dilution de L'eau épurés	36
Fig 21 lecture des résultats des coliformes fécaux	37
Fig22 lecture des résultats des spores d'Anaérobie Sulfito-Reducteurs	39
Fig 23 Evolution de la température de la STEP de Réghaia	43
Fig 24 Evolution du pH de la STEP de Réghaia	44
Fig 25 Evolution de la conductivité de la STEP de Régaia	45
Fig26 Evolution des MES de la STEP de Réghaia	46
Fig 27 Evolution de la DBO ₅ de la STEP de Réghaia	47

Fig 28 Evolution de la DCO de la STEP de réghaia	48
Fig 29 Evolution le rapport DBO ₅ /DCO de la STEP de Réghaia	48
Fig 30 Evolution de l'azote total de la STEP de Réghaia	49
Fig 31 Evolution de l'Ammonium de la STEP de Réghaia	50
Fig 32 Evolution des nitrites de la STEP de réghaia	51
Fig 33 Evolution des nitrates de la STEP de Réghaia	52
Fig 34 Evolution du phosphore total de la STEP de Réghaia	53
Fig 35 Evolution du nombre de coliformes totaux	55
Fig 36 Evolution du nombre de coliforme fécaux	56
Fig 37 Evolution du nombre des spores des Anaérobie sulfito-réducteurs	57
Fig 38 Rendement en MES de la STEP de Réghaia	58
Fig 39 Rendement en DBO ₅ de la STEP de Réghaia	58
Fig 40 Rendement en DCO de la STEO de Réghaia	59
Fig 41 Rendement en Azote total de la STEP de Réghaia	59
Fig 42 Rendement en phosphore total de la STEP de Réghaia	60
Fig 43 Rendement de diminution des coliformes totaux	61
Fig 44 Rendement de diminution des coliformes fécaux	61
Fig 45 Rendement de diminution des ASR	61
Fig 46 Gastrotriches	63
Fig 47 Arcella	64
Fig 48 Aspidisca	64
Fig 49 Vorticelles à long pédoncule	64
Fig 50 Implantation des différents ouvrages de la STEP d'épuration de Réghaia (annexe I)	
Fig 51 Colimétrie par filtration (anexxes VIII)	
Fig 52 recherche et dénombrement des spores d'anaérobies Sulfito-Réducteurs (annexes VIII)	
Fig 53 recherche de salmonelles par filtration (annexes VIII)	
Fig 54 recherche de vibrions cholériques par filtration (annexes VIII)	

Liste Des Abréviations

- ASR** : Anaérobie sulfito-Réducteur .
- CF** : Coliforme fécaux.
- CT** : Coliforme totaux .
- DBO5** : Demande Biochimique en oxygène sur 5 jours .
- DCO** : Demande chimique en oxygène .
- EB** : Eaux brute .
- EE** : Eaux épurée .
- EH** : Equivalent habitant.
- FAO** : Food and Agriculture Organisation.
- MRE** : Ministère des Ressources en Eau .
- MES** : Matière en suspension .
- NGL** : Azote total.
- NTK** : Azote kjeldhal.
- NH₄⁺** : Azote ammoniacal.
- NO₂⁻** : Nitrite.
- NO₃⁻** : Nitrate.
- OMS** : Organisation mondiale de la sante .
- ONA** : Office national d'assainissement .
- PT** : Phosphore total..
- SEAAL** : Société des Eaux et de l'Assainissement d'Alger.
- STEP** : Station d'épuration .

Introduction

Les problèmes liés à l'environnement, en particulier ceux concernant la pollution chimique et biologique de l'eau, sont devenus une préoccupation majeure pour l'ensemble de la population et une priorité pour les autorités publiques. Au préalable, l'eau est indispensable à la vie sur terre (les usages de l'eau sont multiples) et le développement urbain industriel (et/ou agricole) se construit toujours en fonction de la disponibilité de l'eau (**Crini et Badot., 2007**).

Suite au développement des activités urbaine, agricole et industrielle la production des eaux usées est devenue très importante ; ceci provoque un grand risque sanitaire et environnemental tel que la nuisance à la santé humaine ainsi qu'à la qualité des plantes, du sol et des nappes phréatiques (**EL hachemi et al ., 2012**).

De nos jours, les eaux usées doivent être épurées avant d'être renvoyées vers les rivières ou la mer, où elles réintègrent le cycle de l'eau. A ce stade, ces eaux doivent répondre à des normes de qualité fixées par les autorités responsables de la gestion des ressources en eau (**Ottoson et al ., 2006**).

La politique de protection des eaux est liée à un développement croissant des systèmes d'assainissement et de collecte des eaux usées. Cette eau usée est acheminée vers une station d'épuration (STEP) pour y être traitée (**Jolliet et al ., 2010**).

L'intérêt porté par les pouvoirs publics algériens au traitement des eaux usées s'est manifesté par l'allocation de crédits importants à la réalisation de stations d'épurations qui sont en nombre d'une centaine déjà réalisées ou en voie de réalisation (**Djeddi, 2007**).

Dans ce mémoire nous allons étudier un exemple d'épuration des eaux usées urbaines et industrielles qui sont acheminées vers la STEP de Réghaïa située dans L'EST d'Alger, Son eau épurée n'est pas exploitée jusqu'à présent, elle est tout simplement versée dans le lac de Réghaïa. Cependant, elle présente un intérêt écologique et social certain sur la région.

Problématique et objectifs

A l'instar des autres pays méditerranéens, l'Algérie, est (et le sera davantage) confrontée à d'énormes problèmes de déficit hydrique. La surcharge du littoral, les disparités entre zones rurales et urbaines, les périodes de sécheresse et l'accroissement de la pollution sont autant de facteurs qui déstabilisent l'équilibre déjà précaire de l'environnement. L'Algérie dispose de ressources en eau très limitées (**Kehal, 2001**).

Le déficit de cet or bleu est devenu inquiétant en Algérie et de moins en moins renouvelable. Elle fait actuellement l'objet d'une exploitation concurrentielle entre les besoins de la population, ceux de l'agriculture et de l'industrie qui se disputent une disponibilité limitée (**Hadef, 2001**).

L'objectif de ce mémoire est d'analyser l'efficacité de traitement lors de l'épuration des eaux usées dans la station d'épuration de Réghaïa située dans L'EST d'Alger par le suivi physico-chimique et bactériologique en fonction des étapes de traitement, afin de protéger les milieux naturels récepteurs. Pour cela, nous nous intéresserons aux résultats obtenus dans l'élimination des polluants par ces différents traitements : principalement, le prétraitement, les traitements primaire, secondaire et tertiaire.

Pour atteindre cet objectif, ce travail se compose de deux volets

- Le premier volet est la partie bibliographique, présente une généralité sur les eaux usées, leurs paramètres de mesures de la pollution, leurs procédés d'épuration.
- Le deuxième volet est la partie expérimentale, comporte d'un part la présentation de la station, les phases d'épurations des eaux polluées, les différentes méthodes d'analyses. D'autre part il regroupe les résultats suivis pendant 4 mois de la composition physico-chimique et bactériologiques des eaux usées à l'entrée et à la sortie de la station d'épuration de Réghaïa, ainsi qu'une observation de la microfaune des boues activées.

Nous terminons notre étude par une conclusion générale où sont récapitulés les principaux résultats obtenus.

Sommaire

Introduction	01
Chapitre 1 Synthèse bibliographique	
I. Généralité sur les eaux usées	
I.1. Définition des eaux usées	03
I.2. Origines des eaux usées	03
I.3. Les principaux polluants des eaux	04
I.4. Les déversements d'eaux usées dans le milieu naturel	05
I.5. La nécessité de l'épuration	05
II. Paramètres de mesures de la pollution des eaux usées	
II.1. paramètres organoleptiques	06
II.1.1. Couleur	06
II.1.2. Turbidité	06
II.2. paramètres physiques	06
II.2.1. Temperature (T°)	06
II.2.2. potentiel d'hydrogène (pH)	06
II.2.3. Conductivité électrique	06
II.2.4. Matière en suspension (MES)	07
II.3. paramètres chimiques	07
II.3.1. Oxygène dissous	07
II.3.2. demande biochimique en oxygène (DBO)	07
II.3.4. demande chimique en oxygène DCO	07
II.3.5. Carbone total organique	08
II.3.6. Azote total NTNT	08
II.3.7. phosphore total	08
II.4. Paramètre microbiologique	08
II.4.1. recherche d'agent pathogène	08
II.4.1.1. Les virus	08
II.4.1.2. Bactéries	09
II.5. Paramètres biologique (Plancton)	10
II.5.1. Zooplancton	10
III. Epuration des eaux usées	
III.1. station d'épuration	11
III.2. Les différentes étapes d'une station d'épuration	12

III.2.1.Les prétraitements	12
III.2.2.Traitement primaire	12
III.2.3.Traitement secondaire	13
III.2.4Traitement tertiaire	15
IV.3.Boues.....	16
V. Circonstance des eaux usées en Algérie	17

Chapitre II: Etude expérimentale

Matériel et méthode

I. Présentation de la zone d'étude	18
I.1.Localisation de la station d'épuration de REGHAIA	18
I.2. Capacité du traitement des eaux usées	29
I.3.Arrivée des eaux brute et l'ouvrage de Comptage	29
I.4. Traitement	20
II. Echantillonnage	25
II.1. Mode d'échantillonnage	26
III. Matériel et méthodes	27
III.2.1. Analyses physico-chimiques	27
III.2.2.Analyses microbiologiques	35
IV.2.3 Observation microscopique de la boue activée	41
V. Détermination du rendement d'épuration	41

Résultats et discussion

I.2.Evolution des paramètres physico-chimiques	42
I.2.1.Evolution des paramètres bactériologiques	54
II. Rendement de l'épuration	
II.1 rendements des paramètres physico-chimique	57
II.2. Rendement des paramètres bactériologiques	60
III. Contrôle de la boue	
III.1.observation macroscopique des boues activées	52
III.2. Observation microscopique des boues activées	63

Conclusion

Références bibliographiques

Annexes

I. Présentation de la zone d'étude

I.1. Localisation de la station d'épuration de Réghaïa

La station d'épuration des eaux usées de Réghaïa est située à 30 km à l'est d'Alger, à la limite nord-est de la plaine de la Mitidja et à 14 km de Boumerdès. Elle est bordée au nord par le lac de Réghaïa au sud par la route nationale 24 reliant Alger à Constantine, à l'est par la ville de Boudouaou et à l'ouest par la ville de Aïn Taya. Il est accessible à l'ouest par la route goudronnée de la plage d'El Kadous. Ce territoire fait partie de la Wilaya d'Alger, Circonscription administrative de Rouiba , Communes de Réghaïa et Heraoua .



Fig.2 image de la STEP de Réghaïa (source **SEAAL 2013**).

I.2. Capacité du traitement des eaux usées

La station d'épuration de Réghaïa a été mise en service en 1997, avec seulement le traitement primaire, en suite que en 2008 que le traitement biologique a été utilisé. Elle collecte les eaux usées domestiques et industrielles et les eaux pluviales, pour traiter un Débit moyen journalier $80\,000\text{ m}^3/\text{j}$ avec une capacité nominale $400\,000\text{ EH}$. C'est une station d'épuration à boues activées fonctionnant en faible charge associée à une dénitrification en tête et à une déphosphatation simultanée par injection du chlorure ferrique. Elle traite aujourd'hui des rejets d'eaux usées déversées par les régions suivantes, Réghaïa, Rouïba, Ain-Taya, Heuraoua, El Marsa, Bordj El Kiffan, Bordj El Bahri (**Beghoura et Heraoui, 2012**).

Tableau II : La qualité des eaux brutes et épurées dans la STEP de Réghaïa

	Eau brute	Eau épurée
	Flux nominal journalier	Concentration sur échantillon moyen 24h
MES	19 960 kg/j	20 mg/l
DBO₅	15 800 kg/j	15 mg/l
DCO	28 560 kg/j	50 mg/l
NGL	1 960 kg/j	10 mg/l
Pt	540 kg/j	3 mg/l

(Source **station d'épuration de Réghaïa**)

I.3. Fonctionnement de la STEP de Réghaïa

I.3.1. Arrivée des eaux brute et l'ouvrage de Comptage

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

Le bassin d'orage est doté de deux pompes submersibles, et un déversoir vers le canal de BY-PASS en cas de trop plein (Fig.3, Fig.4) (**Beghoura et heraoui 2012**).



Fig.3 Bassin d'orage



Fig.4 Canal venturi

(Photos originales)

I.4. Traitement

La figure 46 en Annexe I représente une vue de l'ensemble de l'implantation des différentes ouvrages de la STEP de Réghaia , La filière d'épuration des eaux usées utilisée dans la station est la suivante

- **prétraitement**

Destiné à préparer l'effluent au traitement biologique ultérieur, le prétraitement comporte une succession d'opérations physiques ou mécaniques destinées à séparer les eaux usées des matières volumineuses, en suspension ou flottantes, qu'elles véhiculent.

- **Dégrillage**

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

- Deux dégrilleurs automatiques (Fig.5) sont montés dans les canaux, avec un espace entre barreaux de 20 mm.



Fig.5 Dégrilleur automatique (Photos originale)

– Un dégrilleur manuel (Fig.6) de secours à champ plat, avec un espace entre barreaux de 20 mm. Ce dernier est actionné en cas d'arrêt des dégrilleurs automatiques .



Fig.6 Dégrilleur manuel (Photos originale)

- **Dessablage dégraissage**

Les effluents sont ensuite admis dans trois canaux (largeur 4m , longueur 28m ,profondeur 3,6 m) , pour subir une élimination combinée des graisses par flottation et des sables par sédimentation (Fig .7)



Fig.7 Dessablage-dégraissage (Photo originale)

- **Traitement primaire**

Présence 2 décanteurs de volume unitaire : 4259m³ (Fig.8)



Fig.8 Décanteur (Photo originale)

■ **Traitement secondaire**

• **Bassin d'aération**

-Deux bassins d'aération fonctionnent en parallèle (Fig.9)

-Volume de chaque bassin : 11866 m³



Fig.9 Bassin d'aération (Photo originale) .

• **Clarificateur secondaire**

Le clarificateur est un ouvrage circulaire de base cylindro-conique, il assure la séparation de phase boues / eau traitée après le traitement biologique d'une part et la concentration des boues en vue de leur recirculation / extraction d'autre part (Fig.10).



Fig.10 Clarificateur (Photo originale).

■ **Traitement tertiaire filtration**

Une partie des eaux épurées sont acheminées vers une unité de traitement dans le but de réduire la contamination microbiologique. L'opération de filtration consiste à faire passer les eaux épurées sur un lit filtrant constitué de sable .Des impuretés restent piégées entre les espaces inter granulaires Fig11.



Fig.11 Lit filtrant de sable (photo originale).

■ **Traitement des boues**

• **Epaississement des boues**

Deux épaisseurs circulaires.de volume 1000 m^3 ,L'épaississement consiste à réduire le volume de boues et l'augmentation de leur concentration par gravité .



Fig.12 Epaisseur de boues biologiques ouvert (Photo originale)

- **Déshydratation des boues**

La centrifugation des boues se base sur la différence de densité entre les matières sèches et l'eau qu'elles contiennent.



Fig.13 Centrifugeuse de déshydratation (photo originale).

Les boues déshydratées sont envoyées vers 02 aires de stockage d'une capacité de 1000m²

- **Evacuation de l'eau épurée**

Les eaux épurées, qui sont traitées par la station d'épuration de Réghaia , sont déversées dans le lac de Réghaia .

II. Echantillonnage

L'échantillonnage a été fait une fois par semaine pour les analyses physico-chimiques, et bimensuellement pour les analyses bactériologiques pendant 4 mois pour les eaux brutes et épurées, ainsi l'échantillonnage a été fait une fois par semaine de l'eau de bassin d'aération afin d'apprécier la qualité des boues du point de vu Biologique.

- Les échantillons d'eau usée sont prélevés dans des flacons en polyéthylène de 1 litre. Les analyses physico-chimiques ont lieu immédiatement après prélèvement, au laboratoire de la STEP de Réghaïa.
- Les échantillons pour les analyses bactériologique sont prélevés dans des flacons en verre stérile, il sont ensuite transporté dans une glacière maintenue à 4°C jusqu'au laboratoire centrale de SEAL Kouba et au laboratoire de SEAL de Tipaza .

Tableau III Tableau explicatif des échantillons

prélèvements	Date	Analyse physicochimique	Analyse bactériologique
P1	18.02.2013	✓	✓
P2	27.02.2013	✓	
P3	04.03.2013	✓	✓
P4	11.03.2013	✓	
P5	18.03.2013	✓	✓
P6	27.032013	✓	
P7	01.04.2013	✓	✓
P8	09.04.2013	✓	
P9	15.04.2013	✓	✓
P10	23.04.2013	✓	
P11	29.05.2013	✓	✓
P12	07.05.2013	✓	
P13	13.05.2013	✓	✓
P14	26.05.2013	✓	
P15	02.06.2013	✓	✓

II.1. points d'échantillonnage

Les points d'échantillonnage ont concerné :

- L'eau brute avant toute phase d'épuration ;
- L'eau épurée complètement prélevé à partir du canal du sortie ;
- L'eau de bassin d'aération afin d'apprécier la qualité des boues du point de vu Biologique.



Fig.14 L'eau brute



Fig.15 L'eau de bassin d'aération



Fig.16 L'eau épurée

(Photos originales)

III. Matériel et méthodes

III.1. Matériel

- **Echantillon à analyser**

- Eaux usées brutes
- Les eaux de bassin d'aération
- Eaux usées épurées

- **Matériels utilisés**

Les matériels utilisés représenté par les appareillages, Verreries, les réactifs, la solution et les milieux de cultures et sont détaillés en Annexes II.

III.2.Méthodes

III.2.1. Analyses physicochimiques

Les analyses physico-chimiques portent sur les paramètres suivants :

1) pH et température NORME NF T 90 – 008 (Février 2001)

- **Principe**

Mesure de la différence de potentiel existant entre une électrode de verre et une électrode de référence plonge dans une même solution à l'aide d'un pH mètre .

- **Mode opératoire**

- Rincer l'électrode avec l'eau distillée et l'essuyer avec un mouchoir jetable ;
- Plonger l'électrode dans la solution à mesurer à une profondeur minimum de quatre centimètres
- Attendre que la valeur soit stable avant la lecture ;
- Rincer à nouveau l'électrode avec de l'eau distillée et l'essuyer avec un mouchoir jetable propre pour réaliser la mesure suivante.

- **Expression des résultats**

L'appareil donne la valeur de la température exprimée en degré Celsius (°C), ainsi que la valeur du pH correspondante.

2) Conductivité électrique NF EN 27888 / ISO 7888 Janvier 1994 (NF T90 – 031)

- **Principe**

C'est à l'aide d'un instrument approprié de la conductivité électrique de solutions aqueuses. Elle mesure la conductivité électrique du courant induit par les ions présents dans l'eau. Elle dépend de la concentration des ions, de leur nature, de la température et de la viscosité de la solution.

- **Mode opératoire**

- Allumer le conductimètre et rincer l'électrode avec de l'eau distillée ;
 - Prendre environ 100 ml d'eau à analyser ;
 - Tremper l'électrode dans le bécher ;
- Laisser stabiliser un moment, puis noter la valeur de la conductivité affichée.

- **Expression des résultats**

Les résultats sont exprimés en $\mu\text{S}/\text{cm}$.

3) Matières en suspension : NF T90-105-2 (centrifugation) ISO 11923 (filtration)

- **Mode opératoire**

Les eaux brutes

- Prendre 40 ml de l'échantillon et centrifuger à 4500 tr/min pendant 30 min ;
- Récupérer le culot dans un creuset en porcelaine, puis sécher à 105°C pendant deux heures ;
- Retirer le creuset de l'étuve, le laisser refroidir dans un dessiccateur ;
- Peser ensuite le creuset.

Les eaux épurées

- Peser le filtre puis placer le sur le support de filtration puis connecter l'appareil d'aspiration sous vide (pompe à vide).
- Verser 70 ml de l'échantillon progressivement sur le filtre jusqu'à ce que le dispositif soit vidé.

- Retirer avec précaution le filtre, le placer sur le support de séchage et le sécher dans l'étuve à 105°C pendant 1 à 2h.
- Retirer le filtre de l'étuve, le laisser refroidir dans un dessiccateur.
- Peser le filtre.

- Expression des résultats

La teneur en MES est calculée à partir de la formule suivante :

$$[\text{MES}] = \frac{(M_1 - M_0) \times 1000}{V} \text{ en mg.l}^{-1}$$

M_0 : la masse en milligrammes du filtre avant filtration (cas des eaux usées épurées) ou bien du creuset en porcelaine vide (cas des eaux usées brutes).

M_1 : la masse en milligrammes du filtre après filtration et séchage (cas des eaux usées épurées) ou bien du creuset et de son contenu après séchage à 105°C (cas des eaux usées brutes).

V : le volume en millilitre de la prise d'essai.

4) Détermination de la pollution organique

▪ Demande chimique en oxygène (DCO) par la méthode Kit Hach LCK 114/314

- Principe

On évalue la quantité d'oxygène utilisée par les réactions d'oxydation, à partir de la mesure du résidu de réactifs au bout de 2h. L'oxydation s'effectue à chaud, en milieu acide, en présence d'un excès d'oxydant.

- Mode opératoire

- Prendre une cuve de la gamme indiquée et bien l'agiter.
- Pipeter 2.0 ml d'échantillon avec précaution dans la cuve, fermer la cuve et bien mélanger.
- Chauffer dans le thermostat à 148 °C pendant 2 heures.
- Sortir la cuve chaude et la faire retourner 2 fois avec précaution.
- Laisser refroidir à température ambiante : bien nettoyer l'extérieur de la cuve et mesurer par un spectrophotomètre à 448 nm pour les eaux traitées et à 605 nm pour les eaux brutes.

- Expression des résultats

Les résultats sont exprimés en milligrammes d'oxygène par litre par le spectrophotomètre

▪ Demande biologique en oxygène (DBO₅) par la méthode du Système OxiTop® Control

- Principe

La méthode consiste à mesurer l'évolution de la pression de l'air à l'intérieur d'un flacon contenant l'échantillon ; cette évolution est directement liée à la diminution de la concentration en oxygène de l'atmosphère d'incubation.

En effet, Les micro-organismes, lors de la biodégradation des molécules organiques, consomment l'oxygène dissous dans l'eau de l'échantillon et l'oxygène de l'air se dissout pour remplacer l'oxygène consommé. Ceci crée un déficit en gaz dans l'air du flacon qui n'est pas renouvelé, à condition que le CO₂, formé lors de la biodégradation, soit absorbé par la soude présente dans le flacon.

- Mode opératoire

- Choisir le volume de l'échantillon qui correspond à la gamme adéquate de mesures
- Verser le volume d'échantillon dans le flacon DBO ;
- Insérer le barreau magnétique ;
- Déposer deux pastilles de soude dans le godet en caoutchouc avec lequel on referme le flacon ;
- Bien visser l'Oxitop sur le flacon (Fig.18) ;
- lancer la mesure et mettre le flacon dans l'incubateur réglé à 20°C , faire la lecture après 05 jours d'incubation.

- Expression des résultats

Les résultats sont exprimés en milligrammes d'oxygène par litre.



Fig.17 Flacons DBO₅ pour l'eau brute , et l'eau épurée (**Photo originale**).

5) Détermination de la pollution azotée

▪ Dosage de l'azote total par la méthode Kit Hach LCK 338/238

- Principe

L'azote de composition organique et inorganique s'oxyde en présence de peroxydisulfate et se transforme donc en nitrates. Les ions nitrates réagissent dans une solution d'acide sulfurique et phosphorique avec du diméthylphénol-2.6 en formant du nitrophénol.

- Mode opératoire

Les eaux brutes

- Prendre 0,2 ml d'échantillon, 2,3 ml de solution A, 1 tablette B. Fermer immédiatement. Ne pas mélanger ;
- Chauffer directement : pendant 60 minutes à 100°C dans un thermostat, ensuite refroidir et ajouter 1 microCap C ;
- Fermer l'éprouvette de réaction et mélanger jusqu'à ce que le lyophilisat se soit complètement dissous par le microCap C sans qu'il n'y ait aucune particule restante ;
- Pipeter lentement dans une cuve 0,5 ml d'échantillon désagrégé et 0,2 ml de solution D ;
- Fermer immédiatement la cuve et mélanger le contenu en la retournant plusieurs fois de suite jusqu'à ce qu'aucun dépôt ou agrégat ne soit observable ;
- Attendre 15 min, bien nettoyer l'extérieur de la cuve et mesurer ;
- Effectuer les mesures spectrophotométriques à la longueur d'onde 345 nm.

Les eaux épurées

- Prendre 0,5 ml d'échantillon, 2,0 ml de solution A, 1 tablette B. Fermer immédiatement. Ne pas mélanger.
- Chauffer directement : pendant 60 minutes à 100°C dans un thermostat, ensuite refroidir et ajouter 1 microCap C.

- Fermer l'éprouvette de réaction et mélanger jusqu'à ce que le lyophilisat se soit complètement dissous par le microCap C sans qu'il n'y ait aucune particule restante.
- Pipeter lentement dans une cuve 0,5 ml d'échantillon désagrégé, et 0,2 ml de solution D.
- Fermer immédiatement la cuve et mélanger le contenu en la retournant plusieurs fois de suite jusqu'à ce qu'aucun dépôt ou agrégat ne soit observable.
- Attendre 15 min, bien nettoyer l'extérieur de la cuve et mesurer.
- Effectuer les mesures spectrophotométriques à la longueur d'onde 345 nm.

- **Expression des résultats**

La concentration en azote total est exprimée en milligrammes par litre.

- **Dosage de l'azote ammoniacal par la méthode Kit Hach LCK 302/LCK 303/LCK 305**

- **Principe**

En présence de sodium nitroprussique agissant comme catalyseur et à une valeur du pH d'environ 12.6, les ions ammonium réagissent avec les ions hypochloreux et salicyliques et donnent une coloration bleue indophénol.

- **Mode opératoire**

- Enlever délicatement la feuille de protection de la cuve détachable.
 - Dévisser la cuve, et pipeter 0.2 ml d'échantillon.
 - Visser immédiatement la cuve ; orientant le cannelage vers le haut.
 - Secouer énergiquement, attendre 15 min et bien nettoyer l'extérieur de la cuve et mesurer.
 - Effectuer les mesures spectrophotométriques à la longueur d'onde 690 nm.

- **Expression des résultats**

La concentration en ammonium est exprimée en milligrammes par litre.

- **Dosage des nitrates par la méthode Kit Hach LCK 339**

- **Principe**

Dans une solution d'acide sulfurique et phosphorique, les ions nitrate réagissent avec le 2.6-diméthylphénol pour donner du 4-nitro-2.6-diméthylphénol.

- **Mode opératoire**

- Enlever délicatement la feuille de protection de la cuve détachable.
- Dévisser la cuve, et pipeter 0.2 ml d'échantillon.
- Visser immédiatement la cuve ; orientant le cannelage vers le haut.
- Secouer énergiquement, attendre 15 min et bien nettoyer l'extérieur de la cuve et mesurer.
- Effectuer les lectures au spectrophotomètre à la longueur d'onde 345 nm.

- **Expression des résultats**

Le résultat est donné directement en milligrammes par litre de nitrates.

▪ **Dosage des nitrites par la méthode Kit Hach LCK 341**

- **Principe**

Les nitrites réagissent dans une prise d'essai à pH 1,9 avec le réactif amino – 4 benzène sulfonamide en présence d'acide orthophosphorique pour former un sel diazoïque qui forme un complexe de coloration rose avec le dichlorohydrate de N- naphtyl -1 Diamino – 1,2 éthane.

- **Mode opératoire**

- Enlever délicatement la feuille de protection de la cuve détachable.
- Dévisser la cuve, et pipeter 2,0 ml d'échantillon.
- Visser immédiatement la cuve ; orientant le cannelage vers le haut.
- Secouer énergiquement, attendre 10 min et bien nettoyer l'extérieur de la cuve et mesurer.
- Effectuer les mesures spectrophotométriques à la longueur d'onde 345 nm.

- **Expression des résultats**

La concentration en nitrite est exprimée en milligrammes par litre.

6) Détermination de la pollution phosphorée

▪ **Phosphates par la méthode Kit Hach LCK 350/348**

- **Principe**

Les ions phosphates réagissent en solution acide avec les ions molybdate et antimoine pour donner un complexe de phosphore molybdate d'antimoine. Celui-ci est réduit par l'acide ascorbique en bleu de phosphoremolybdène.

- Mode opératoire

- Enlever délicatement la feuille de protection de la cuve détachable et la dévisser ;
- Pipeter 0.5 ml d'échantillon et visser la cuve ; orientant le cannelage vers le haut ;
- Secouer énergiquement et chauffer dans le thermostat pendant 60 min à 100°C ;
- Pipeter dans la cuve une fois refroidie 0.2 ml de réactif B ;
- Visser la cuve puis mélanger le contenu de la cuve en la retournant plusieurs fois de suite ;
- Attendre 10 min, mélanger à nouveau, bien nettoyer à l'extérieur et mesurer ;
- Effectuer les mesures spectrophotométriques à la longueur d'onde 890 nm ;

- Expression des résultats

La concentration de phosphate est exprimée en milligrammes par litre.

7) Indice de MOHLMAN

- Principe

L'indice de MOHLMAN se définit comme le volume occupé après décantation de 30 minutes d'un échantillon de boues correspondant à 1mg de matières sèche (**Rodier et al., 2009**).

- Mode opératoire

- Introduire dans une éprouvette un litre de boues provenant du bassin d'aération, prélevé après 15 à 20 minutes de fonctionnement du système d'aération.
- Déterminer le volume (en ml) occupé par les boues après décantation d'une demi-heure.
- Déterminer par ailleurs la teneur en matières sèches d'un litre de boue à analyser (**RODIER et al., 2009**).

- Expression des résultats

L'indice de MOHLMAN est représenté par le rapport :

$$\text{IM} = \frac{\text{Boues décantées en 30 min (ml/l)}}{\text{Masse de la matière sèche (mg/l)}} \quad (\text{Rodier et al., 2009}).$$

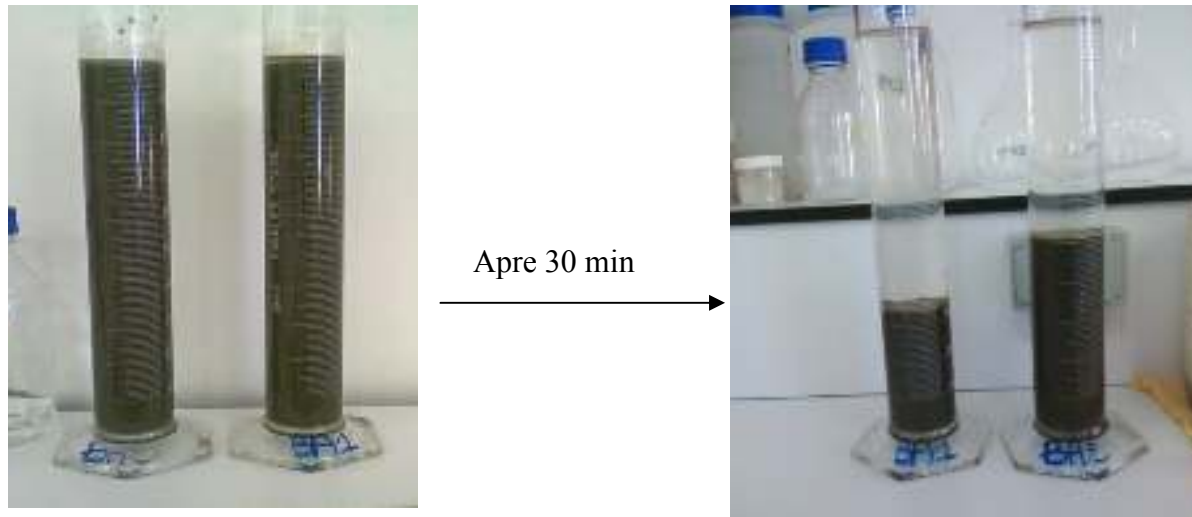


Fig.18 Décantation des boues des deux bassin d'aération

III.2.2. Analyses microbiologiques

Les germes recherchés sont les coliformes totaux, les coliformes fécaux, les salmonelles et les vibrions. Ces germes sont peu ou pas pathogènes, ils sont révélateurs de contamination fécale et entraînent par leur abondance la présomption de contamination plus dangereuse.

Dans la présente étude, nous avons utilisé la méthode de filtration. La technique de filtration est une estimation plus exacte sur la charge bactérienne, elle consiste à faire passer des produits liquides sur une paroi poreuse ou sur une membrane qui retient les bactéries. Cette méthode par filtration est rapide, simple, normalisée et nécessitant la disponibilité d'une rampe de filtration.

III.2.3. Préparation des dilutions

Les dilutions sont réalisées en vue de réduire le nombre de micro-organismes par unité de volume pour permettre, après incubation, d'observer leur développement (cas des tubes) ou d'effectuer le dénombrement des colonies (cas des boites) (SEAL2009).

- prendre une série de flacons stériles contenant 225ml d'eau distillée stérile ;
- ajouter dans le premier flacon 25 ml de l'échantillon à analyser, fermer et agiter le flacon : la suspension alors obtenue est de 10^{-1} ;
- de la même façon prélever 25 ml de la dilution 10^{-1} et transférer dans le deuxième flacon afin d'obtenir la dilution 10^{-2} ;
- répéter le même procédé jusqu'à atteindre la dilution idéal .

Dans notre cas , cette dilution est estimée entre 10^{-4} à 10^{-6} pour les eaux brut et 10^{-2} à 10^{-4} pour les eaux traitée . la dilution est choisie selon la saison et la charge polluante (MES) de l'eau à analyser (Fig.20, 21).



Fig.19 série de dilution de l'eau brute



Fig. 20 série de dilution de L'eau épurés

a) Colimétrie par filtration

- Principe

Un volume d'eau donné et précis est filtré au travers d'une membrane filtrante dont les pores ne laissent pas passer les bactéries. Celles-ci, après filtration sont retenues sur la membrane .

- Mode opératoire

- stériliser un entonnoir à l'aide d'un bec bunsen ;
- le refroidir soit avec de l'eau à analyser ou bien avec de l'eau distillée stérile ;
- mettre en place de façon aseptique une membrane de 0.45u entre la membrane poreuse et l'entonnoir à l'aide d'une pince stérile ;
- fixer ce dernier avec la pince correspondante (Lebres,2002) .

Recherche de coliformes totaux

– Mode opératoire

- remplir de façon aseptique l'entonnoir avec 100ml d'eau à analyser ;
- actionner la pompe à vide pour permettre le passage de l'eau à travers la membrane ;
- retirer ensuite la membrane à l'aide d'une pince stérile et la placer dans une boîte de pétri de 45mm de diamètre contenant de gélose TTC ;
- cette membrane sera incubée à 37°C, pendant 24 h et servira à la recherche des coliformes totaux .

Recherche de coliformes fécaux

– Mode opératoire

- Remplir par la suite l'entonnoir avec 100 ml d'eau à analyser ;
- Actionner de la même façon la pompe à vide pour permettre le passage de l'eau à travers la membrane ;
- Retirer ensuite la membrane à l'aide d'une pince stérile et la placer dans une boîte de pétri de 45 mm de diamètre contenant de la gélose TTC ;
- cette deuxième membrane sera incubée à 44°C , pendant 24h et servira à la recherche des coliformes fécaux.

l'ensemble de ces étapes est représenté par la Fig51 Annexe VIII.

Lecture et interprétation

- après 24heures d'incubation , les coliformes totaux et fécaux (Fig.21) apparaissent sous forme de petites colonies jaunes ou orangées , lisses , légèrement bombées .
- après incubation on compte le nombre de colonies à l'aide de compteur de colonies .

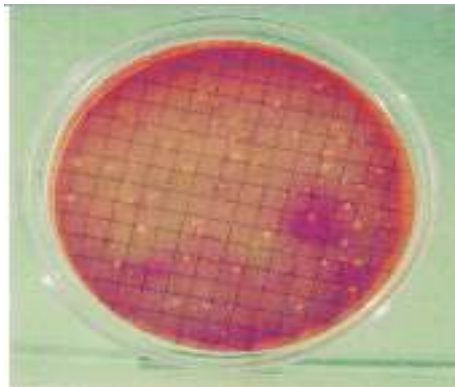


Fig.21 lecture des résultats des coliformes fécaux (**photo originale**)

b) Recherche et dénombrement des spores d'Anaérobies Sulfito-réducteurs

– **Principe**

Les ASR se développant en 24 à 48 heures sur une gélose viande foie en donnant des colonies typiques réduisant le sulfite de sodium (Na_2SO_3) qui se trouve dans le milieu, en sulfure qui en présence de Fe^{+2} donne FeS sulfure de fer de couleur noir. Les spores des ASR constituent généralement des indices de contamination ancienne.

– **Mode opératoire**

- prendre environ 25ml l'eau à analyser, dans un tube stérile, qui sera par la suite soumis à un chauffage de l'ordre de 80°C pendant 8 à 10 minutes dans le but de détruire toutes les formes végétatives des ASR éventuellement présentes ;
- après chauffage, refroidir immédiatement le tube en question, sous l'eau de robinet ;
- repartir ensuite le contenu de ce tube, dans 4 tubes différents et stériles à raison de 5 ml par tubes ;
- ajouter environ 18 à 20ml de gélose viande foie, fondue puis refroidie à 45°C , additionnée d'une ampoule d'Alun de fer et d'une ampoule de sulfite de sodium ;
- mélanger doucement le milieu et l'inoculum en évitant les bulles d'air et en évitant l'introduction d'oxygène ;
- laisser solidifier sur paillasse pendant 30 minutes environ, puis incuber à 37°C , pendant 24 à 48 h ;
- la première lecture doit absolument être faite à 16 h car très souvent les colonies des ASR sont envahissantes auquel cas on se trouverait en face d'un tube complètement noir rendant ainsi l'interprétation difficile voire impossible et l'analyse sera à refaire en utilisant des dilutions décimales de 10^{-1} voire 10^{-2} , la deuxième lecture se fera à 24h et la troisième et dernière à 48 h ;
- dénombre toute colonie noire de 0.5 mm de diamètre, poussant en masse.

L'ensemble de ces étapes est représenté par la Fig52 Annexe VIII.

Interprétation des résultats

Il est donc impératif de repérer et de dénombrer toutes les colonies noires(Fig.22) poussant en masse et de à 20 ml d'eau à

rapporter le total des colonies analyser (SEAL,2009).



Fig.22 lecture des résultats des spores d'Anaérobie Sulfito-Reducteurs (photo originale)

c) Recherche des salmonella par filtration

– **Mode opératoire**

- Tout d'abord , il faudrait stériliser un entonnoir à l'aide d'un bec bunsen
- le refroidir soit avec l'eau à analyse ou bien avec de l'eau distillé stérile
- mettre en place de façon aseptique une membrane de 0,45 μ entre la membrane poreuse et l'entonnoir à l'aide d'une pince stérile.
- Fixer ce dernier avec la pince correspondante ;
- remplir de façon aseptique l'entonnoir avec 100ml d'eau à analyser .
- actionner la pompe à vide pour permettre le passage de l'eau à travers la membrane
- continuer à remplir l'entonnoir jusqu'à 5litres d'eau à analyser selon les dernières recommandation de l'OMS s'il n'ya pas de colmatage des pores de la membrane ;
- retire ensuite la membrane à l'aide d'une pince stérile et la placer dans un flacon contenant du bouillon Sélénite D/C ,qu'on incube à 37°C pendant 18 à 24heures ;
- le lendemain , procéder à un isolement sur gélose Hektoen qui sera incubée à 37°C pendant 24heures ;
- le lendemain repérer les colonies caractéristiques (SEAL,2009).

l'ensemble de ces étapes est représenté par la Fig53 Annexe VIII.

d) Recherche des Vibrions cholériques

Les vibrions se présentent sous formes de bacilles Gram- droits ou incurvés , très mobiles , possédant une oxydase , anaérobies facultatifs ,fermentant le glucose sans production de gaz ni d'H₂S (hautement pathogène) .

– Mode opératoire

Jour 1 : Pré-enrichissement.

Le pré-enrichissement s'effectue sur le milieu Eau Peptonée Alcaline (EPA I), 10 fois concentré, réparti à raison de 50 ml par flacon auquel on ajoute aseptiquement 450 ml d'eau à analyser, puis incuber à 37°C pendant 18 à 24 heures .

Jour 2 : Premier enrichissement et isolement.

Ce flacon fera l'objet :

- d'un premier enrichissement sur milieu EPA II en tubes à raison de 1 ml
- d'un isolement sur gélose GNABI. L'incubation se fait à 37°C pendant 24h .

Jour 3 : Deuxième enrichissement et isolement.

- Le tube d'EPA II fait l'objet d'un isolement sur GNAB II,
- Prise de 1 ml de tube d'EPA II et introduction dans un tube EPA III, puis incubation à 37°C pendant 24 heures .

Jour 4 : Isolement.

Le tube EPA III fait l'objet d'un isolement sur gélose GNAB III .

l'ensemble de ces étapes est représenté par la Fig54 Annexe VIII.

Lecture des boîtes et identification

Les boîtes de gélose GNAB subiront une lecture en tenant compte du fait que les Vibrions se présentent le plus souvent sous forme de grosses colonies lisses et transparentes caractéristiques (**Rodier *et al.*, 2009**).

IV Observation microscopique de la boue activée

– Principe

C'est une technique pour identifier les différentes micro-organismes existants dan la boue activée.

– Mode opératoire

- Mélanger un échantillon de bue activée ;
- Pipeter une goutte de l'échantillon ;
- Etaler une goutte de la suspension bactérienne entre lame et lamelle ;
- Faire une observation microscopique par un microscope photonique au grandissement de $\times 40$ et $\times 100$;
- Identifier les différentes micro-organismes existants dans le bassin d'aération
(Boufris ,2012) .

V. Détermination du rendement d'épuration

L'estimation des rendements d'épuration permet d'apprécier les performances épuratoires du traitement biologique à boues activées dans la réduction des pollutions organiques (DCO, DBO₅, MES, azote total et phosphore total) ainsi que la charge microbienne.

Selon **Coste et Loudet (1987)**, les rendements d'épuration s'expriment en pourcentage, en considération la concentration en amont du paramètre (DCO, DBO₅, MES, azote total ,phosphore total, CF.CT ,ASR) et la concentration aval correspondante en mg/l :

$$R = \frac{\text{La concentration en amont} - \text{la concentration en aval}}{\text{La concentration en amont}} \%$$

II. paramètres de mesures des eaux usées

II.1. paramètres organoleptiques

II.1.1. Couleur

La couleur apparente est due aux matières en suspension et en solution et en fonction des composées chimiques solubles colorés (**Djermakoye, 2005**).

II.1.2. Turbidité

La turbidité est une caractéristique qui exprime le degré de trouble d'un liquide c'est l'inverse de la transparence (**Hade, 2003**).

Cette transparence peut être affectée par la présence de particules en suspension et de matières colloïdales dans l'eau (**Apfelbaum et al., 2009**).

II.2. paramètres physiques

II.2.1. Température (T°)

La température est un facteur écologique important du milieu. Il est important de connaître la température de l'eau avec précision. En effet, celle ci joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la détermination du pH, pour la connaissance de l'origine de l'eau et des mélanges éventuels (**Rodier et al., 1996**).

II.2.2. potentiel d'hydrogène (pH)

Est un paramètre important pour définir le caractère agressif ou incrustant d'une eau. il intervient dans ces phénomènes avec d'autres paramètres comme l'alcalinité, la température (**Djermakoye, 2005**).

II.2.3. Conductivité électrique

La mesure de la conductivité permet d'avoir très rapidement une idée sur la concentration des sels dissous dans l'eau. Une conductivité élevée traduit soit des pH anormaux, soit le plus souvent une salinité élevée (**Edeline, 1992**).

II.2.4.Matière en suspension (MES)

Ce sont les matières non dissoutes contenues dans l'eau. Elles comportent à la fois des éléments minéraux et organiques. la plus grande part des microorganismes pathogènes contenus dans les eaux est associée aux MES (**Tose, 2006**) . Elles donnent également à l'eau une apparence trouble et souvent une mauvaise odeur (**F.A.O, 2003**).

II.3.paramètres chimiques

II.3.1.Oxygène dissous

Parmi les gaz dissous, l'oxygène est celui qui joue le rôle le plus important pour la qualité des eaux, indispensable à la respiration des organismes, il facilite la dégradation des matières organiques détritiques et l'accomplissement des cycles biochimiques. L'oxygène présent dans les eaux est le résultat des échanges entre l'atmosphère et la surface de l'eau ainsi que de l'activité photosynthétique du phytoplancton (**Alzieu, 1989**).

II.3.2 demande biochimique en oxygène (DBO5)

Sa détermination consiste à mesurer la quantité totale de l'oxygène consommé par des processus biochimiques, au cours de l'oxydation des matières organiques dans un échantillon donné .

La DBO5 a été standardisée en DBO5, mesurée au bout de 5 jours considère comme une période significative du processus globale de biodégradation qui prend des semaines (**Pelmont, 2005**).

II.3.3. demande chimique en oxygène (DCO)

C'est la quantité d'oxygène nécessaire à l'oxydation de l'ensemble des matières minérales et organiques biodégradable ou non, présentes dans un milieu (**Bousseboua , 2005**) . La valeur de la DCO est toujours plus élevée que celle de la DBO5. car de nombreuses substances organiques peuvent être oxydées chimiquement mais ne peuvent s'oxyder biologiquement (**Metiche, 2004**). La DCO est également évaluée en mg et même en kg dans les eaux usées industrielles (**Pelmont, 2005**).

II.3.4. Carbone total organique COT

Détermine des propriétés variables du carbone organique dissous et particulaire, du carbone organique provenant de substances volatils et du carbone minéral dissous (**Koller, 2004**) .

II.3.5. Azote total

Exprimé en mg/l, ce paramètre devient de plus en plus important. sa valeur globale dans les eaux usées recouvre toutes les formes, c'est la somme d'azote des formes réduites (organiques et ammoniacal) est appelé azote de KJELDAL et l'azote des formes oxydées (Nitrites NO₂⁻, Nitrates NO₃⁻) (**Botta, 2001**).

$$\text{Azote global} = \text{Azote Kjeldahl} + \text{Nitrites} + \text{Nitrates}$$

II.3.6. phosphore total PT

Le phosphore se trouve dans les eaux usées sous formes :

- ✓ D'orthophosphate , soluble PO₄H₂
- ✓ De polyphosphate qui a tendance à s'hydrolyser en orthophosphate
- ✓ De phosphore non dissous

La somme de ces diverses formes constitue le phosphore total, dont chaque forme peut être mesurée indépendamment des autres par spectrométrie (**Mizi, 2006**).

II.4. Paramètre microbiologique

II.4.1. recherche d'agent pathogène

II.4.1.1. Les virus

Ce sont des organismes infectieux de très petite taille (10 à 350 nm) qui se reproduisent en infectant un organisme hôte.

Ils sont présents soit intentionnellement (après une vaccination contre la poliomyélite, par exemple), soit chez un individu infecté accidentellement. L'infection se produit par l'ingestion dans la majorité des cas, sauf pour le Coronavirus où elle peut aussi avoir lieu par inhalation (**Cshpf, 1995**).

II.4.1.2. Bactéries

Les bactéries sont des organismes unicellulaires simples et sans noyau (tableau 1). Leur taille est comprise entre 0,1 et 10 μm (**Asano, 1998**).

a) Les coliformes totaux CT

Les coliformes sont des bâtonnets, anaérobies facultatifs, Gram (-) non sporulants permettant l'hydrolyse du lactose à 35°C (**Rodier et al., 1996**).

Les coliformes totaux sont présents un peu partout dans la nature, dans les eaux riches en éléments nutritifs, dans les sols, sur la végétation et sur les animaux (**Hade, 2003**).

b) Les coliformes fécaux (CF)

Les coliformes fécaux, ou coliformes thermotolérants, sont un sous groupe des coliformes totaux capables de fermenter le lactose à une température de 44°C. Ce sont des bâtonnets Gram (-), aérobies et facultativement anaérobies, non sporulants (**Rodier et al., 1996**).

c) Anaérobies sulfito-réducteurs

Se sont des bacilles à gram positive, sporogènes, se rencontrent normalement dans les matières fécales et animales. ces spores peuvent survivre dans l'eau et dans l'environnement (**Lebres et al., 2002**).

d) Les Salmonelles

Elles appartiennent à la famille des *Enterobacteriacées* et sont des bâtonnets mobiles Gram (-), aérobies et facultativement anaérobies. Elles fermentent le glucose, le maltose et le mannitol, avec production de gaz, mais elles ne fermentent pas le saccharose. Elles réduisent le sulfite en sulfure et decarboxylent la lysine (**Joly et Reynaus, 2003**).

e) Les Vibrions

Ce sont des bâtonnets incurvés en virgule ou droit, mobiles et aérophiles, Gram- et Oxydase. Les vibrions cholériques des eaux ce sont des halotolérants et peuvent se développer en présence de chlorure de sodium : ils engendrent le choléra (**Delarras, 2003**).

II. paramètres de mesures des eaux usées

Tableau I: Les bactéries pathogènes dans les eaux usées

Agent pathogène	Symptômes, maladie	Voies de contamination principales
<i>Salmonella</i>	Typhoïde, paratyphoïde, salmonellose	Ingestion
<i>Shigella</i>	Dysenterie bacillaire	Ingestion
<i>E. coli</i>	Gastro-entérite	Ingestion
<i>Yersinia</i>	Gastro-entérite	Ingestion
<i>Campylobacter</i>	Gastro-entérite	Ingestion
<i>Vibrio</i>	Choléra	Ingestion
<i>Leptospira</i>	Leptospirose	Cutanée/Inhalation/Ingestion
<i>Legionella</i>	Légionellose	Inhalation
<i>Mycobacterium</i>	Tuberculose	Inhalation

Source : **Asano (1998)**

II.5. Paramètres biologique (Plancton)

II.5.1. Zooplancton

Est constitué par les protozoaires et les métazoaires :

-les protozoaires :

Les protozoaires sont des organismes unicellulaires comportant une seule cellule eucaryote. ils sont hétérotrophes et leur mode de nutrition se fait par ingestion ou phagocytose (**Crouzilles, 2009**).

L'embranchement des protozoaires comprend des ciliées, les flagelles, les rhizopodes et les sporozoaires (**Wery, 1995**).

-Métazoaire

Ce sont des animaux multicellulaires avec des temps de génération beaucoup plus long (**Canler, 1999**).

III. Epuration des eaux usées

III.1. station d'épuration

Une station d'épuration peut s'apparenter à une usine de dépollution des eaux usées avant leur rejet en milieu naturel, généralement en rivière, par sa fonction, elle est installée à l'extrémité d'un réseau de collecte des égouts et en amont du milieu naturel elle rassemble une succession de dispositifs, empruntés tour à tour par les eaux usées, chacun de ces dispositifs étant conçu pour extraire au fur et à mesure les différents polluants contenus dans les eaux (Vandermeersch, 2006).

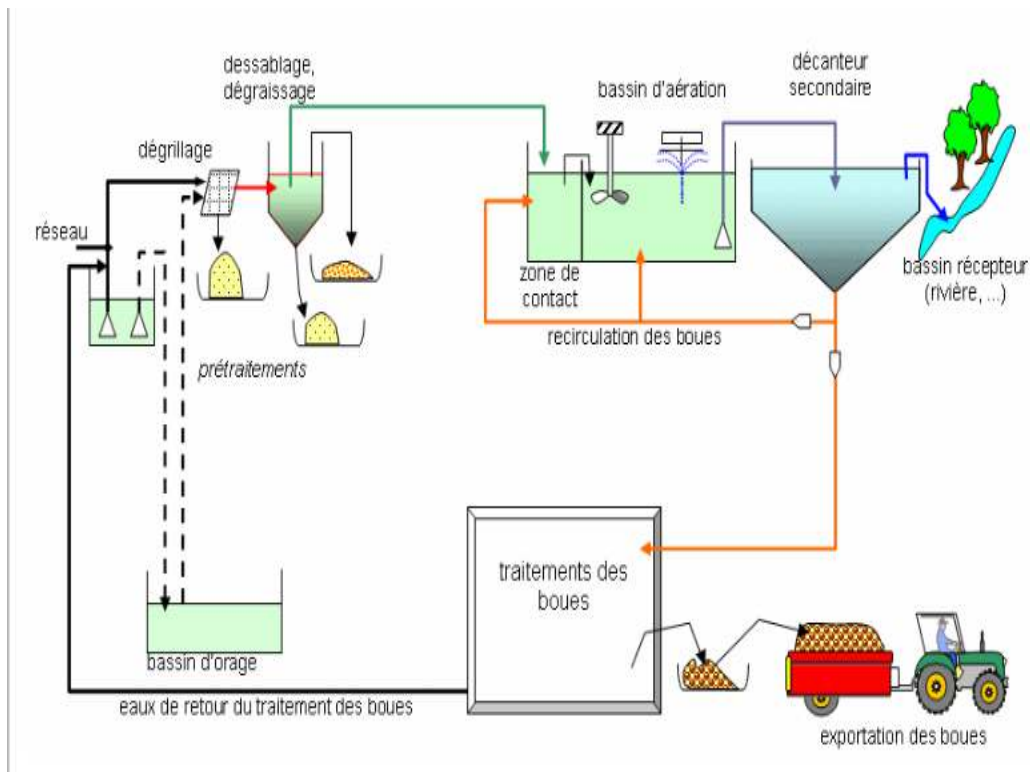


Fig.1 Schéma général de la station d'épuration par boues activées (Déronzier *et al.*, 2008)

III. Epuration des eaux usées

III.2. Les différentes étapes d'une station d'épuration

Emmanuel (2001) parle de quatre (4) types de traitements des eaux usées :

- les prétraitements.
- le traitement primaire.
- le traitement secondaire.
- le traitement tertiaire.

III.2.1. Les prétraitements

Le prétraitement a pour objectif de débarrasser l'effluent entrant sur la STEP des matières et particules qui risquent gêner l'exploitation des ouvrages ou endommager les équipements électromécaniques placés en aval (Audic *et al* ., 2002). Ils se composent de 3 étapes :

- Le dégrillage

Consiste à faire passer les eaux usées au travers d'une grille dont les barreaux, plus ou moins espacés, retiennent les éléments les plus grossiers. Après nettoyage des grilles, les déchets sont évacués avec les ordures ménagères (Vandermeersch, 2006).

-le dessablage

Est constitué d'un bassin où la réduction de vitesse d'écoulement permet la décantation des sables, ces derniers seront récupérés par pompage. Par ce processus, sont enlevés de l'eau les éléments grossiers et les sables de dimension supérieure à 200 microns (Renou, 2006).

-le déshuilage-dégraissage

Il se base également sur la réduction de vitesse d'écoulement des eaux afin de faire flotter les graisses. Cette flottation est accélérée par l'injection de microbulles d'air par le fond. Les graisses sont ensuite raclées en surface (Renou, 2006).

III.2.2. Traitement primaire

Le traitement s'effectue par voie physico-chimique avec pour but d'extraire le maximum de matières en suspension et de matières organiques facilement décantables. Trois voies de traitement sont possibles :

III. Epuration des eaux usées

- **la décantation (processus physique)** : le principe de séparation solide-liquide est la pesanteur, les matières en suspension ou colloïdales tendent à se séparer du liquide par sédimentation ;

- **la flottation (processus physique)** : par opposition à la décantation, la flottation est un procédé de séparation solide-liquide ou liquide-liquide

- **la décantation associée à l'utilisation d'un coagulant- flocculant (voie physico-chimique)** : le principe est ici 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**).

III.2.3.Traitement secondaire

L'objectif est l'élimination de la pollution azotée et phosphorée .la capacité autoépuration de microorganismes dont l'activité est améliorée en la plaçant dans des conditions optimales. L'épuration par la biomasse peut prendre plusieurs formes : systèmes à culture libre ou fixée , procédé intensif ou extensifs quelle que soit la technologie , le principe du traitement biologique est le même (**Degrement, 2005**).

❖ Elimination du Phosphore

L'élimination du phosphore, ou « déphosphatation », peut être réalisée par des voies physico chimiques ou biologiques :

-Par voix biologique durant la phase anaérobie (anoxie) , le phosphore est relargué .cependant lors de la phase aérobie , le phosphore précédemment relargué est réassimilé en quantité supérieur , permettant ainsi une surconsommation biologique du phosphore , qui est extrait avec les boues excès (**Renou, 2006**)

-Par voix chimique la déphosphatation l'adjonction de réactifs, comme des sels de fer ou d'aluminium, permet d'obtenir une précipitation de phosphates insolubles et leur élimination par décantation (**Miquel, 2003**).

❖ Elimination de l'azote

L'azote contenu dans les eaux usées est généralement présent sous formes organique et/ou ammoniacale. La nitrification suivie par la dénitrification est vraisemblablement la technique la plus efficace d'élimination de l'azote dans les eaux usées.

III. Epuration des eaux usées

La première étape consiste essentiellement en une conversion complète de l'ammonium et de l'azote organique en nitrate sous conditions fortement aérobies.

La seconde étape est la réduction des nitrates en azote gazeux. Cette réaction est aussi activée par des bactéries et requiert une source de carbone (**Manahan, 2000**).

III.2.3.1. Les procédés biologiques extensifs le lagunage

Le lagunage utilise des mécanismes naturels pour traiter les eaux usées : bactéries, photosynthèse et pouvoir germicide de la lumière et de certaines algues. Un traitement par lagunage comprend en général trois types de bassins :

- Le bassin anaérobie permet de diminuer la charge en matière organique. L'anaérobiose est obtenue en apportant un effluent très chargé en matière organique. Ce type de bassin pose parfois des problèmes d'odeur, notamment à cause de la formation de composés soufrés.
- Le bassin facultatif permet le développement d'algues photosynthétiques qui vont produire de l'oxygène, tout en diminuant la charge en matière organique.
- le bassin de maturation va permettre l'élimination des pathogènes, sous l'action conjuguée des UV et du pouvoir germicide de certaines algues (**Cauchi et al., 1996**).
-

III.2.3.2. Les procédés biologiques intensifs

Le principe de ces procédés est de localiser sur des surfaces réduites et d'intensifier les phénomènes de transformation et de destruction des matières organiques que l'on peut observer dans le milieu naturel. Deux types d'installation sont utilisés :

❖ **Les installations à "cultures fixées"**, d'où on distingue différents types de supports pour les cultures bactériennes : les disques biologiques et lits bactériens.

- Lits bactériens

le principe de fonctionnement d'un lit bactérien, quelque fois appelé « filtre bactérien » ou « filtre percolateur », consiste à faire ruisseler les eaux usées, préalablement décantées, sur une masse de matériaux poreux ou caverneux qui sert de support aux micro organismes (bactéries) épurateurs. Pour ce type de procédé on définit sa biomasse, c'est-à-dire la quantité de matière vivante par unité de surface ou de volume (**Deshayes, 2008**).

III. Epuration des eaux usées

- Disques biologiques

C'est une technique faisant appel aux cultures fixées est constituée par les disques biologiques tournants où se développent les micro-organismes et forment un film biologique épurateur à la surface des disques. Les disques étant semi immergés, leur rotation permet l'oxygénation de la biomasse fixée (**Mekhalif, 2009**).

❖ Les installations à "cultures libres", ou par boues activées.

Dans ce procédé, les bactéries se trouvent en suspension dans l'eau du bassin par un brassage continu. Elles sont donc en contact permanent avec les matières organiques dont elles se nourrissent, et avec l'oxygène nécessaire à leur assimilation. Afin de conserver un stock constant et suffisant de bactéries pour assurer le niveau d'épuration recherché, une grande partie des boues extraites du décanteur est réintroduite dans le bassin d'aération ; on parle alors de recirculation des boues. La fraction restante est évacuée du circuit et dirigée vers les unités de traitement des boues, elle constitue les « boues en excès » (**Vandermeersch, 2006**).

Une station de traitement à boue activée comprend donc :

- Un bassin d'aération dans lequel l'eau à épurer est mise en contact avec la masse bactérienne épuratrice et oxygénée en continu ;
- Un décanteur dans lequel s'effectue la séparation de l'eau épurée et de la culture bactérienne (flocs) ;
- Un dispositif de recirculation assurant le retour vers le bassin d'aération des boues biologiques récupérées dans le décanteur, ainsi qu'un dispositif d'extraction et d'évacuation des boues en excès (**Dubriel, 2001**).

III.2.3.3. Traitement tertiaire

Il s'agit d'un ou plusieurs traitements complémentaires qui améliorent un paramètre spécifique de la qualité de l'eau rejetée en vue de protéger le milieu récepteur dans une zone localement plus vulnérable .parmi les traitements existants :

-la désinfection : les techniques classiques sont utilisées : chloration, ozonation ou irradiation par rayonnement ultraviolet (UV) .toutefois les composées chlorées se révèlent toxique pour l'écosystème aquatique et le cout de l'zone est élevé, c'est pourquoi le traitement privilégie est plutôt la désinfection par (UV) (**Renou, 2006**).

III. Epuration des eaux usées

-le traitement sur charbon actif il peut être intéressant pour l'élimination de certaines molécules résistantes au traitement biologique, bien souvent lorsque la STEP accueille des eaux industrielles. il permet par exemple d'enlever la couleur de l'effluent (**Renou, 2006**).

III.3.Boues

Le traitement des eaux usées dans les stations d'épuration s'accompagne d'une production importante de boues résiduelles (**Vellaud, 1989**).

III.3.1.Composition des boues

La composition exacte des boues varie en fonction de l'origine des eaux usées, de la période de l'année et du type de traitement et de conditionnement pratiqué dans la station d'épuration (**Werther et Ogada, 1999**). Les boues résiduelles représentent avant tout une matière première composée de différents éléments (Matière organique, éléments fertilisants (N et P ...), d'éléments traces métalliques, d'éléments traces organiques et d'agents pathogènes) (**Singh et al. , 2004**).

III.3.2.Les différentes filières de traitement des boues

Généralement, le traitement des boues a deux objectifs :

- **La stabilisation** pour empêcher ou réduire les problèmes de fermentation et d'éviter ainsi les nuisances olfactives. La stabilisation peut être biologique par voie aérobie (compostage) ou anaérobie (méthanisation) ou chimique (chaulage ou autres traitements). La stabilisation biologique présente l'avantage de limiter l'évolution ultérieure de la composition des boues (**Amir, 2005**).
- **La déshydratation** et la concentration des boues qui a pour objectif de réduire leur volume (plus de 97 % d'eau) par épaissement et/ou par déshydratation pour faciliter par la suite leur transport et leur stockage (**Ademe, 1996**).

IV. circonstance des eaux usées en Algérie

L'Algérie occupe la seconde place en Afrique en matière de traitement des eaux usées avec 87% de la population qui sont raccordés au réseau d'assainissement urbain, a annoncé le ministre des Ressources en eau **31 janvier 2013** .

Les eaux usées représentent une des composantes de l'offre globale en eau au même titre que les eaux superficielles et souterraines. En Algérie, leur volume annuel est estimé à 600 millions de m³ dont quelque 550 millions de m³ correspondent aux agglomérations de taille supérieure à 50 000 habitants

selon un responsable de **l'ONA 2013** l'Algérie ne comptait, en 1999, que 45 stations d'épuration, réalisées depuis l'indépendance dont 12 seulement en service en 2000 avec une capacité de traitement qui ne dépassait pas 90 millions d'eau usée traitée, L'Algérie dispose actuellement de 145 stations d'épuration d'une capacité de 800 millions de m³/an. L'objectif étant d'arriver à 200 stations à l'horizon de 2015 pour traiter 1,2 milliard de m³/an.

▪ L'ONA en chiffres

- volume d'eaux usées rejeté 600 million de m³/an
- Volume mensuel des eaux épurées : **12,2 millions de m³**;
- Débit moyen journalier des eaux usées épurées : **434 751 m³/j**.
- capacités installées 800 millions m³/an.

I.1. Définition des eaux usées

Les eaux usées sont définie comme étant des eaux ayant été utilisées pour des usages domestiques, industriels ou même agricole, constituant donc un effluent pollué et qui sont rejetées dans un émissaire d'égout (**Ramade, 2000**).

I.2. Origines des eaux usées

Les effluents a traiter ont des origines différentes, comme par exemple les eaux naturelles, les effluents urbains ou industriels (**Degrémont, 2005**), les eaux usées ont trois origines possibles :

- ✓ Les eaux usées domestiques.
- ✓ Les eaux usées industrielles.
- ✓ Les eaux de ruissellements.

I.2.1. Les eaux usées domestiques

Les eaux usées domestiques sont essentiellement porteuses de pollutions organiques. Elles se repartissent en deux catégories :

- **les eaux ménagères** des salles de bain et des cuisines qui sont généralement chargées de substances biodégradables, de détergents, de produits nettoyants, désinfectants, et détartrants ainsi que de pesticides pour usage domestique et de solvants pour le bricolage ces eaux peuvent aussi contenir des polluants cosmétiques et médicamenteux (**Elskens, 2010**).
- **Les eaux vannes** comprenant les rejets de toilettes. Ces dernières sont chargées de diverses matières organiques azotées et de germes fécaux (**Pons et al ., 2008**).

I. 2.2. Les eaux usées industrielles

Elles sont très différentes des eaux usées domestiques .leurs caractéristiques varient d'une industrie à l'autre. En plus de matières organiques, azotées ou phosphorées.

Elles peuvent également contenir des produits toxiques, des solvants, des métaux lourds, des micropolluants organiques, des hydrocarbures .en raison de leur spécificité, certaines d'entre elles doivent faire l'objet d'un prétraitement de la part des industries avant d'être rejetées dans les réseaux de collecte (**Baumont *et al.*, 2004**) .

I.2.3. Les eaux de ruissellements

Elle proviennent des eaux de pluie qui ruissellent sur les surfaces imperméabilisées, en générale en zone urbaine, sont collectées par le même réseau que celui des eaux domestique et de ruissellement à savoir un réseau unitaire (**Baumont, 2005**).

I.3. Les principaux polluants des eaux

Selon **Hugo (2007)** les principaux polluants sont :

- **Les matières organiques** : constituent, de loin, la première cause de pollution des ressources en eaux. Ces matières organiques (déjections animales et humaines, graisses,...) sont notamment issues des effluents domestiques, mais également des rejets industriels (industries agro-alimentaire, en particulier). La pollution organique peut être absorbée par le milieu récepteur tant que la limite d'auto-épuration n'est pas atteinte.
- **Les éléments minéraux** : regroupent essentiellement les produits azotés ainsi que les produits phosphorés. Ces matières proviennent principalement des activités agricoles. La pollution minérale des eaux peut provoquer le dérèglement de la croissance végétale ou des troubles physiologiques chez les animaux.
- **Les matières pathogènes** : sont constituées de virus et bactéries entraînant souvent une inhibition des mécanismes biologiques. La pollution microbiologique se développe conjointement à la pollution organique, par une prolifération des germes d'origine humaine ou animale dont certains sont éminemment pathogènes.
- **Les substances toxiques** : sont des composés chimiques de synthèse, issus des activités industrielles et agricoles. Les conséquences souvent dramatiques de la pollution chimique sur les écosystèmes, varient suivant la concentration de composés dans les rejets.

• **Les hydrocarbures** : provenant des industries pétrolières et des transports, ces composés chimiques sont des substances peu solubles dans l'eau et sont difficilement biodégradables. Leur densité inférieure à celle de l'eau les fait surnager et leur vitesse de propagation dans le sol est 5 à 7 fois supérieure à celle de l'eau. Ils constituent un redoutable danger pour les nappes phréatiques.

Les métaux lourds : les plus fréquemment rencontrés mais qui sont aussi les plus dangereux sont le mercure, le cuivre, le cadmium, le chrome, le plomb et le zinc. Ils ont la particularité de s'accumuler dans les organismes vivants ainsi que dans la chaîne trophique. La pollution radioactive peut avoir des effets cancérogènes et mutagènes sur les peuplements aquatiques.

I. 4. Les déversements d'eaux usées dans le milieu naturel

Le rejet direct des eaux usées dans le milieu naturel perturbe l'équilibre aquatique en transformant les rivières en égouts à ciel ouvert. Cette pollution peut aller jusqu'à la disparition de toute vie. Il faut retirer des eaux usées un maximum de déchets, avant de les rejeter dans l'environnement, pour que leur incidence sur la qualité de l'eau, en tant que milieu naturel aquatique, soit la plus faible possible (**Chellé *et al.*, 2005**).

Quant les eaux usées ou les eaux résiduaires industrielles ne sont pas épurées avant 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 effets à long terme, parfois irréversibles dans le domaine de la vie humaine (**Vaillant, 1974**).

I.5. La nécessité de l'épuration

Ce qui précède démontre la nécessité de l'épuration des eaux usées et des eaux résiduaires industrielles. 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 coquillages, navigation, baignades et autres activités sportives) (**Xanthoulis, 1993**).

I. Résultats et discussion

Les résultats des analyses des eaux usées de la station d'épuration de Réghaïa sont reportés intégralement dans l'Annexe IV, V.

L'évolution des paramètres étudiés est représentée aux formes de graphiques (Fig23 Fig37). Les résultats ont été comparés avec les normes de rejet de l'OMS appliquées en Algérie 2006, valeurs fixées par le Décret exécutif n° 93-160 du 10 Juillet 1993 (Journal Officiel de la République Algérienne, 2006), sont représentées dans le tableau IX annexes VII.

I.1. Evolution des paramètres physico-chimiques

I.1.1. La température

Au niveau de la station d'épuration de Réghaïa, les valeurs de la température à l'entrée de la station sont comprises entre 11,3 et 17,8 °C avec une moyenne de 14,66°C. Et pour la sortie 11,4 et 18°C avec une moyenne de 14,49. Ces valeurs sont en relation directe avec la température de saison.

L'analyse de ce paramètre est très importante, car elle conditionne de nombreux paramètres, tels que la conductivité électrique, l'oxygène dissous et le pH, ainsi que les réactions de dégradation et minéralisation de la matière organique. L'élévation de la température s'accompagne toujours d'une modification des propriétés de l'eau, la densité et la viscosité qui favorisent l'autoépuration et accroît la vitesse de sédimentation, ce qui peut présenter un intérêt dans les stations d'épuration (**Rodier et al., 2005**).

La température des eaux usées influe beaucoup sur l'efficacité du procédé de traitement, par exemple, la décantation est plus efficace à des températures élevées. De plus, l'activité biologique prenant place lors du traitement décroît avec le froid, la vitesse de nitrification est très ralentie en dessous de 10°C (**Martin, 1979**), les valeurs de température de la STEP de Réghaïa sont conformes aux normes.

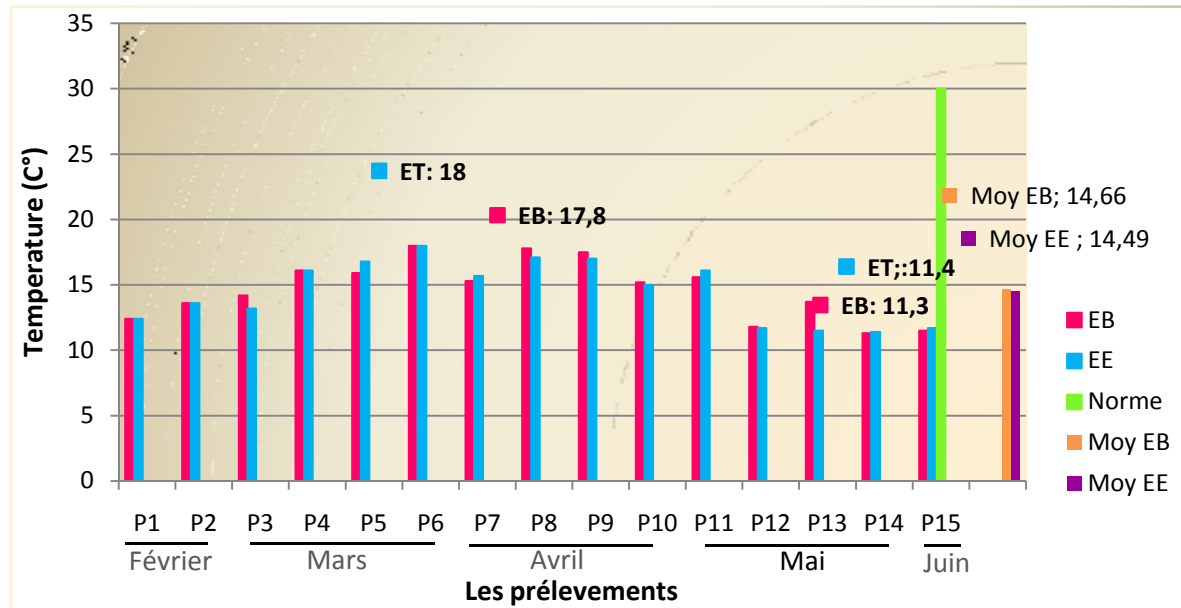


Fig.23 Evolution de la température dans la STEP de Réghaïa

I.1.2. Le potentiel d'hydrogène pH

La plage de pH acceptable dans le cas des eaux usées est de 6,5 à 8,5. Dans le cas d'une station d'épuration des eaux usées, une eau acide aura tendance à corroder ou à user l'équipement alors qu'une eau alcaline occasionnera des dépôts de tartre dans les conduites (Xanthoulis, 1993).

Les valeurs de pH relevées de l'eau brute varient de 7 à 7,62 avec moyenne 7,35 et pour l'eau traitée varient de 6,39 à 7,76 avec moyenne 7,33.

On note une légère différence entre l'eau brute et l'eau épurée, ceci due probablement aux réactions chimiques et /ou biologiques qui produisent des ions acides ou qui consomment des ions basiques (Rejsek, 2002).

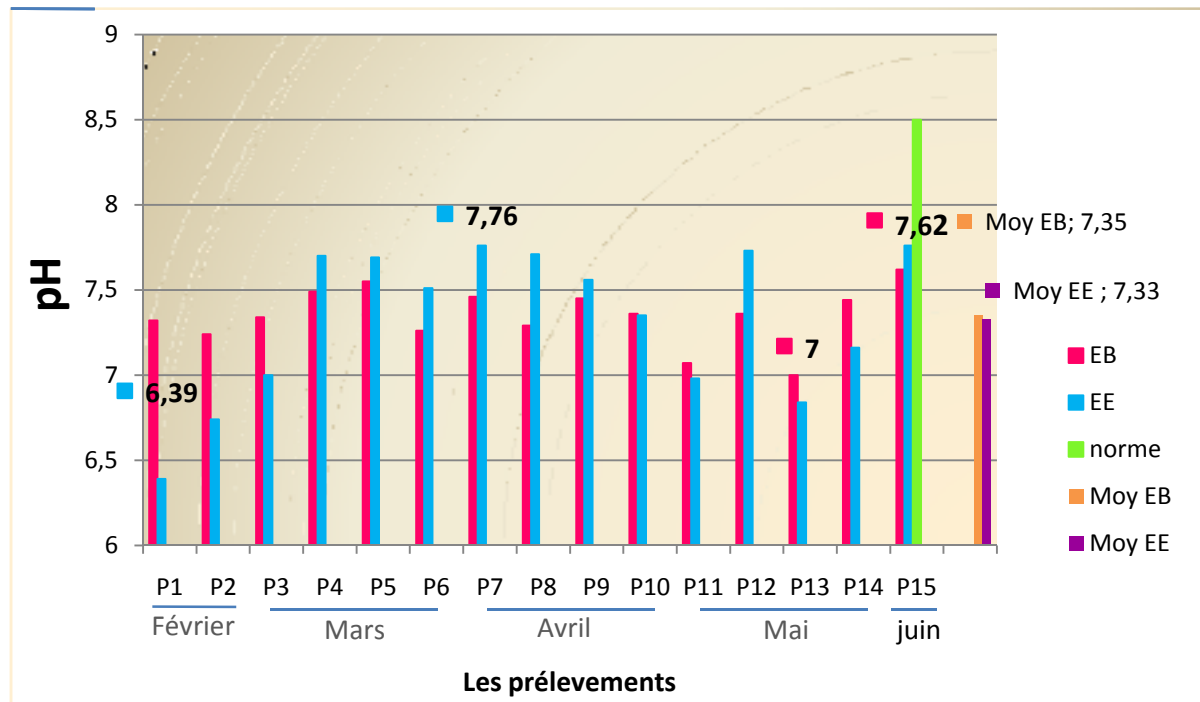


Fig.24 Evolution du pH dans la STEP de Réghaïa

I.1.3.La conductivité

Les valeurs de la conductivité électrique enregistrées au sein de la station d'épuration varient de 1324 à 2040 $\mu\text{s}/\text{cm}$ (Moy 1714 $\mu\text{s}/\text{cm}$) pour l'eau brute . par contre pour l'eau épurée comprise entre 897 à 1893 $\mu\text{s}/\text{cm}$ (Moy 1590 $\mu\text{s}/\text{cm}$).

Ces valeurs de conductivité électrique élevées traduisent selon (**Gaujous, 1995**) une minéralisation importante et indiquent ainsi une certaine richesse en sels, expliquant les valeurs élevées enregistrées toujours à l'entrée. La diminution des valeurs de l'entrée vers la sortie au niveau de la station d'épuration est probablement due au traitement biologique effectué sur l'eau usée et à la sédimentation des sels minéraux dans le clarificateur.

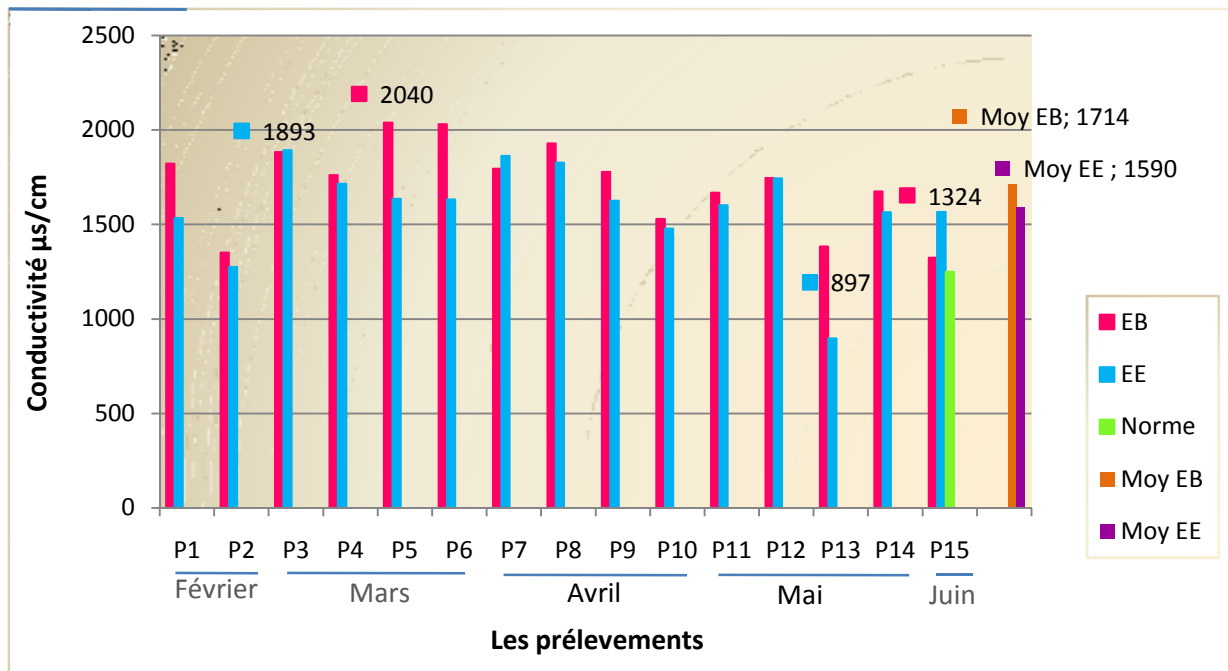


Fig.25 Evolution de la conductivité dans la STEP de Réghaïa

I.1.4. Matière en suspension MES

L'analyse des MES révèle une diminution importante des valeurs de l'entrée comprise entre 134 à 472mg/l (Moy241mg/l) vers la sortie oscille 4 à 28 mg/l (Moy 21,45 mg/l) de la station d'épuration.

La teneur des eaux en MES est variable, à cause des divers facteurs qui la conditionnent et la nature elle même de l'eau, qu'elle soit résiduaire ou naturelle. La connaissance de ce paramètre (ainsi que le taux de résidu sec) renseigne sur les possibilités épuratoires de certains ouvrages de traitement, décanteurs par exemple, et intervient dans l'évaluation de la production des boues en excès (Bechac et Boutill, 1987).

Le résultat obtenu au niveau de l'entrée de station d'épuration est évidemment élevé car il s'agit d'eau usée urbaine et industrielle, et sa diminution à la sortie est due au traitement d'épuration qu'a subie l'eau usée.

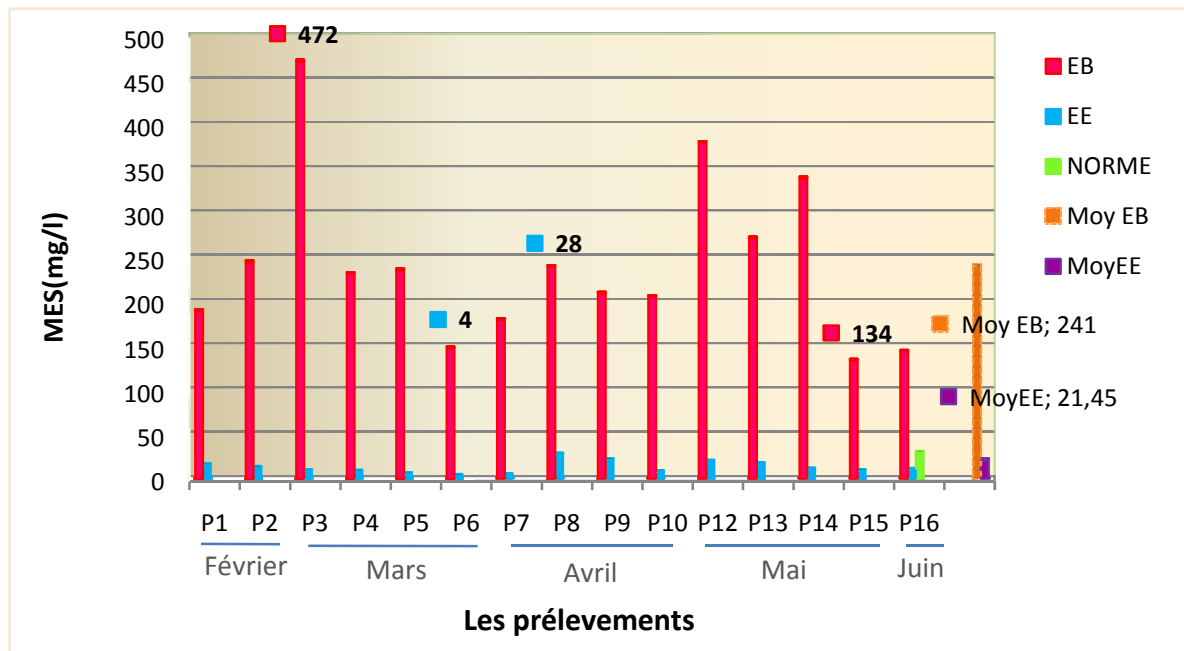


Fig.26 Evolution des MES dans la STEP de Réghaïa

I.1.5. La demande biologique en oxygène

La figure 27 montre Les valeurs de la DBO₅ enregistrées au sein de la STEP varient de 110 à 230 mgO₂/l avec moyenne 173 mgO₂/l pour l'eau brute, les variations des concentrations en DBO₅ de l'eau brute s'expliquent par la nature des eaux usées de la STEP de Réghaïa.

Cependant, on constate que le maximum de pollution organique biodégradable est éliminé par la station, les effluents épurés s'appauvrissent, ils montrent des teneurs en DBO₅ entre 3 mgO₂/l et 41 mgO₂ /l avec moyenne 7,93 mgO₂/l.

L'augmentation de concentration de prélèvement 8 de l'eau épurée est en relation avec la charge en matières organiques biodégradable (**Bliefert et Perraud, 2009**)

La valeur minimale enregistrée au niveau de la sortie de la station d'épuration, indique que le traitement biologique effectué sur l'eau usée est très acceptable, surtout si on considère que la norme **OMS (2006)** exige une DBO₅ < 30mg/l.

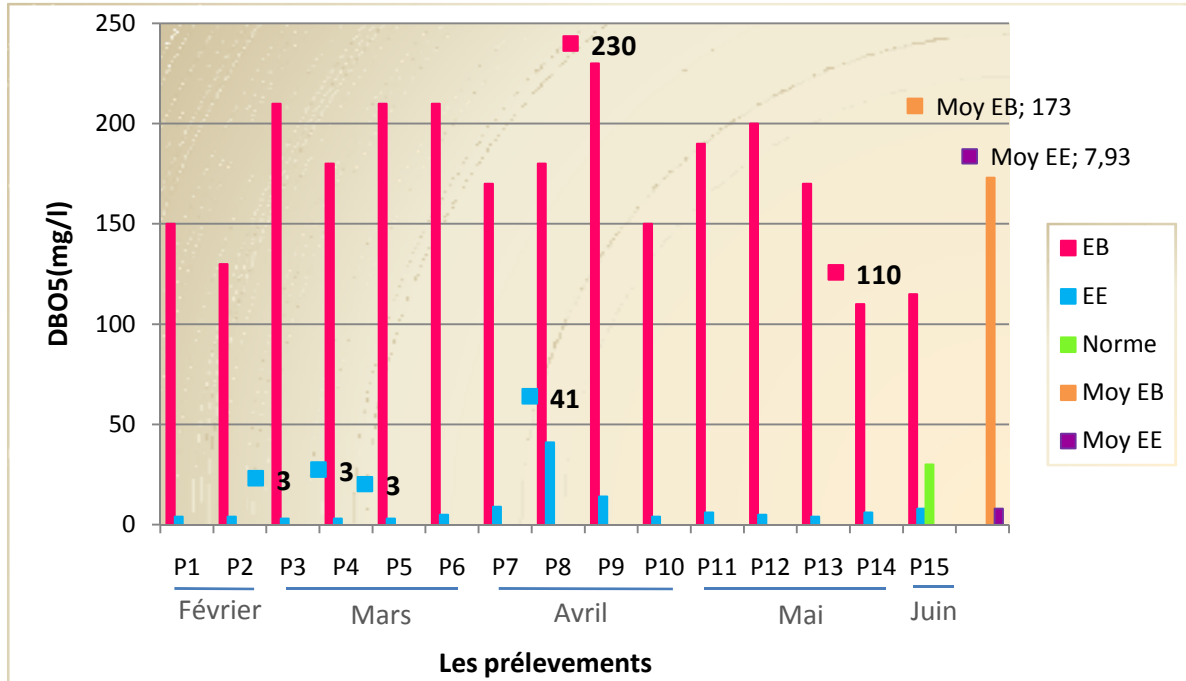


Fig.27 Evolution de la DBO₅ dans la STEP de Réghaïa

I.1.6. La demande chimique en oxygène DCO

Les teneurs en DCO enregistrées au niveau des eaux étudiées sont comprises entre 198 à 508 mgO₂/l avec moyenne 352,64 mgO₂/l pour l'eau brute. Concernant l'effluent épurée, les valeurs enregistrées de la DCO sont largement inférieure à celle de l'eau brute, elles varient entre 21 mg O₂/l et 86,5 mgO₂/l (Moy 42,98 mgO₂/l) . Cette diminution est due à la réduction de la DCO au niveau du bassin d'aération. En outre, la décantation au niveau des décanteurs permet une bonne décantation de boues (Figure 28).

On remarque que les teneurs de la DCO de l'effluent épurée ne dépassent pas la moyenne 42,98 mgO₂/l ce qui est conforme aux normes **OMS (2006)** du rejet dont la valeur maximale est fixée à 90 mgO₂/l.

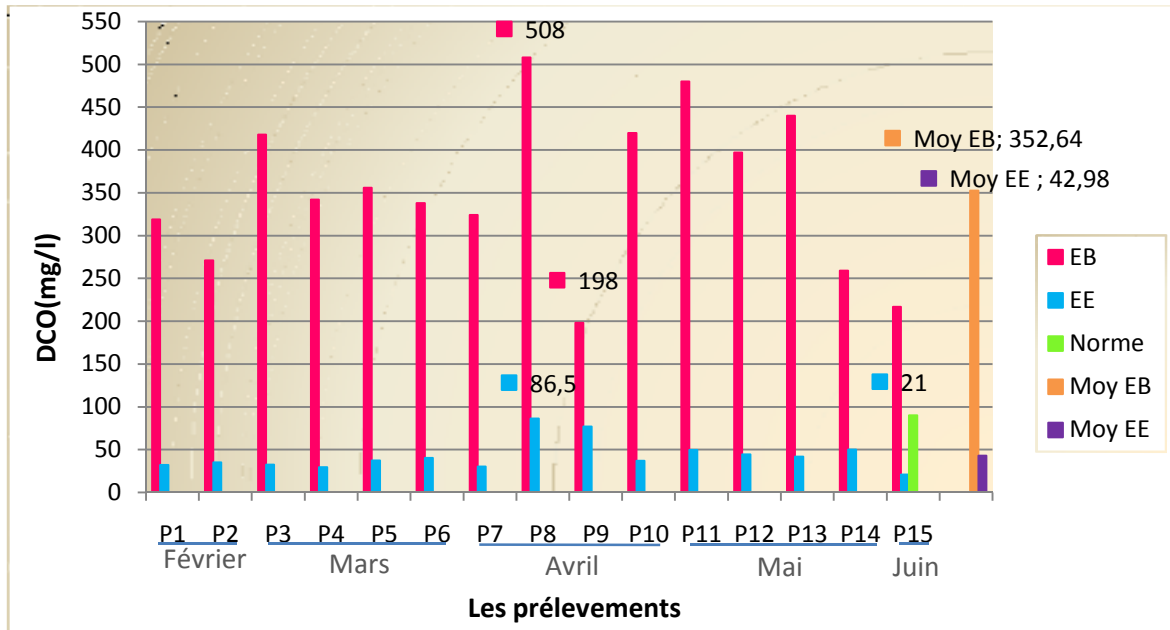


Fig.28 Evolution de la DCO dans la STEP de Réghaïa

I.1.7. Rapport de biodégradabilité (DCO/DBO₅)

Le rapport DCO/DBO₅ est l'indice de la biodégradabilité en milieu liquide d'un effluent. Il caractérise son aptitude à un traitement biologique (Hamdi *et al*., 2012). Le rapport DCO/DBO de l'effluent brute varie de 0,86 à 2,82 mg O₂/l.

La valeur moyenne du rapport DCO/DBO₅ est de 2.07mg o₂/l, selon N'diaye *et al* (2011) la valeur DCO/DBO₅ conforme avec celui des eaux usées présentant un rapport DCO/DBO₅ inférieur à 3, d'après Mustin (1989) plus le rapport est faible plus l'effluent est biodégradable.

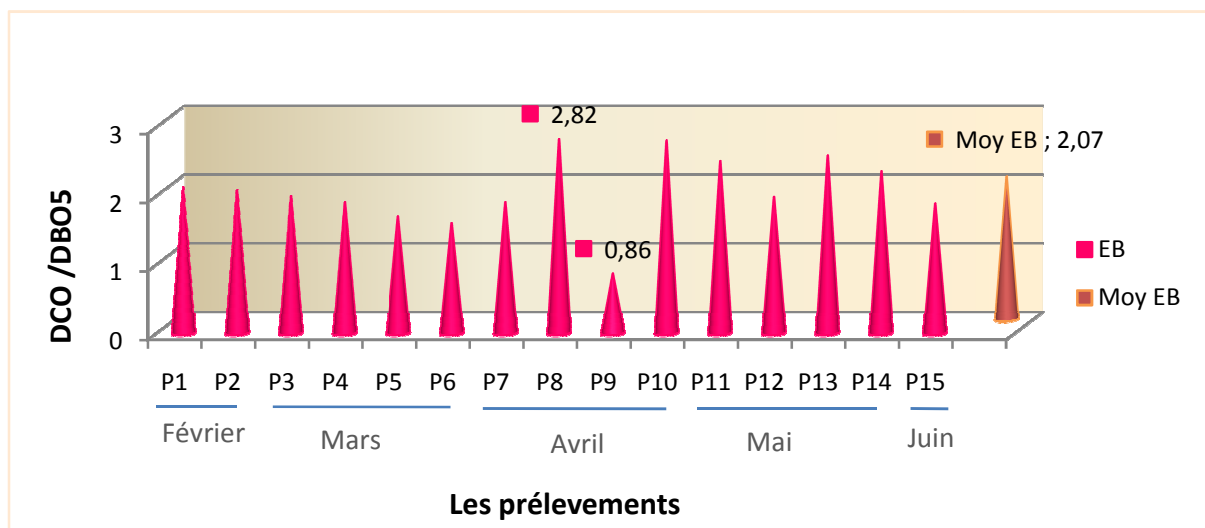


Fig.29 Evolution le rapport DBO₅/DCO dans la STEP de Réghaïa

I.1.8. Les matières azotées

L'azote est présent dans les effluents sous différentes formes : azote organique (Norg), azote ammoniacal (ammoniac NH_3 , ion ammonium NH_4^+), nitrates (NO_3^-), nitrites (NO_2^-) (Koller, 2004)

1) Azote totale

Les résultats obtenus indiquent les teneur en azote total qui diminue de l'entrée varie entre (26,4-69,2mg/l avec moyenne 42,32mg/l) vers la sortie varie entre (6,6-20,3 mg/l avec moyenne 13,41 mg/l) de la station d'épuration, les teneurs de l'azote épurée est conforme aux normes de rejets de L'OMS 2006 applique en Algérie (<50mg/l).

La réduction de l'azote total montre que ce dernier a été assimilé par les bactéries. Le phénomène de la nitrification et de la dénitrification se déroulent dans les bassins d'aération. Les mêmes remarques ont été rapportées dans les travaux de Chachuat *et al* en 2007.

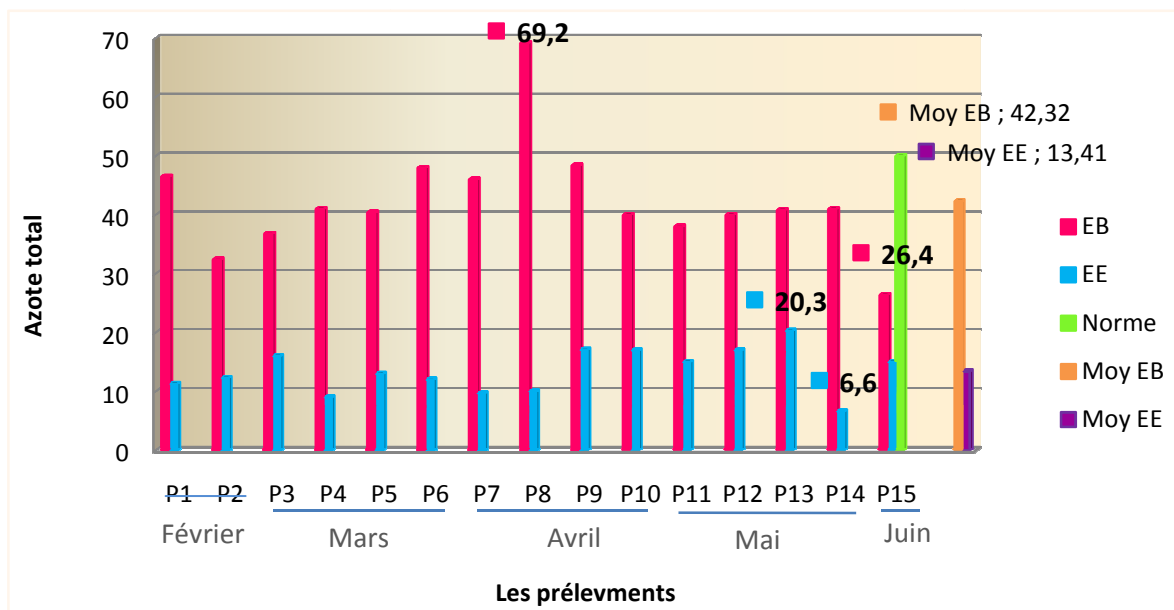


Fig.30 Evolution de l'azote total dans la STEP de Réghaïa

2) Ammonium

Au niveau de la station d'épuration on note que les teneurs en azote ammoniacal diminuent de l'entrée varie entre (14,3-34,5 mg/l avec moyenne 25,28mg/l) vers la sortie (1,8-18,2mg/l avec moyenne 7,3 mg/l).

Résultats et discussion

D'après Nisbet et Vernaux (1970), l'azote ammoniacal rencontré dans les eaux usées, et dont la présence est anormale, traduit habituellement un processus de dégradation incomplète de la matière organique lorsque la teneur en oxygène est insuffisante pour assurer sa transformation. Cela explique l'élévation des teneurs en NH_4^+ de l'eau usée avant le traitement.

La baisse des teneurs en azote ammoniacal au niveau de la station d'épuration de l'entrée vers la sortie est le fait du processus d'épuration biologique par boues activées qui permet de diminuer la charge polluante en NH_4^+ . Cette baisse est mise en œuvre par une réaction chimique dite nitrification autotrophique qui fait appel à des bactéries nitrifiantes (ex : *Nitrosomonas*, *Nitrobacter*).

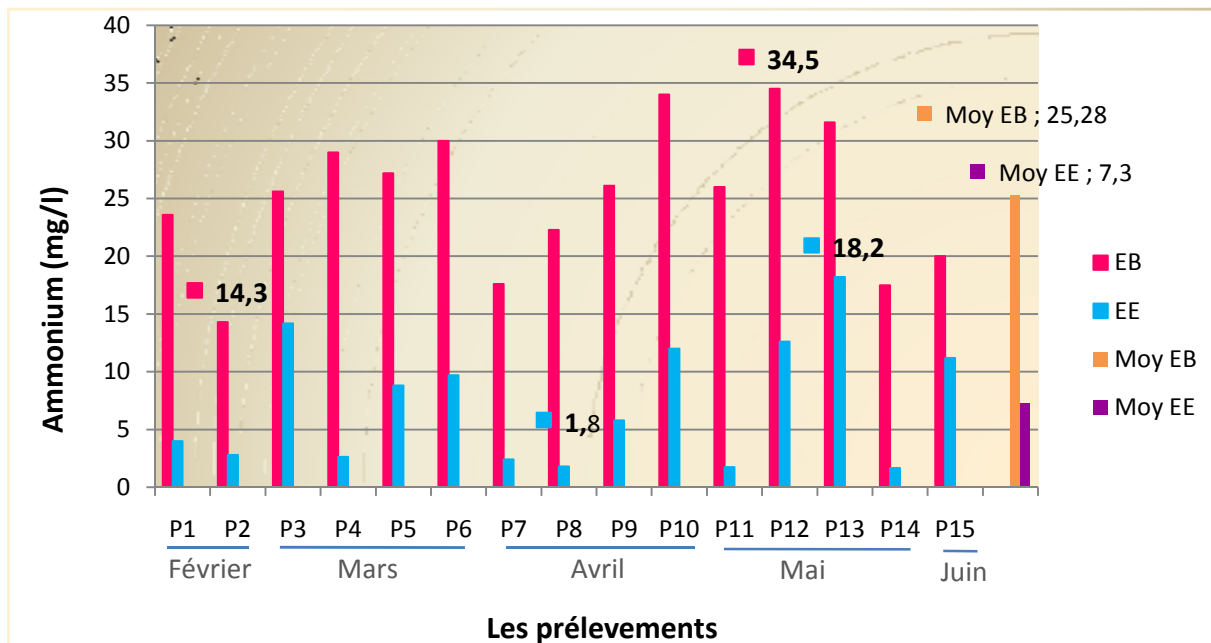


Fig. 31 Evolution de l'Ammonium dans la STEP de Réghaïa

3) Les nitrites

Les valeurs des teneurs en nitrites pour la station d'épuration sont comprises entre 0,108-1,15 mg/l avec une moyenne de 0,36 mg/l (l'eau brute). Ceci est fonction de la qualité d'eau usée et varie entre 0,11-0,51 mg/l avec une moyenne de 0,26 mg/l (l'eau épurée).

Les nitrites proviennent soit d'une oxydation incomplète de l'ammoniacale où la nitrification n'était pas conduite à son terme, soit d'une réduction des nitrates sous l'influence

Résultats et discussion

d'une action dénitrifiante à des températures élevées, cette dernière joue un rôle important pour le fonctionnement du système de traitement (**Choubert, 2002**).

Une valeur de 0,51 mg/l a été enregistrée pour le prélèvement 11 de l'eau épurée (figure32) ceci est probablement liée à la température relativement élevée. Les travaux de **Sanz et al., (1996)** montrent qu'il existe des changements de l'activité de la biomasse autotrophe nitrifiante sous l'effet des variations de la température, ce qui influence le taux de nitrification. Ainsi, une eau refermant des nitrites est à considérer comme suspecte car ces substances sont souvent associées à une détérioration de la qualité microbiologique (**Rodier, 1996**).

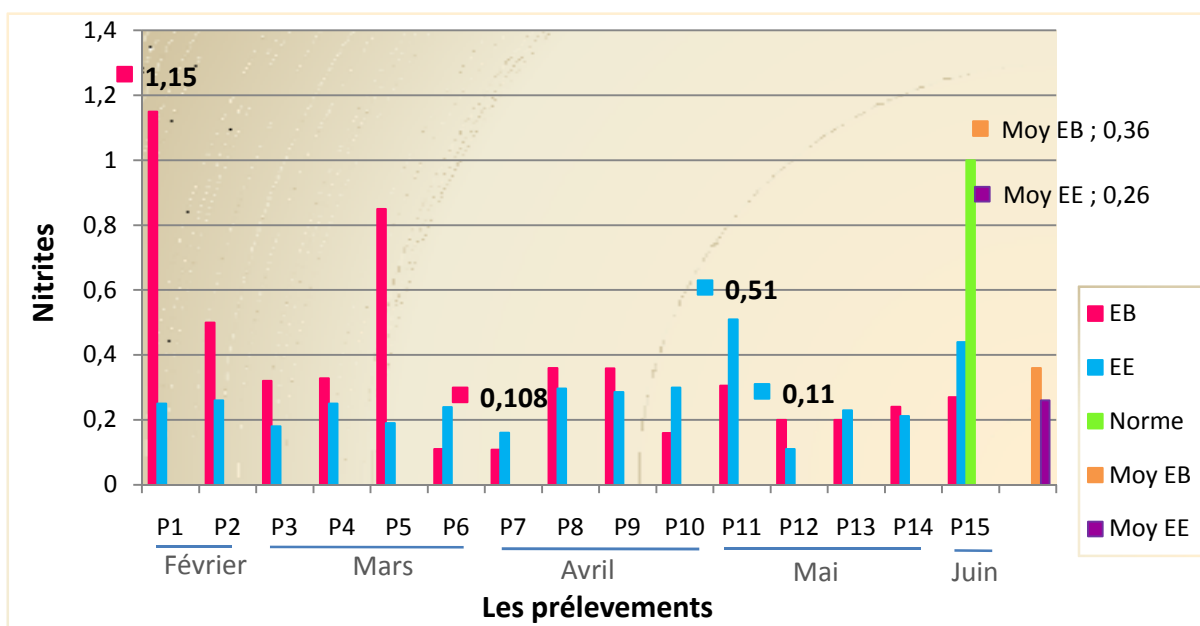


Fig.32 Evolution des nitrites dans la STEP de Réghaïa

4) Les nitrates

Les concentrations des nitrates varient entre 0,553 mg/l et 3,4mg/l avec moyenne 1,27mg/l au niveau des eaux brutes .en outre, Les valeurs signalées après traitement varient de 1 mg/l et 5,75mg/l avec moyenne 2,7mg/l.

On observe une augmentation des teneurs, de l'entrée vers la sortie de la station d'épuration mais l'eau épurée restent conformement aux normes de rejets de l'OMS 2006 <44 mg/ L.

Les nitrates sont le résultat direct de l'oxydation de l'ammoniac. La présence des nitrates dans les eaux polluées atteste le bon fonctionnement du processus de l'autoépuration.

Résultats et discussion

La présence des nitrates dans l'eau usée à l'entrée de la station d'épuration indique que le processus de nitrification est déjà présent, alors que l'augmentation des teneurs en nitrates vers la sortie de celle -la prouve que la nitrification est encore plus poussée au cours de l'épuration biologique où l'utilisation de bactéries nitrifiantes en grande masse (boues activée) à côté d'une oxygénation importante fait que les quantités d'azote ammoniacal sont transformées en azote nitrique (Djeddi, 2007).

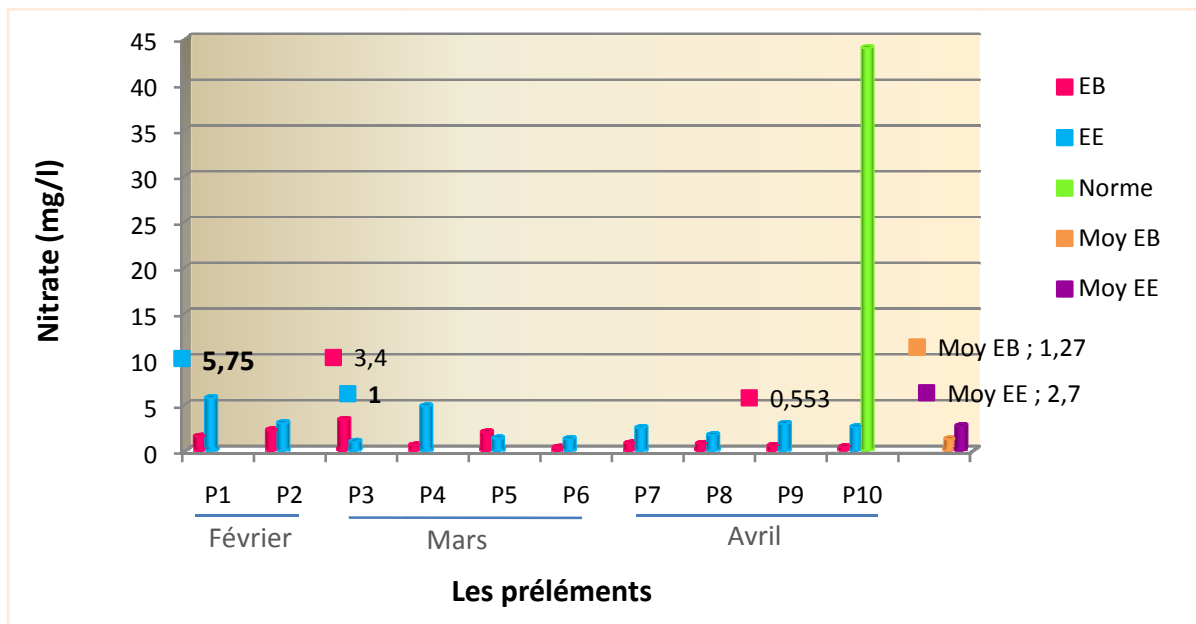


Fig.33 Evolution des nitrates de la STEP de Réghaïa

I.1.9. Pollution Phosphorée

Globalement la valeur la plus élevée est celle de l'entrée de la station d'épuration variant de (0,33-4,9mg/l avec moyenne 3,62mg/l), qui s'abaissent vers la sortie variant de (0,184-1,39 mg/l avec moyenne 0,38mg/l).

Dans les eaux usées, la part des rejets humains ne présente que 30 à 50 % du phosphore total (entre 5 et 20 mg/l), le reste provenant des produits de nettoyages (Rodier, 1984). Cela explique les teneurs élevées perçues dans les prélèvements sur l'eau usée.

Résultats et discussion

Le phosphore échappe en grande partie au traitement des stations d'épuration biologique, et la diminution des teneurs en phosphore de l'entrée de la station vers la sortie est due à sa consommation par les bactéries au cours du processus d'épuration (**Djeddi, 2007**). Le teneur de phosphore totale de l'eau épurée de la STEP de Reghaïa est conforme aux normes de L'OMS 2006 <2mg/l.

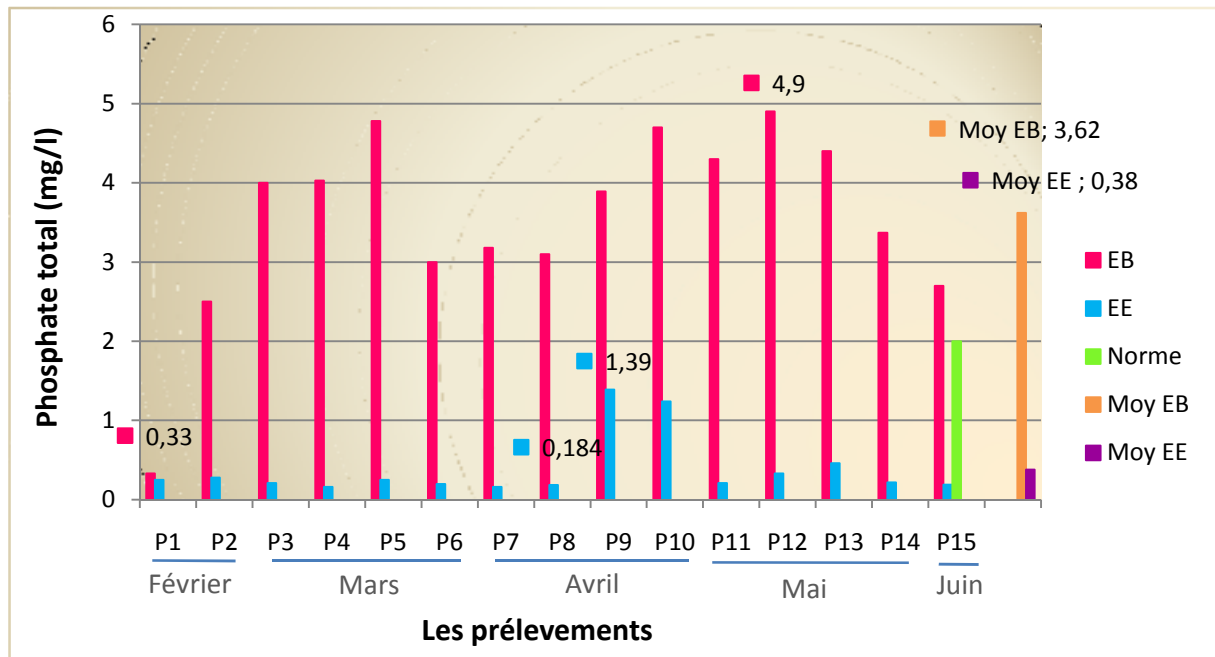


Fig.34 Evolution du phosphore total dans la STEP de Réghaïa

I.2. Analyses microbiologiques

La nature de la population microbienne est très variée dans les eaux usées. Les analyses microbiologiques des différents échantillons montrent l'existence de différentes espèces microbiennes, sont groupées dans le tableau VI Annexe V.

I.2.1. Evolution des paramètres bactériologiques

I.2.1.1. Coliforme totaux

Les eaux usées brutes analysées sont fortement chargées en coliformes avec une concentration est compris entre de $3 \cdot 10^6$ – $34 \cdot 10^6$ UFC/100 ml avec moyenne $21 \cdot 10^6$ /100ml, les valeurs maximales sont rencontrées dans les prélèvements 7 et 8. D'après **Servais *et al.*, (1999)** Les hautes teneurs en matières en suspension favorisent la présence et la survie des bactéries fécales .

Par contre une diminution significative de l'abondance de coliforme totaux dans la sortie de la STEP (l'eau épurée) est comprise entre 10^5 et $16 \cdot 10^5$ CT/100ml avec moyenne $9.5 \cdot 10^5$ /100ml, cette diminution est en relation d'une part avec la concentration en microorganisme de l'influent brute Selon **Kimberley (2003)** affirme que l'élimination des bactéries est fonction de la concentration de ces bactéries dans les influents.

L'efficacité de réduction étant élevée quand la population est en grande concentration, mais diminue quand la concentration en population est plus faible et d'une autre part D'après **Decamp *et al.*, 1999)** la concentration en matière organique dans les eaux usées influence l'élimination des microorganismes, tant de façon directe que de façon indirecte.

En effet, en cas de faible concentration en DBO, il y aura compétition entre les micro-organismes et donc amélioration de l'élimination de ces micro-organismes.

On note que le nombre de coliformes totaux sont conformes aux normes de rejet dans le milieu naturel qui se situent entre 10^3 et 10^7 germes/100ml.

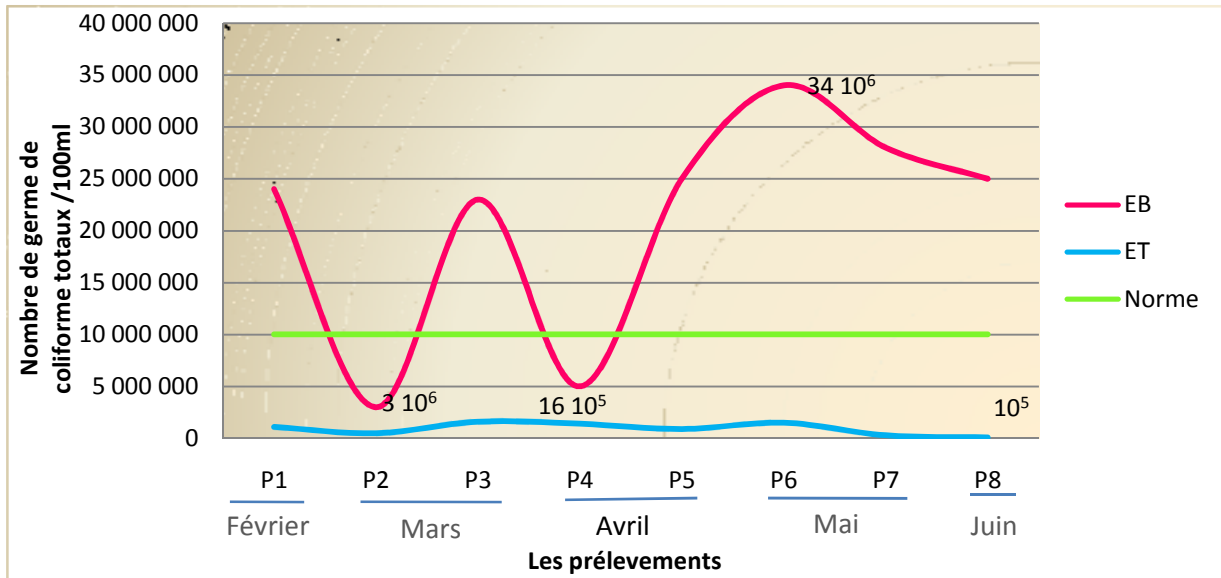


Fig.35 Evolution du nombre de coliformes totaux

I.2.1.2. Coliforme fécaux

La figure 36 présente les teneurs en bactéries fécales des eaux brutes et épurées. Les concentrations des eaux brutes en coliformes fécaux sont comprises entre $2 \cdot 10^5$ et 3110^5 CT/100ml avec une moyenne $17.62 \cdot 10^6$ /100 ml. Cette variation de concentration des germes est due à la nature des rejets. Pour **Rodier (1996)** ces germes vivent en abondance dans les matières fécales des animaux à sang chaud et constituent des indicateurs fécaux de la première importance.

Concernant l'effluent épuré les teneurs en coliforme fécaux sont comprises entre $3 \cdot 10^4$ et $16 \cdot 10^4$ CT/100ml avec une moyenne $9,25 \cdot 10^4$ /100ml. Cette diminution des CF est due à la combinaison de plusieurs conditions défavorables :

La température du milieu a une action directe sur la survie des micro-organismes (**Marad, 1980**), la vitesse d'élimination des bactéries augmenterait, selon **Pearson et al., (1987)**, avec la température par augmentation de leur activité métabolique.

D'après **Rhallabi (1990)** note également une intime relation entre l'élimination de la matière organique et celle des populations bactériennes. L'effluent en sortie de la filière de traitement est conforme aux normes de rejet fixe 10^6 CF / 100 ml.

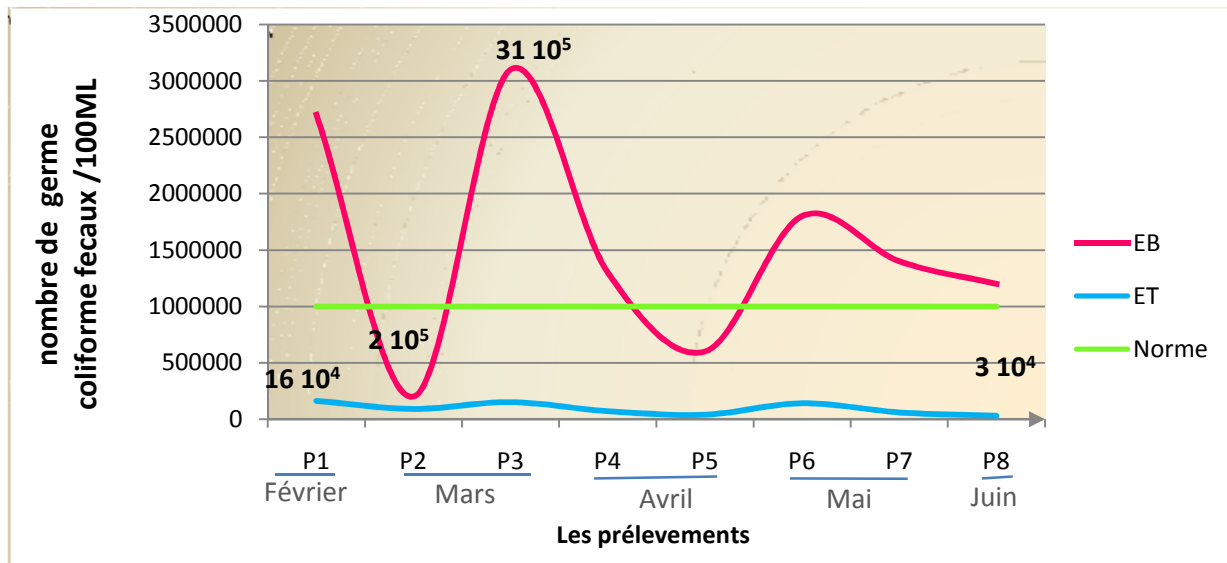


Fig.36 Evolution du nombre de coliforme fécaux

I.2.1.3. Anaérobies sulfito-réducteurs (ASR)

Le dénombrement des anaérobies sulfito-réducteurs dans les eaux usées de la STEP de Réghaïa, D'après **Ouhsassi et al., (2013)** est un paramètre indicateur essentiel dans la recherche des contaminations anciennes dans le réseau. Ces bactéries résistent longtemps aux facteurs extérieurs, ce sont des germes à gram positif sporulés.

Les valeurs des Anaérobies Sulfito-Réducteurs (ASR) sont obtenues pour les eaux usées brute et épurée. On note pour les eaux brutes une valeur minimale de $2 \cdot 10^5$ spore/20ml et maximale de $15 \cdot 10^5$ spores /20 ml avec moyenne $8,75 \cdot 10^5$ spores /20ml, tandis que pour les eaux épurée varient entre $0 \cdot 10^4$ et $7 \cdot 10^4$ spores /20 ml avec moyenne $3,37 \cdot 10^4$ spores /20ml.

On constate une diminution des ASR dans les eaux épurée, dans notre cas on peut expliquer que les divers micro-organismes sont adsorbés sur des particules qui, par la suite, vont décanter au fond des bassins. **Manshadi et al., (2004)** confirme cet effet en dénombrant un nombre de micro-organismes beaucoup plus important dans les sédiments par rapport à l'eau, et ce tant pour les virus et les bactéries que pour les protozoaires. Ces observations avaient déjà été faites par d'autres chercheurs tels que **Green (1997)**, **Gersberg (1987)** et **Decamp (1998)**, (**Manshadi et al., 2004**).

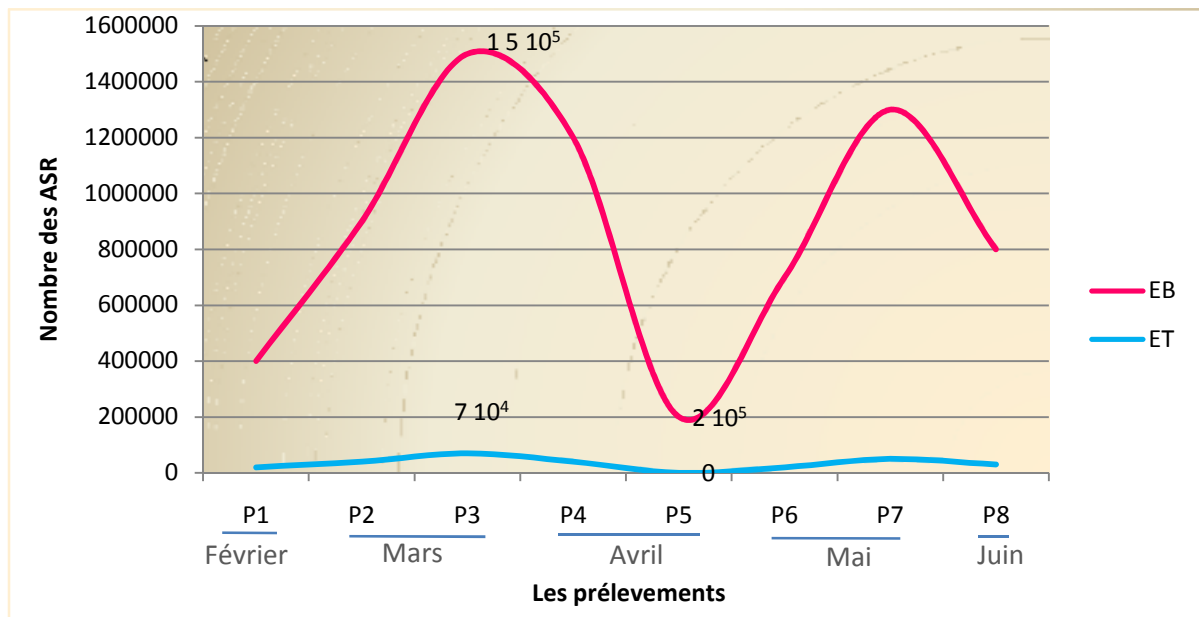


Fig.37 Evolution du nombre des spores des Anaérobies sulfite-réducteurs

I.2.1.4. Germe pathogène

les microorganismes bactériens pathogènes comme les salmonelles, Vibrions cholériques, les résultats laissent apparaître une absence totale dans tous les échantillons. Cette absence a également été mentionnée dans d'autres études similaires en dépit de la présence d'une forte charge bactérienne d'origine fécale (Aboukacem *et al.*, 2007).

II. Rendement de l'épuration

II.1 Rendements des paramètres physico-chimiques

■ Rendement de l'élimination des MES

Le rendement épuratoire des MES dans les bassins de traitement de la station d'épuration est de 91,13 %, ce qui est supérieur aux taux d'abattement trouvés par Rejesk (2002) considérant qu'un rendement épuratoire minimale d'un traitement efficace est de 90%.

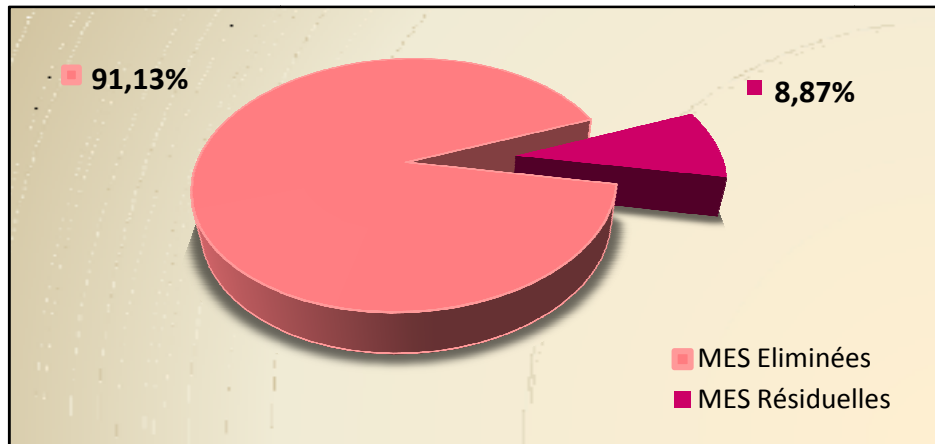


Fig .38 Rendement de l'élimination des MES dans la STEP de Réghaia

■ Rendement d'élimination de la DBO₅

Le rendement épuratoire en terme de DBO₅ est de 95,43% est plus important pour la STEP de Réghaïa de niveau de traitement secondaire. Ce taux étant supérieur a celui de **Mara et Pearson (1989)** qui ont observé une réduction de la DBO5 variant entre 73 et 85% dans les pays méditerranéens, de même **Maiga et al ., (2007)** ont observé des rendements qui atteignent 85% .

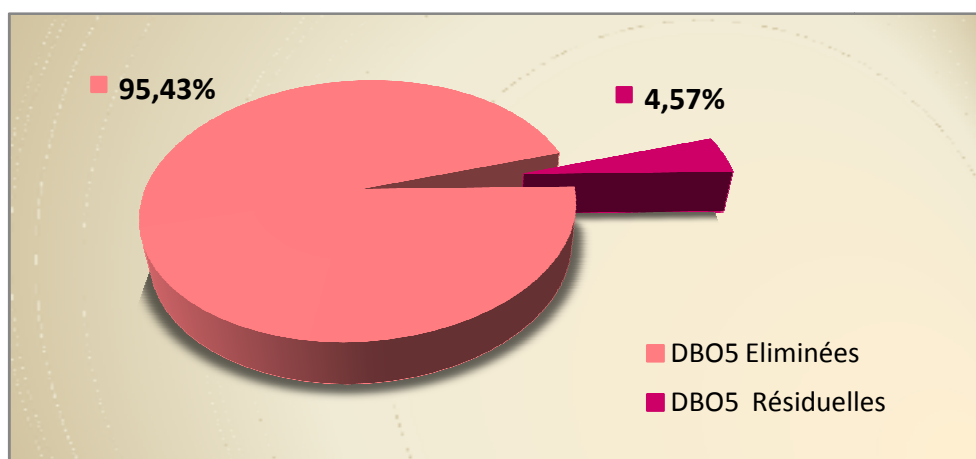


Fig.39 Rendement d'élimination de DBO5 dans la STEP de Réghaïa

■ Rendement de la DCO

Le rendement épuratoire de la DCO est de 87,81 %. Ceci témoigne du traitement très efficace de l'épuration vis-à-vis des matières oxydables. Avec une DCO de 27 mg/l, l'eau en sortie, ce taux d'abattement est supérieur à celui de **Boutayeb et Bouzidi (2012)** qui ont observé une réduction de la DCO variant entre 65 et 84%.

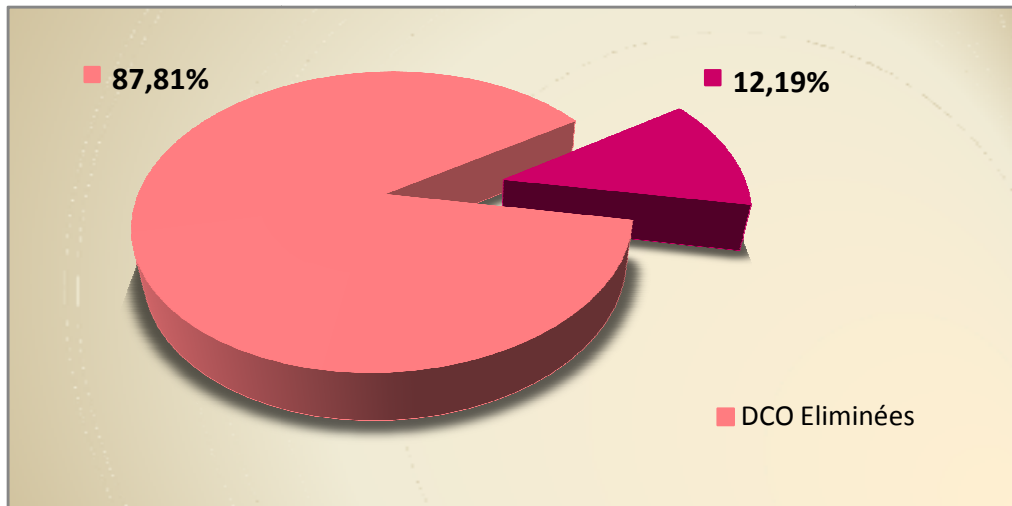


Fig.40 Rendement d'élimination DCO dans la STEP de Réghaïa

■ Rendement d'élimination de l'azote totale

le rendement de la zone d'étude est de 86,31%. Ceci démontre probablement son assimilation par les bactéries. Le phénomène de la nitrification et de la dénitrification se déroule dans le bassin d'aération avec réduction importante.

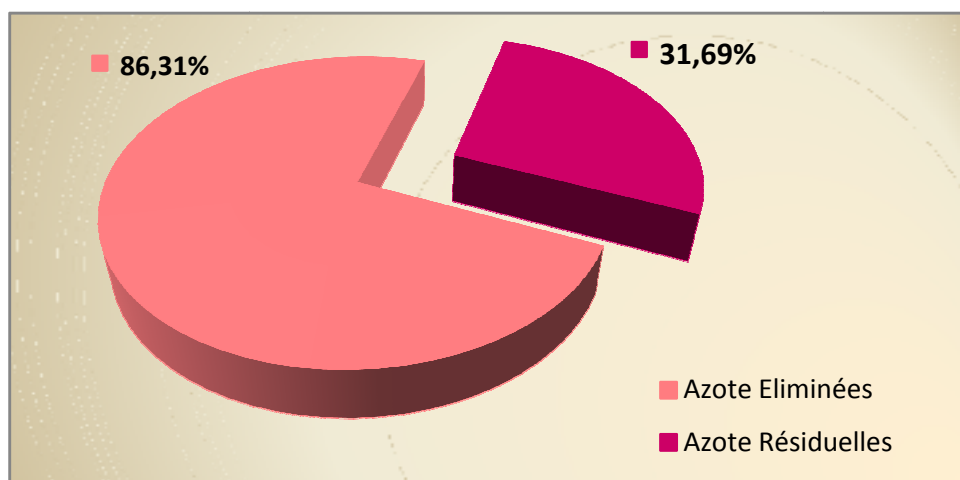


Fig.41 Rendement d'élimination de l'Azote total dans la STEP de Réghaïa

■ Rendement de l'élimination de phosphore total

Le niveau d'élimination est important avec un rendement en phosphore total est de 89,5%. Ce rendement est due à une bonne assimilation du phosphore par les bactéries et à la bonne décantation au niveau de clarificateur.

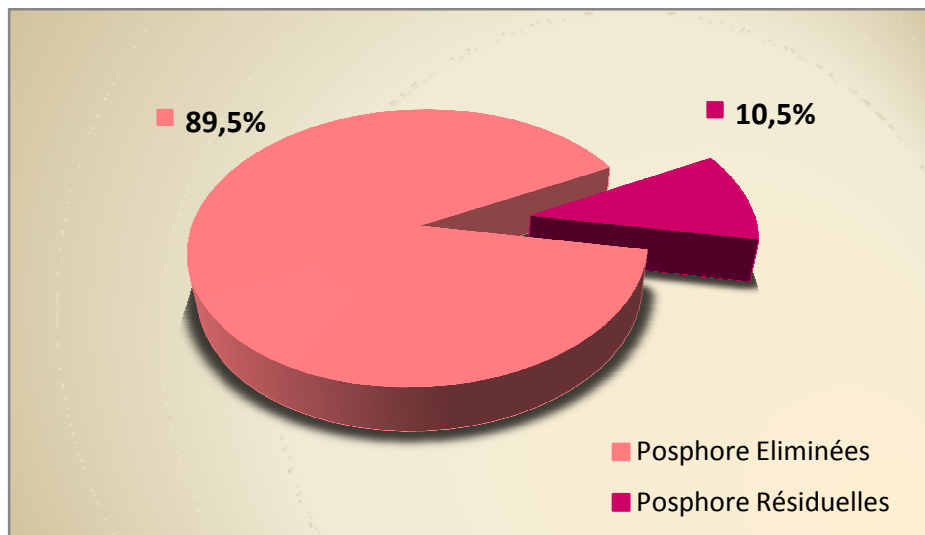


Fig.42 Rendement d'élimination de phosphore total dans la STEP de Réghaïa

II.2. Rendement des paramètres bactériologiques

■ Rendement de coliforme totaux, fécaux et les ASR

Les traitements permettent d'atteindre des rendements d'élimination de 95,56 % pour les coliformes totaux (Fig.43), 93,98% pour les coliforme fécaux(Fig.44) et 96,14% pour les ASR(Fig.45) ces valeurs sont très satisfaisantes. D'après **Blok (1982)** a conclu que cette élimination débute au moment des traitements de décantation où les bactéries s'attachent aux MES sédimentées et se poursuit lors du traitement biologique où elles peuvent être consommées par les protozoaires et les métazoaires.

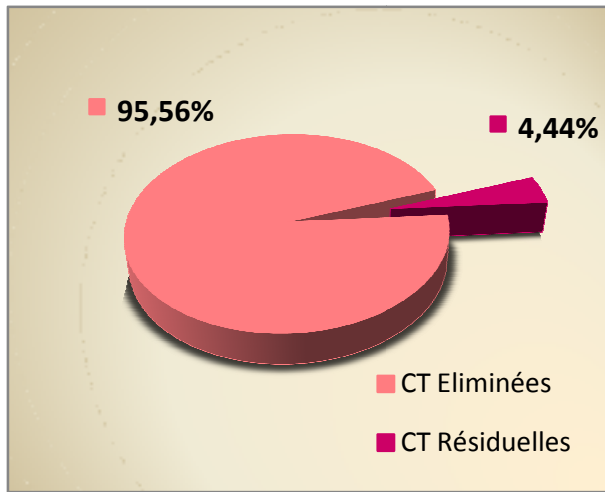


Fig.43 Rendement de diminution

Des coliformes totaux

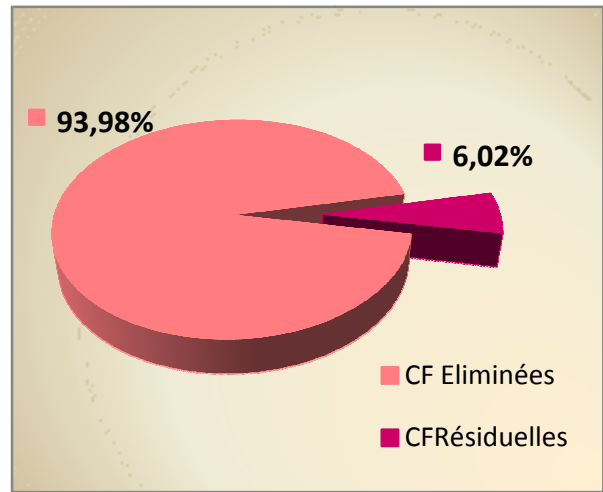


Fig.44 Rendement de diminution

des coliformes fécaux

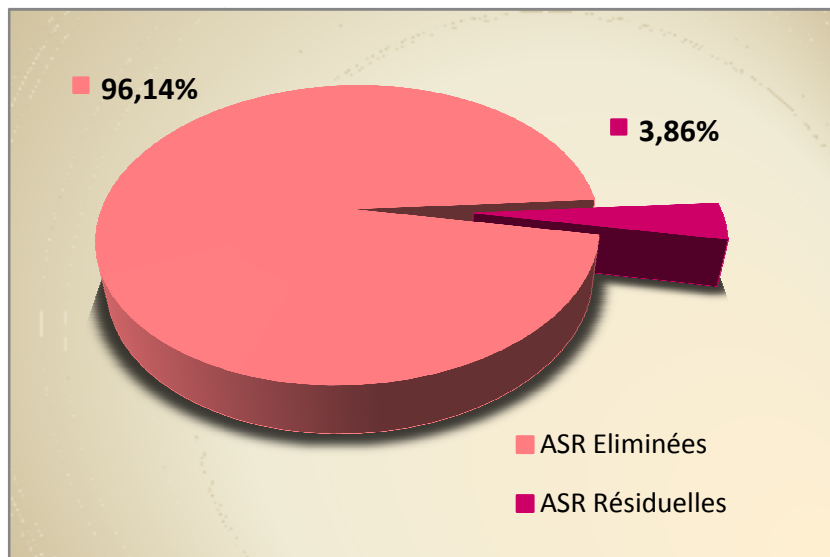


Fig.45 Rendement de diminution des ASR

III. Contrôle de la boue

III.1.Observation macroscopique

■ **Indice de MOHLMAN (IM)**

L'indice de MOHLMAN permet de traduire la bonne disponibilité ou non, des boues à la décantation, selon **Rejesk (2002)**.

Les valeurs consignées dans le Tableau n°3 oscillent entre 57,89 et 109,87 ml/g (moyenne 80.25ml/g) pour le bassin d'aération 1 et entre 44.76 et 138.70 ml/g (moyenne 83.14ml/g) pour le bassin d'aération 2.

Les valeurs enregistrées dans la STEP Réghaïa varient entre 80 et 150 ml/g. Ceci est en rapport avec une bonne décantation et des boues activées de bonne qualité.

Tableau IV: Résultats de l'indice de MOHLMAN dans la STEP de Réghaïa

	Bassin d'aération 1			Bassin d'aération 2		
	MES (g/l)	Volume des boues (ml/l)	Indice de Mohlman(ml/g)	MES(g/l)	Volume des boues (ml/l)	Indice de Mohlman(ml/g)
P1	7	600	88,71	6 ;2	860	138,70
P2	8	700	87.5	8 ;4	460	44..76
P3	11.3	880	77,87	11.5	900	78.26
P4	12	920	76,66	12.1	940	77.68
P5	9	840	93,33	9.2	870	94.56
P6	12.2	920	75,40	12.6	930	73.80
P7	11	840	76,36	11	530	48.18
P8	9.5	550	57,89	10	790	79
P9	9.2	770	83,69	10.4	560	53.84
P10	8.1	890	109,87	9.1	580	63.73
P11	9	720	80	6.5	910	140
P12	8	500	62,5	8.6	890	80 ;83
P13	9.1	900	98,90	7.7	910	120.51
P14	8.7	600	68,96	9.5	660	69.47
P15	8	530	66,25	9.2	680	73.91

III.2. Observation microscopique des boues activées

L'observation rapide et simple par microscopie optique permet d'identifier les protozoaires, métazoaires et bactéries filamenteuses de morphologies particulières. D'après **Pandolfi (2006)** Les bassins d'aération sont des écosystèmes très complexes contenant des bactéries filamenteuses ou non filamenteuses, des protozoaires et des métazoaires. Cette microfaune est mise en contact avec de l'eau usée pour former la liqueur mixte qui est ensuite acheminée vers un décanteur où l'on sépare la biomasse de l'eau épurée. Au cours de notre étude a permis de mettre en évidence les éléments suivants :

➤ La microfaune

✓ Les protozoaires

– Gastrotriches

Genre présent sur des installations fonctionnant en très faible charge. C'est un indicateur d'une bonne qualité de traitement (**Canler, 1999**).



Fig. 46 Gastrotriches (G×40) (photos originales).

- *Arcella*

Est un grand thécamébie. Leur présence témoigne d'une installation fonctionnant dans le domaine de la faible charge ou de l'aération prolongée ; bonnes performances en nitrification d'où un bon degré d'aération (**Canler, 1999**).

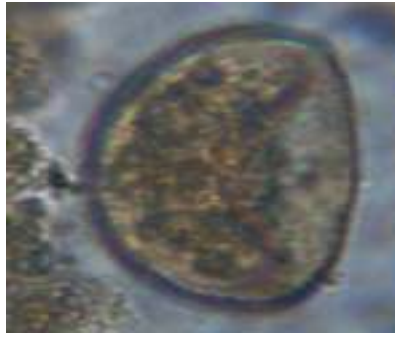


Fig .47 *Arcella* (G×40) (photos originales).

- *Aspidisca*

ce sont des indicateurs d'un haut niveau de traitement entraînant des effluents traités de très bonne qualité. Leur présence indique une nitrification stable et durable sur l'installation. Ils ne supportent pas les concentrations même moyennes en ammoniacque (Canler, 1999).



Fig 48 *Aspidisca* (G×40) (photo originale).

- **Vorticelle**

Est un genre très fréquent des boues activées. leur présence n'est pas liée à un domaine de charge particulier. ces espèces sont relativement fragiles à l'apport de toxique et à un manque d'oxygénation. on les observe sur des installations où l'oxygène est donc plutôt présent en permanence. C'est un indicateur d'une efficacité épuratrice correcte. d'une manière générale, la longueur du pédoncule est en relation avec le degré de traitement : plus le pédoncule est long meilleur est le traitement (Canler, 1999)..

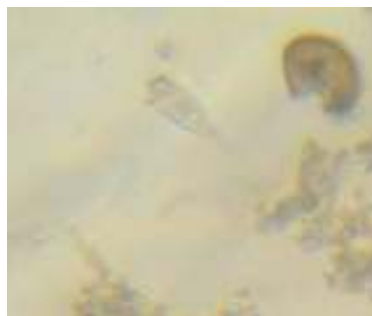


Fig. 49 Vorticelles à long pédoncule (G×40) (photo originale)

Conclusion

Ce travail ,consacré à l'évaluation de l'efficacité de traitement lors de l'épuration des eaux usées par boues activées dans la STEP de Réghaia par le suivi physico-chimique et bactériologique .Et nous a permis tirer les conclusions suivantes :

Les différents paramètres mesurés pour l'eau usée brute indiquent évidemment une pollution importante. Cette eau usée présente une température moyenne et un pH légèrement basique favorable à un traitement biologique. Elle se caractérise par une conductivité excessive, une DBO5 élevée ainsi que des fortes teneurs en azote totale , nitrite ,nitrate , ammonium et phosphore totale .

La STEP de Réghaia est capable de produire une bonne qualité de l'eau épurée , Les abattements enregistrés montrent un assez bon fonctionnement avec une élimination importante de 91,13% pour les MES , 95,43% pour la DBO5 , 87,81% pour la DCO , 86,31% pour l'azote totale et 89,5 % phosphore totale . Ces rendement sont très satisfaisantes .

Les analyses bactériologique des échantillons montrent que les eaux usées de la STEP de Réghaia sont caractérisées bactériologiquement par l'absence de salmonelles et les vibrions . et présent un bon rendement épuratoire avec des valeurs 95,56 % ,93,98 % , 96,14 % pour les coliformes totaux , fécaux et les ASR .

L'observation macroscopique indique une bonne décantation des boues activées dans les deux bassins d'aérations . Ainsi que l'observation microscopique des boues activées montre que la microfaune est constituée essentiellement de protozoaires (**Gastrotriches** , **Arcella** , **Aspisdca**, **Vorticelle**) .

L'un des résultats important de ce travail a été de mettre en évidence l'importance du l'efficacité de traitement des eaux usées de la STEP de Réghaia. Les résultats révèlent un bon fonctionnement de la station. Les eaux épurées sont caractérisées par une faible proportion d'éléments chimiques .Il serait intéressant de prendre en considération les point suivants :

- Mise en place par les pouvoirs publics de mécanismes financiers incitatifs à la réutilisation des eaux usées.
- Développement des dispositifs techniques d'installation des projets de réutilisation des eaux épurées .
- Les STEP doivent pousser le traitement des eaux usées jusqu'au niveau tertiaire.
- Construire des stations d'épuration qui traite les eaux industrielle avec un traitement spécifique .

59. Conclusion L'importance de la pollution des eaux exige de nos jours une épuration pour éviter que les effluents pollués ne provoquent une destruction totale de l'écosystème. Surtout au sud du Liban où les villages utilisent les puits septiques très proches des puits d'eau potable ce qui risque la santé de l'homme. L'eau usée est une source d'eau toujours disponible étant donné que la consommation d'eau propre ne s'arrête pas. En effet, les eaux usées traitées peuvent assurer l'équilibre du cycle naturel d'eau et préserver les ressources en réduisant les rejets néfastes dans le milieu naturel. Comment peut-on utiliser l'eau usée comme source d'énergie renouvelable ? C'est une question primordiale dans le futur proche. Conception d'une station d'épuration CNAM-2012

Annexes I



File eau :

1. Entrée / Bassin d'orage
2. Prétraitement
3. Décantation primaire (deux décanteurs)
4. Bassin biologiques (deux bassins d'aération)
5. Clarification (trois clarificateurs)
6. Filtration (six filtres)

File boues :

7. Epaissement (deux épaisseurs)
8. Stockage des boues (deux bâches)
9. Déshydratation (04 centrifugeuses)
10. Aires de stockage des boues déshydratées

Fig.50 Implantation des différents ouvrages de la STEP d'épuration de Réghaia (Google earth 2013)

Annexes II

▪ *Matériel pour les analyses physico-chimique :*



Spectrophotomètre (HACH) DR 4000



Bloc chauffant



Dispositif de filtration sous vide



La Balance analytique



Incubateur pour la mesure de DBO5



PH mètre



Hotte



Etuve réglée à 105 C°



Etuve binder



Dessiccateur



Rampe de filtration



microscope optique pour observer
les microorganisme



Agitateur magnétique



conductimètre



Echantillonneur

Verreries



Entonnoir



Eprouvette



Tube à essai



becher



Pissette



Boite de pétri



Lames



lamelles



Fiole



bec bensen



Membrane filtrante

- Colorants réactifs et produits chimique :
 - D'acide ascorbique
 - Dichromate de potassium
 - Sulfate d'argent
 - Sulfate de mercure
 - Acide sulfurique
 - Salicylate de sodium
 - Azoture de sodium
 - Acide acétique
 - Eau distillée
 - Hydroxyde de sodium
 - D'acide chlorhydrique
 - Acide sulfurique
 - Fixateur (Iugol)

Annexes III

- *Matériel pour les analyses microbiologique*
 - **Milieu de culture**
 - ✓ Milieu TTC + gélose au Tergitol
 - ✓ Milieu TTC+ gélose Slanetz
 - ✓ Bouillon au sélinite de sodium cysteine SFB
 - ✓ Gélose hektoen
 - ✓ Eau peptonée Alcaline EPA
 - ✓ Gélose nutritive alcaline biliée GNAB
 - Composition des différents milieux de cultures
 - **Milieu TTC +gélose au Tergitol**
 - Lactose
 - BBT
 - Tergitol 7
 - TTC (chlorure de 2-3-5 triphénylterazolium)
 - **Milieu TTC+ glose slanetz**
 - Glucose
 - Azide de sodium
 - TTC (chlorure de 2-3-5 triphénylterazolium)
 - **Bouillon au sélinite de sodium cysteine SFB**
 - Peptone pancréatique de caséine
 - Lactose
 - Monohydrogénosélénite de Na
 - 1-cysteine
 - Eau distillée
 - Ajuster le ,pH à 7 +-0.2
 - **Gélose hektoen**
 - Peptone pepsique de viande
 - Extrait de levure
 - sels biliaires

lactose

Saccharose

Salicine

Chlorure de sodium

hyposulfite de sodium

Citrate de fer ammonical

Bleu de bromothymol

Fushine acide

Gélose

Diluer ; chauffer ,refroidir la milieu a 45 -50°C puis couler en boites de petri

- **Eau peptonée Alcaline EPA**

Peptone

Lactose

Monohydrogénophosphate de Na

Dihydrogénophosphate de K

Eau distillée

- **Gelose nutritive alcaline biliée GNAB**

Peptone

Extrait de viande

Chlorure de sodium

Agar

Eau distillée

Dissoudre ; ajuster le pH à 9 stériliser a l'autoclave à 121 °C/20 min

Annexes VIII

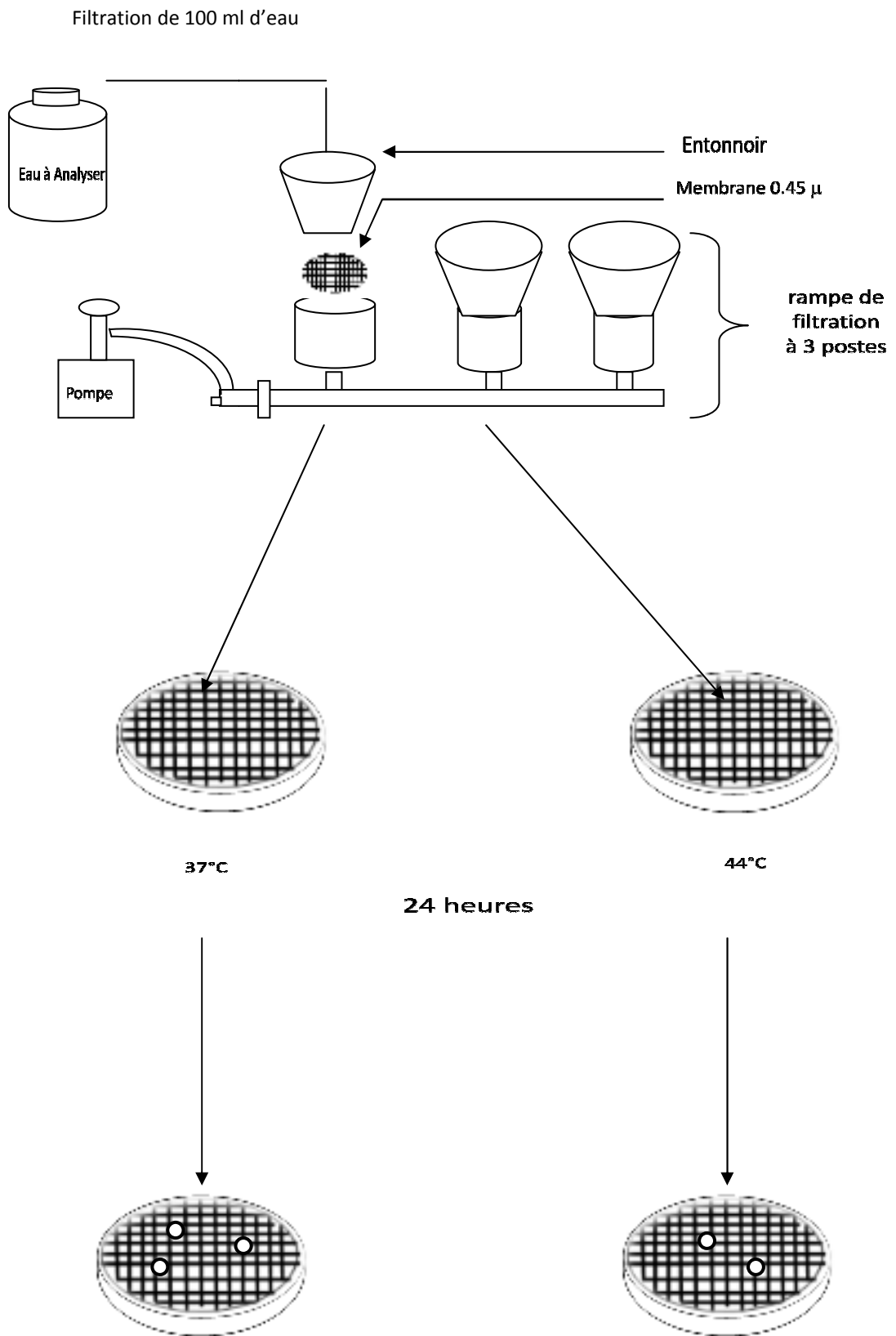


Fig .51 Colimétrie par filtration

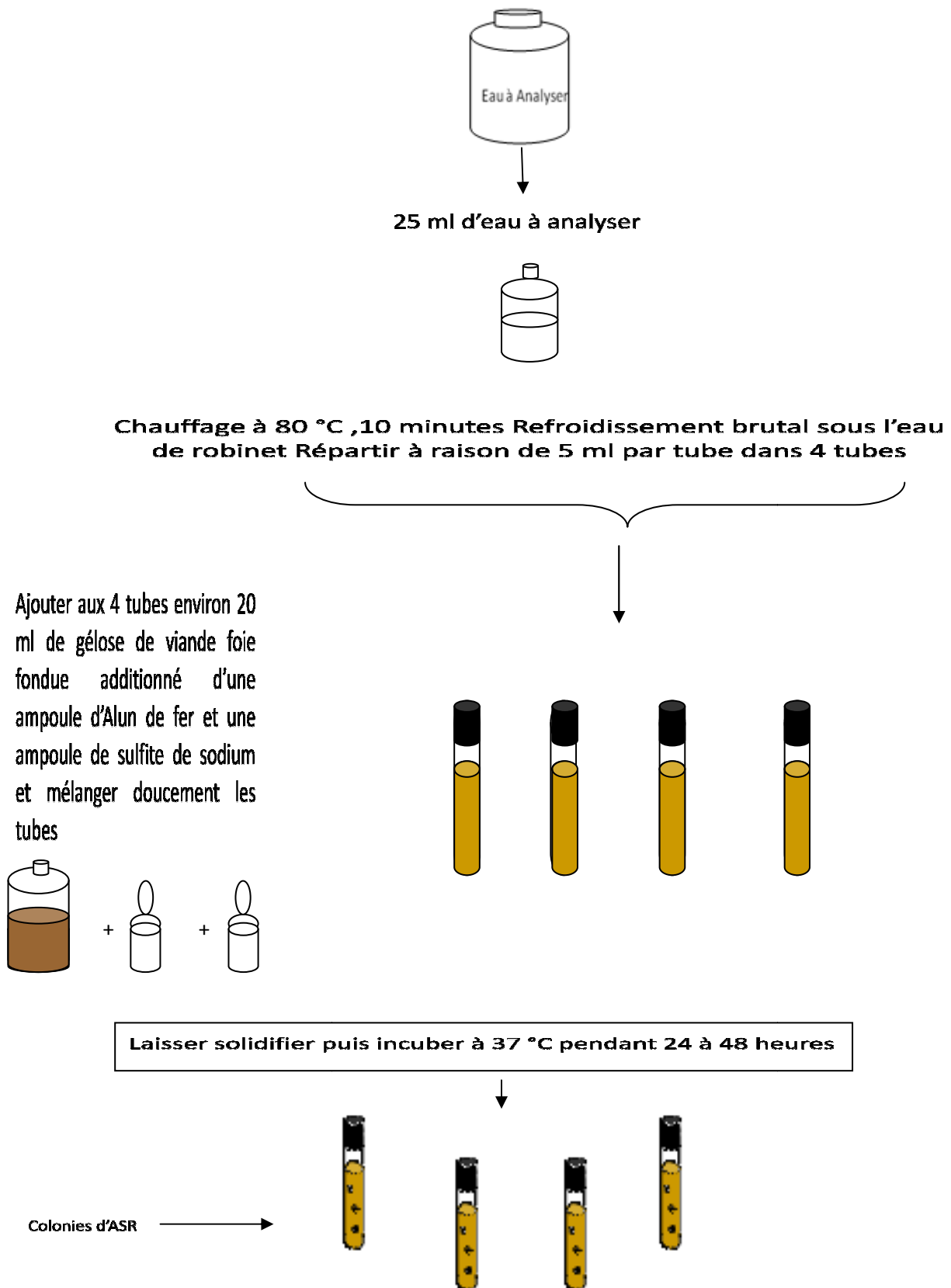


Fig.52 recherche et dénombrement des spores d'Anaérobies Sulfite-Réducteurs

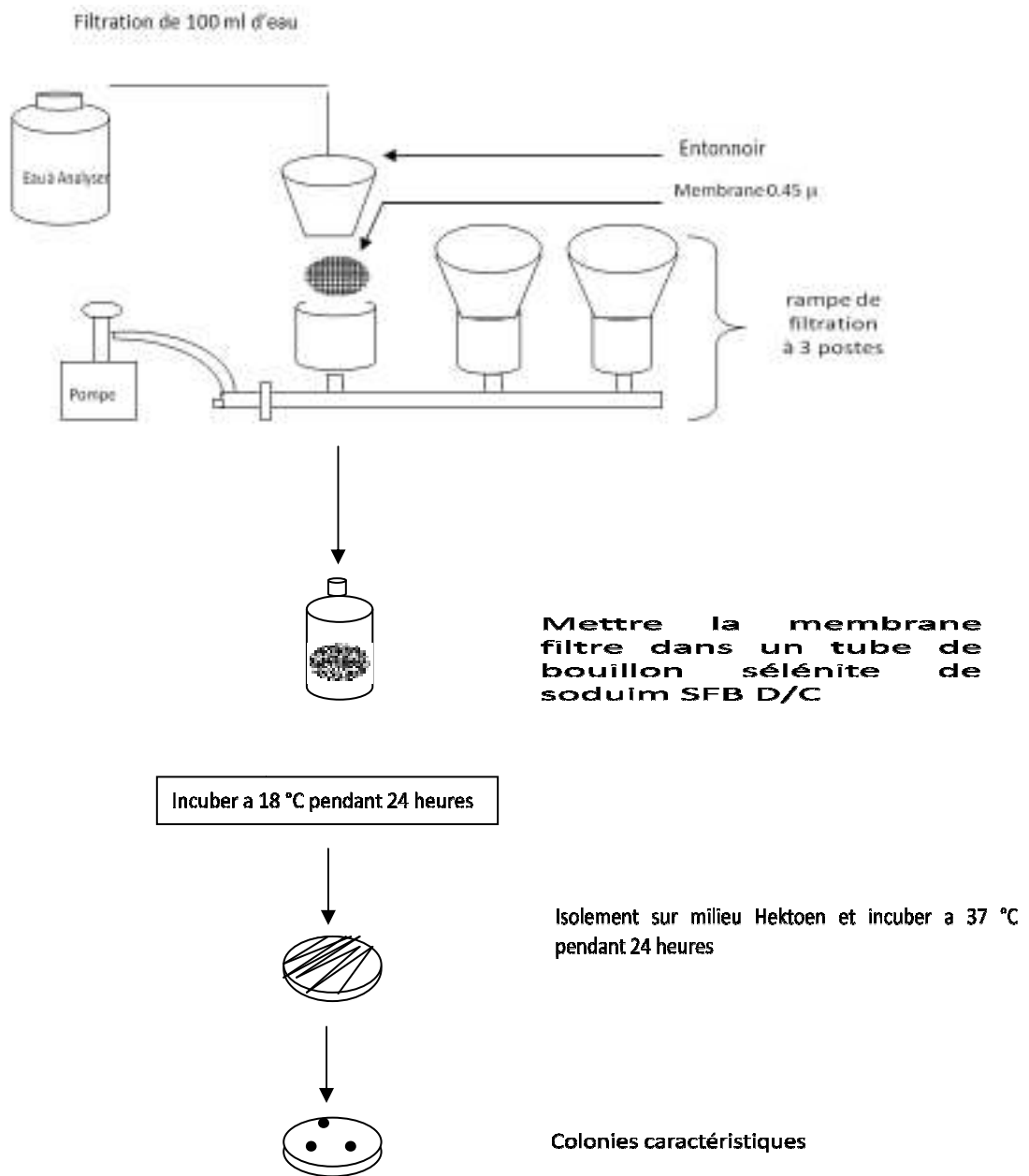


Fig. 53 recherche de salmonelles par filtration

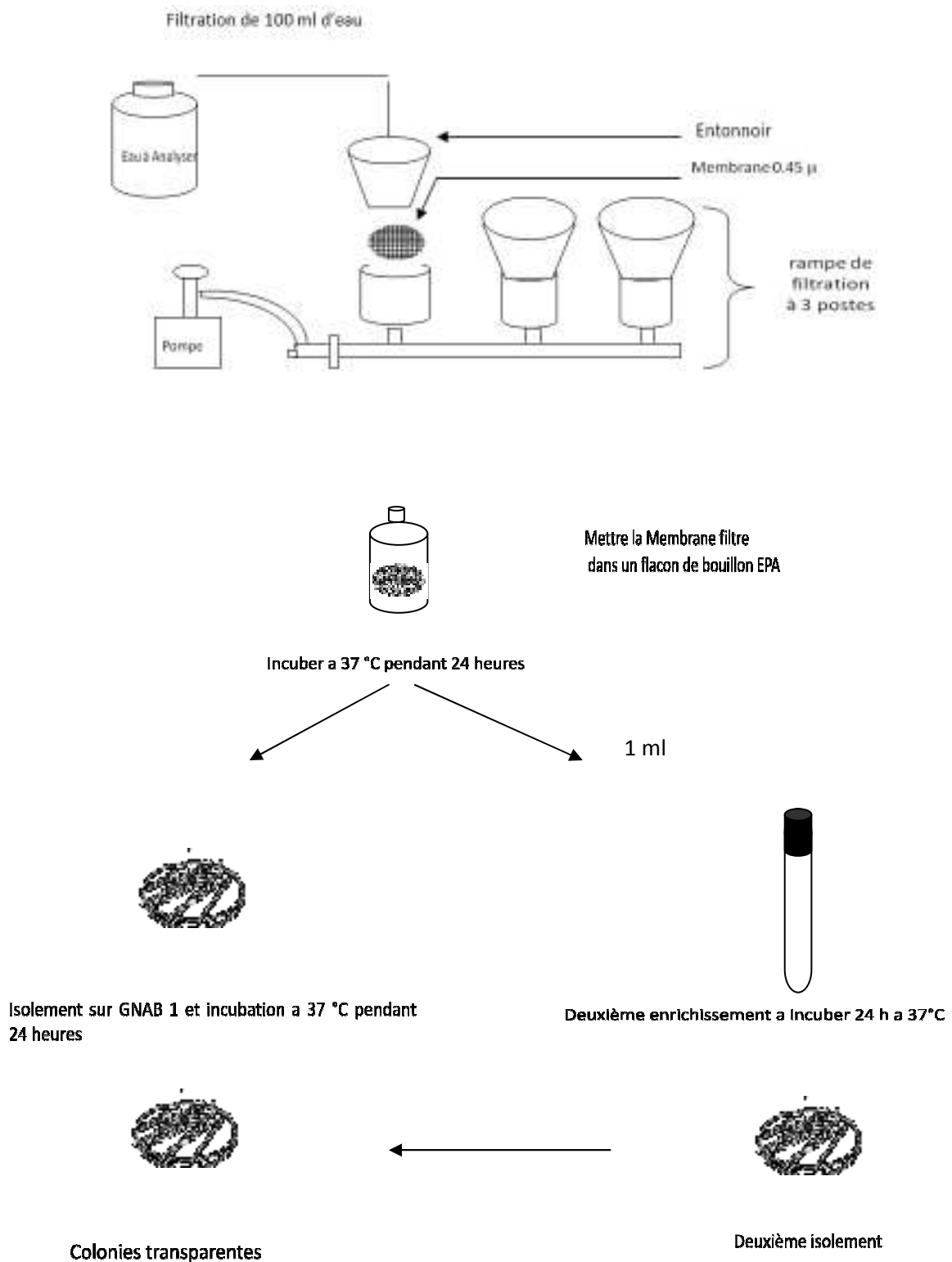


Fig.54 recherche de vibrions cholériques par filtration

*Annexes V***Tableau VI** Résultats des analyses bactériologiques

	Coliformes totaux		Coliformes fécaux		ASR		salmonelles		vibrion	
	EB	ET	EB	ET	EB	ET	EB	ET	EB	ET
18.02.2013	24 10 ⁶	11 10 ⁴	27 10 ⁶	16 10 ⁴	4 10 ⁶	2 10 ³	0	0	0	0
04.03.2013	2 10 ⁶	5 10 ⁴	20 10 ⁶	9 10 ⁴	9 10 ⁶	4 10 ³	0	0	0	0
18.03.2013	23 10 ⁶	18 10 ⁴	31 10 ⁶	15 10 ⁶	15 10 ⁶	7 10 ³	0	0	0	
1.04.2013	3 10 ⁶	14 10 ⁴	13 10 ⁶	7 10 ⁶	12 10 ⁶	4 10 ³	0	0	0	0
15.04.2013	25 10 ⁶	9 10 ⁴	6 10 ⁶	4 10 ⁴	2 10 ⁶	0	0	0	0	0
29.05.2013	34 10 ⁶	15 10 ⁴	18 10 ⁶	14 10 ⁴	7 10 ⁶	2 10 ³	0	0	0	0
13.05.2013	28 10 ⁶	3 10 ⁴	14 10 ⁶	6 10 ⁴	13 10 ⁶	5 10 ³	0	0	0	0
02.06.2013	25 10 ⁶	10 ⁴	12 10 ⁶	3 10 ⁴	8 10 ⁶	3 10 ³	0	0	0	0

*Annexes VI***Tableau VII** Rendements des paramètres physico-chimiques

	Eaux brutes	Eaux épurée	Rendement %
MES	241,93	21,45	91,13%
DBO5	173,66	7,93	95,43%
DCO	352,46	42,98	87,81%
NGL	42,32	13,41	68,31%
PTOT	3,62	0,38	89,50%

Tableau VIII Rendements épuratoires des paramètres bactériologiques

	Eaux brutes	eaux épurée	Rendement %
CF	$17.6 \cdot 10^5$	$9.25 \cdot 10^4$	93,98%
CT	$21 \cdot 10^6$	$9,5 \cdot 10^5$	95,56%
ASR	$8,75 \cdot 10^5$	$3,35 \cdot 10^4$	96,14%

Annexes VII

- *Normes physico-chimiques*

Tableau IX Normes de rejets de l'OMS 2006 appliquées en Algérie, valeurs fixées par le Décret exécutif n° 93-160 du 10 Juillet 1993 (Journal Officiel de la République Algérienne, 2006)

Paramètres	Unités	Valeur maximal
Température	C°	30
Conductivité	Us/cm	1250
pH	-	5,5-8.5
MES	mg/l	30
DCO	Mg/l	90
DBO5	Mg/l	30
Azote total	Mg/l	50
Nitrate	Mg/l	44
phosphate	Mg/l	2

- *Norme microbiologiques*

Tableau X Normes microbiologiques de rejet des eaux épurées

paramètres	Nombre de germes par 100 ml d'eau épurée
Coliforme totaux	10^3 - 10^7
Coliforme fécaux	10 - 10^6
Salmonelle	0-10
Vibron	0-10

Annexes **V**

Annexes I



File eau :

1. Entrée / Bassin d'orage
2. Prétraitement
3. Décantation primaire (deux décanteurs)
4. Bassin biologiques (deux bassins d'aération)
5. Clarification (trois clarificateurs)
6. Filtration (six filtres)

File boues :

7. Epaissement (deux épaisseurs)
8. Stockage des boues (deux bâches)
9. Déshydratation (04 centrifugeuses)
10. Aires de stockage des boues déshydratées

Fig.50 Implantation des différents ouvrages de la STEP d'épuration de Réghaia (Google earth 2013)

Annexes II

- *Matériel pour les analyses physico-chimique :*



Spectrophotomètre (HACH) DR 4000



Bloc chauffant



Dispositif de filtration sous vide



La Balance analytique



Incubateur pour la mesure de DBO5



PH mètre



Hotte



Etuve réglée à 105 C°



Etuve binder



Dessiccateur



Rampe de filtration



microscope optique pour observer
les microorganisme



Agitateur magnétique



conductimètre



Echantillonneur

Verreries



Entonnoir



Eprouvette



Tube à essai



becher



Pissette



Boite de pétri



Lames



lamelles



Fiole



bec bensen



Membrane filtrante

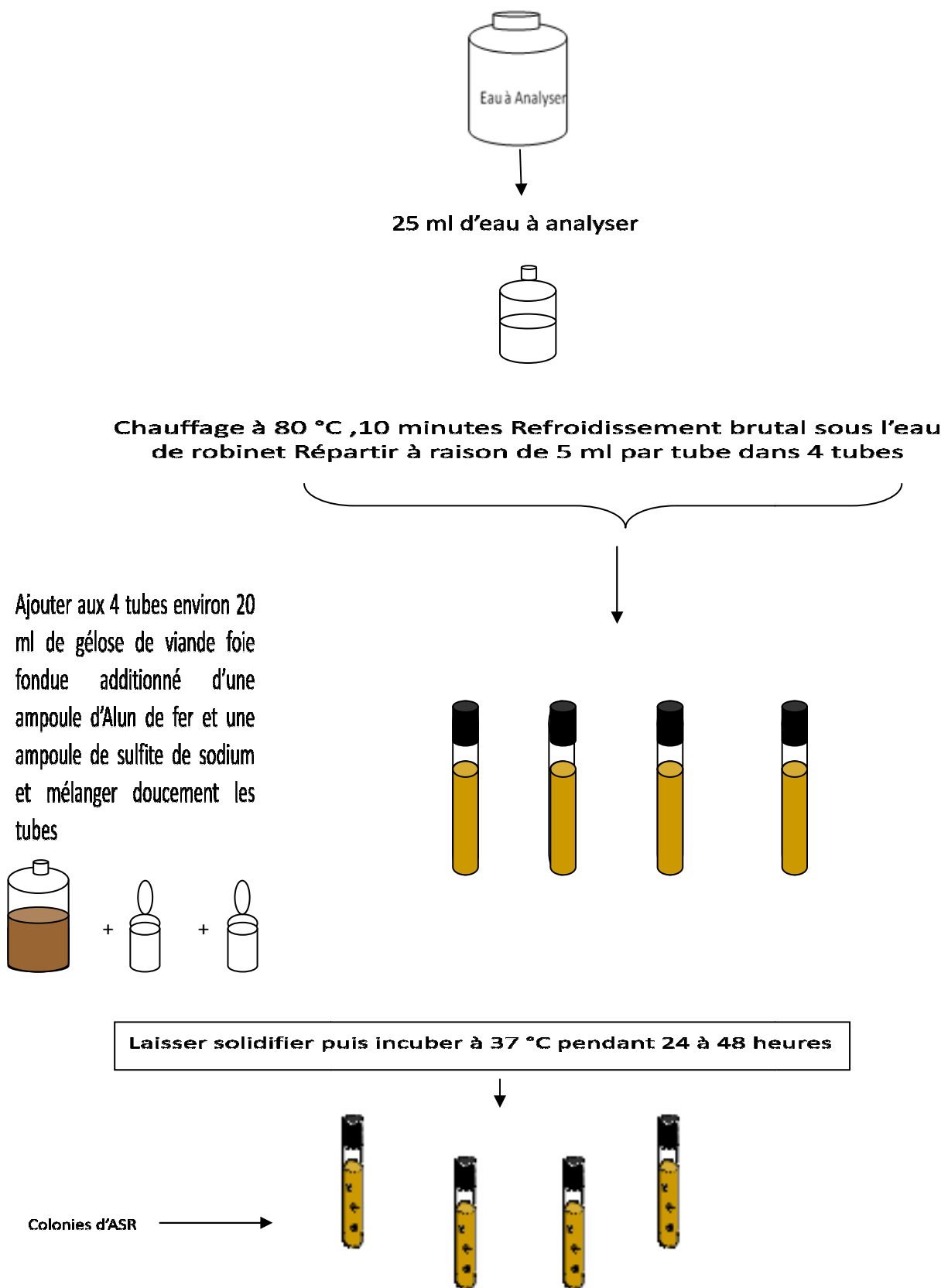


Fig.52 recherche et dénombrement des spores d'Anaérobies Sulfite-Réducteurs

mes dames et monsieur soyez les bien venu tous d'abord nous tenants a remercier(notre promotrice et mon co-promoteur MR hammouni pour votre présence ainsi le membre de jurer d'avoir examiner notre travaille.

Notre travaille est porté sur (**Etude comparative des différentes étapes de traitement des eaux usées dans la STEP de Réghaia**) dont Le plan de travaille est le suivant (Introduction. Matériel et Méthodes. Résultats et DISCUSSION. Conclusion.

Introles problèmes liés à l'environnement en particulier ceux concernant la pollution chimique et biologique de l'eau , sont devenus une préoccupation majeure pour l'ensemble de la population et une priorité pour les autorités publiques

Suite au développement des activités urbaine, agricole et industrielle la production des eaux usées est devenue très importante ; ceci provoque un grand risque sanitaire et environnemental tel que la nuisance à la santé humaine

C'est pour çales eaux usées doivent être épurées avant d'être renvoyées vers les rivières ou la mer, où elles réintègrent le cycle de l'eau

Cette eau usée est acheminée vers une station d'épuration (STEP) pour y être traitée

Objectifs..... L'objectif de ce mémoire est d'analyser l'efficacité de chaque étape de traitement lors de l'épuration des eaux usées dans la STEP Réghaia située dans L'EST d'Alger

Matériel et méthodeson rappelle que notre études a été effectuée pendant 4 mois dans l step de reghahaia par le suivi physico-chimique et bactériologique

Localisation de la station d'épuration de Réghaia.... La station d'épuration des eaux usées de Réghaia. Elle est bordé **au nord** par le lac de Réghaia **au sud** par la route nationale 24 reliant Alger à Constantine, **à l'est** par la ville de Boudouaou et **à l'ouest** par la ville de Aïn Taya. . Ce territoire fait partie de la Wilaya d'Alger,la step collectant les eaux usées domestiques et industrielles et les eaux pluviales, pour traiter un Débit moyen journalier 80 000 m³/j avec une capacité nominale 400 000 EH.C'est une station d'épuration à boues activées les etapes d'épuration des eaux usées utilisée dans la station est la suivante ...prétraitement qui sert a éliminer les matière volumineux Degrillage desablage dégraissagetraitement primaire pour but d'extraire maximum de MFS par la décantation.....traitement secondaire pour but élimine la pollution phosphore azote ds bassin daération et clarif qui sert a separe EE : boue ; ensuite Les eaux épurées, qui sont traitées par la STEP , sont déversées dans le lac de Réghaia

matérieléchantillon a analyser..... on a 3 points d'échantillonnage.....l'eau brute ...épurée et l'eau de bassin d'aérationL'échantillonnage a été fait une fois par semaine pour les analyses physicochimiques et le contrôle de la boue et bimensuellement pour les analyses bactériologiques pendant 4 mois .

on a utilisé la Méthodes kit hach pour le dosage des paramètres de pollution tel que azote totale .azote ammoniacal .nitrate .nitrite .phosphore totale on suit le protocole DE Chaque paramètre afin de placer dans le spectrophotomètre pour lire la concentration de chaque paramètre

pour les analyses bactériologiques on a utilisé la méthode de filtration c'est une méthode rapide nécessitant la disponibilité d'une rampe de filtration pour filtrer nos échantillonsaprès le suivi du protocole on dénombre le nombre des germes CF CT SALMONELLE .

Résultats et discussion

On rappelle que les analyses physico-chimiques ont été faites une fois par semaine

- le graphique suivant montre l'évolution de la **T** dans la STEP Réghaia

On observe les valeurs de la température à l'entrée de la station sont comprises entre 11,3 et 17,8 °C Moy 14.66. et pour la sortie 11,4 et 18°C 14.49. ces valeurs sont en relation directe avec la température de saison conforme aux normes

le 2^{ème} paramètre que nous avons étudié c'est l'évolution **pH** dans la STEP Réghaia.....Les valeurs de pH de l'eau brute varient de 7 à 7,62 et moy 7.35 pour l'eau traitée varient de 6,39 à 7,76 moy 7.33 on note une légère différence due probablement aux réactions chimiques et /ou biologiques qui produisent des ions acides ou qui consomment des ions basiques

La conductivité Les valeurs de la conductivité enregistrées au sein de la station d'épuration varient de 1324 à 2040 µs/cm pour l'eau brute . par contre pour l'eau traitée comprise entre 897 à 1893 µs/cm....on remarque la diminution des valeurs à la sortie due au traitement biologique effectué sur l'eau usée et à la sédimentation des sels minéraux

MES L'analyse des MES révèle une diminution importante des valeurs de l'entrée comprise 134 à 472mg/l vers la sortie oscille 4 à 28 mg/l de la station d'épuration..... Le résultat obtenu au niveau de l'entrée de la station d'épuration est évidemment élevé car il s'agit d'eau usée urbaine et industrielle , et la diminution à la sortie est due au traitement d'épuration qu'a subi l'eau usée.

Rendement MES Le rendement épuratoire des MES dans les bassins de traitement de la station d'épuration est de 91,13 % , (pour avoir un rendement efficace il faut au minimum 90%) SI ON compare avec nos résultats on trouve que notre traitement est efficace

DBO5 Les valeurs de la DBO₅ varient de 110 à 230 mgO₂/l pour l'eau brute ces dernières s'expliquent par la nature des eaux usées de la STEP.

, les EE montrent des teneurs en DBO_5 entre 3 mgO_2/l et 41 mgO_2 /l L'augmentation de concentration de prélèvement 8 de l'eau épurée est en relation avec la charge en matières organiques biodégradable .ON NOTRE que le traitement biologique effectué sur l'eau usée est très acceptable

rendement Le rendement épuratoire en terme de DBO_5 est de 95,43% est plus important pour la STEP de Réghaia de niveau de traitement secondaire .

DCO..... Les teneurs en DCO enregistrées au niveau des eaux étudiées sont comprises entre 198 à 508 mgO_2/l pour l'eau brute . Concernant l'effluent épurée, les valeurs enregistrées de la DCO sont largement inférieure à celle de l'eau brute , elles varient entre 21 $mg O_2/l$ et 86,5 mgO_2/l . Cette diminution est due à la réduction de la DCO au niveau du bassin d'aération. En outre, la décantation au niveau des décanteurs permet une bonne décantation de boues.....conforme aux norme

Rendement Le rendement épuratoire de la DCO est de 87,81 %. Ceci témoigne du traitement très efficace de l'épuration vis-à-vis des matières oxydables

Rapport de biodégradabilité (DCO/ DBO_5)... on observe Le rapport DCO/ DBO_5 de l'effluent brute varie de 0,86 à 2,82 $mg O_2 /l$...ac une valeur moyenne 2.07... d'après **Mustin (1989)** plus le rapport est faible<3 plus l'effluent est biodégradable .

Azote total..... Les teneurs NT l'entrée varie entre (26,4-69,2 mg/l) vers la sortie varie entre(6,6-20,3 mg/l) de la station d'épuration, les teneurs de l'azote épurée est conforme aux normes de rejets de **L'OMS 2006** applique en Algérie (<50 mg/l).

La réduction de l'azote total montre que ce dernier a été assimilé par les bactéries. Le phénomène de la nitrification et de la dénitrification se déroulent dans les bassins d'aération

Rendement ... le rendement de la zone d'étude est de 86,31%. Ceci démontre probablement son assimilation par les bactéries. Le phénomène de la nitrification et de la dénitrification se déroule dans le bassin d'aération avec réduction importante .

Ammonium on note que les teneurs en azote ammoniacal diminuent de l'entrée varie entre (14 ,3-34,5 mg/l) vers la sortie (1,8-18,2 mg/l).....La baisse des teneurs en azote ammoniacal au niveau de la station d'épuration de l'entrée vers la sortie est le fait du processus d'épuration biologique par boues activées qui permet de diminuer la charge polluante en $NH_4 +$.

Nitrite Les valeurs des teneurs en nitrites sont comprise entre 0,108-1,15 mg/l (l'eau brute) .Ceci est fonction de la qualité d'eau usée. et varie entre 0,11-0,51 mg/l (l'eau traité)... Une valeur de 0,51 mg/l a été enregistrée pour le prélèvement 11 de l'eau épurée (figure32) ceci est probablement liée à la température relativement élevée mais les teneurs de EE sont conforme aux norme

Nitrate Les concentrations des nitrates varient entre 0,553 mg/l et 3,4mg/l au niveau des eaux brutes .en outre , Les valeurs signalées après traitement varient de 1 mg/l et 5,75mg/l..... On observe une augmentation des teneurs, de l'entrée vers la sortie de la station d'épuration mais l'eau épurée restent conformement aux normes de rejets OMS alors que l'augmentation des teneurs en nitrates vers la sortie de celle -la prouve que la nitrification est encore plus poussée au cours de l'épuration biologique.

Phosphore total..... la valeur la plus élevée est celle de l'entrée de la station d'épuration varient de (0,33-4,9mg/l), qui s'abaissent vers la sortie varient de (0,184-1,39 mg/l). la diminution des teneurs en phosphore de l'entrée de la station vers la sortie est due a sa consommation par les bactéries au cours du processus d'épuration.

RendementLe niveau d'élimination est important avec un rendement en phosphore total est de 89,5%. Ce rendement est due à une bonne assimilation du phosphore par les bactéries et à la bonne décantation au niveau de clarificateur .

Analyse microbiologique

Coliforme totaux on observe Les eaux usées brutes analysées sont fortement chargées en coliformes avec une concentration est compris entre de $3 \cdot 10^6$ – $34 \cdot 10^6$ CT/100 ml les valeurs maximales sont rencontrées dans les prélèvements 7 et 8.on note que Les hautes teneurs en matières en suspension favorisent la présence et la survie des bactéries fécales..... Par contre une diminution significative de l'abondance de coliforme totaux dans la sortie de la STEP (l'eau épurée) est comprise ente 10^5 et $16 \cdot 10^5$ CT/100m.....parce que la concentration en matière organique dans les eaux usées influence l'élimination des microorganismes

Coliforme fécaux..... Les concentrations des eaux brutes en coliformes fécaux sont comprises entre $2 \cdot 10^5$ et 3110^5 CT/100ml . Cette variation de concentration des germes est due à la nature des rejets.

Concernant l'effluent traité les teneurs en coliforme fécaux sont comprise entre $3 \cdot 10^4$ et $16 \cdot 10^4$ CT/100ml . cette diminution des CF est due à la combinaison de plusieurs conditions défavorables : La température du milieu a une action directe sur la survie des microorganismes (**Marad, 1980**), la vitesse d'élimination des bactéries augmenterait, avec la température par augmentation de leur activité métabolique Le rayonnement UV note également une intime relation entre l'élimination de la matière organique et celle des populations bactériennes.

Anaérobie sulfito-réducteurs (ASR)..... .on note pour les eaux brutes une valeur minimale de $2 \cdot 10^5$ spore/20ml et maximale de $15 \cdot 10^5$ spores /20 ml, tandis que pour les eaux épurée varient entre $0 \cdot 10^4$ et $7 \cdot 10^4$ spores /20 ml .

on constate une diminution des ASR dans les eaux épurée ,dans notre cas on peut explique que les divers micro-organismes sont adsorbés sur des particules qui, par la suite, vont décanter au fond des bassins.

Rendement Les traitements permettent d'atteindre des rendements d'élimination de 95,56 % pour les coliformes totaux (Fig.43) , 93,98% pour les coliformes fécaux(Fig.44) et 96,14% pour les ASR(Fig.45) ces valeurs sont très satisfaisantes . D'après **Blok (1982)** a conclu que cette élimination débute au moment des traitements de décantation où les bactéries s'attachent aux MES sédimentées et se poursuit lors du traitement biologique où elles peuvent être consommées par les protozoaires et les métazoaires.

Observation macroscopique des boues a été mesurée par l'indice de MOHLMANindice de mohlman pour l B1 varie entre 57,89 et 109,87 avec moyenne 80.25ml/g . B2 44.76 et 138.70 ml/g avec moyenne 83.14ml/g

Observation microscopique des boues activées

– **Gastrotriches , Arcella ,Aspidisca ,Vorticelle**

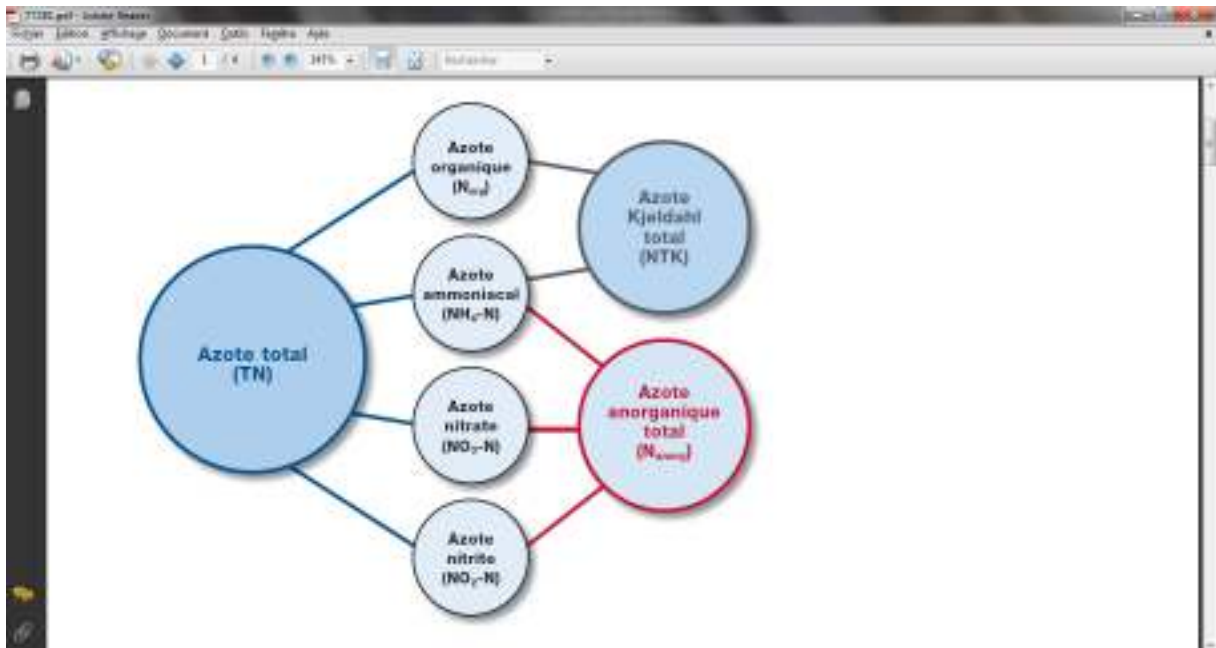
Conclusionnotre étude a permis d'établir les conclusions suivantes

La STEP de Réghaia est capable de produire une bonne qualité de rejet. Ces derniers il a été prouvé parles analyses physicochimiques

Les abattements enregistrés montrent un assez bon fonctionnement avec une élimination importante de 91,13% pour les MES , 95,43% pour la DBO5 , 87,81% pour la DCO , 86,31% pour l'azote totale et 89,5 % phosphore totale . Ces rendements sont très satisfaisants .

Les résultats révèlent un bon fonctionnement de la station. Les eaux épurées sont caractérisées par une faible proportion d'éléments chimiques .Il serait intéressant de prendre en considération les points suivants :

- Mise en place par les pouvoirs publics de mécanismes financiers incitatifs à la réutilisation des eaux usées.
- Développement des dispositifs techniques d'installation des projets de réutilisation des eaux épurées .
- Les STEP doivent pousser le traitement des eaux usées jusqu'au niveau tertiaire.
- Construire des stations d'épuration qui traitent les eaux industrielles avec un traitement spécifique .



Élimination de l'azote : une fiabilité optimale grâce à une analyse optimale

Une élimination plus efficace et plus économique de l'azote n'est possible que grâce à des mesures régulières et ciblées des différents paramètres de l'azote :

en ligne grâce aux capteurs de process ($\text{NH}_3\text{-N}$, $\text{NO}_2\text{-N}$) et **en laboratoire grâce au système de tests en œuvre LANGE** ($\text{NH}_3\text{-N}$, $\text{NO}_2\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$, TN).

En cas de modifications apportées à l'installation ou de concentrations variables à l'arrivée dans la station d'épuration, il est nécessaire de procéder à un contrôle renforcé, dans la mesure où les microorganismes ne s'adaptent à ce très lentement

La stabilité et le respect des limites autorisées pour les eaux usées quittant la station d'épuration sont assurés par une charge uniforme du système de purification biologique. Un contrôle précis (analyse) des différents processus de décomposition de l'azote est donc nécessaire afin de détecter rapidement la présence d'éléments ayant une incidence négative sur le réseau de canaux, la charge de la station ou le déroulement du processus de traitement. Des contre-mesures peuvent ainsi être prises immédiatement pour éviter les conséquences



• Avec aussi une norme de réactif et une

Références Bibliographique

Alzieu C., 1989. L'eau : milieu de culture. *In* Aquaculture. 2^{ème} édition, Tome 1 : 16- 43

Aboukacem A., Chahlaoul A., Soulaymani A., Rhazi F., Benali D., 2007. Etude comparative de la qualité bactériologique des eaux des oueds Boufèkrane et Ouislane à la traversée de la ville de Meknès (Maroc). *Rev. Microbiol. Ind.San.et Environn.* N°1: 10-22.

Apfelbaum M.,Romon M., Dubus M., 2009. Diététique et nutrition 7ème édition .paris.Elsevier Masson .516p

Aminot A ., Kerouel R., 2004. Hydrologie des écosystèmes marins. Paramètres et analyses. Éd. Ifremer. 336 p

Ademe .,1996. La valeur azotée des boues résiduares des stations d'épuration urbaines,336 p.

Asano T.,1998.Waste water reclamation and reuse.Water quality management library,1475 p.

Amir S., 2005. Contribution a la valorisation de boues de stations d'épuration par compostage : devenir des micropolluants métalliques et organiques et bilan humique du compost. thèse de doctorat, l'institut national polytechnique de toulouse sciences agronomiques. 312p

Botta A., Bellon L ., 2001. Pollution de l'eau et santé humaine .Laboratoire de biogénotoxicologie et mutagenèse environnementale. Université Euro- Méditerranée Thèse.130p

Benyahya M., Bohatierb J.,Laveran H.,Senaud J., Ettayebid M.,1998.Les virus des eaux usées et leur élimination au cours des traitements des effluents polluée.,*Elsevier, Paris.* :95-105.

Baumont S.,Camard P.,Lafranc A ., Francon A ., 2002 . Réutilisation des eaux usées épurées : risques sanitaires et faisabilité en ile de France , paris :12--29

Baumont S.,Camard J-P.,Lefranc A.,Franconi A. 2004 .Réutilisation des eaux usées: risques sanitaires et faisabilité en Île-de-France. 220p.

Bliefert C., Perraud R., 2001.Chimie de l'environnement : Air, Eau, Sols, Déchets. Edition de Boeck : 317 - 477.

Beghoura F., Heraoui S., 2012. Notice de Fonctionnement et d'Exploitation STEP réghaia p3.

Baul D.,2000.Milieu aquatique et document d'incidence collection mise au point , conseil supérieur de la pêche 260p.

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

CSHPF.,1995. Recommandations sanitaires relatives à la désinfection des eaux usées urbaines, 22p.

Cauchi H., Nakache S., Zagury B., Carre C., DenisD., Larbaigt D., MartigneS.,1996. Dossier : la réutilisation des eaux usées après épuration. *Techniques, Sciences et Méthodes*, 2 : 81-118.

Crini G., Badot P,M.,2007. Traitement et épuration des eaux industrielles polluées procédés membranaire , bioadsorption et oxydation chimique , France .353p.

Chachuat E., Roche N., Latifi M. A., 2007. Nouvelle approche pour la gestion optimale de l'aération des petites stations d'épuration par boues activées. *L'eau, l'industrie, les nuisances* – 240 : 24-30.

Choubert J.M., 2002. Analyse et optimisation du traitement de l'azote par les boues activées a basse température. Thèse Doctorat de l'Université Louis Pasteur,163p.

Cardot C.,1999. Les traitements de l'eau – Procédés physico-chimiques et biologiques. Paris : Ellipses,247 p.

Degrement T., 2005.Mémento technique de l'eau.10ème édition .paris :lavoisier technique et documentation . 1874p

Decamp O., Warren A., Sanchez R.,1999.The role of ciliated protozoa in subsurface flow wetlandsand their potential as bioindicators. *Water Science and Technology* ; 40 (3):91-97.

Deshayes M., 2008 .Guide pour l'établissement des Plans d'Assurance de la Qualité dans le cadre de la réalisation des stations d'épuration de type boues activées en lots séparés thèse de doctorat. 22p

Djermakoye M.M. , 2005. les eaux résiduaires des tanneries et des teintureries : caractéristique des physico chimiques , bactériologiques et impact sur les eaux de surface et les eaux souterraines thèse de doctorat , université de bamako ; mali :119 p.

Delarras C., 2003 . Surveillance sanitaire et microbiologique des eaux , Lavoisier .269p
CROUZILLES,C.2009.infectiologie et hygiène gestion des risques et soins infirmiers
.Paris :Elsevier ,Masson .173p.

Degremont .,1989. Mémonto technique de l'eaux tome 1&2collection degremont p1459.

Djeddi H., 2007.Utilisation des eaux d'une station d'épuration pour l'irrigation des essences forestières urbaines, mémoire de magistère , Université Mentouri Constantine. **136p.**

Dubriel J., 2001. Réflexion sur la notion d'indicateur de risques sanitaires liés au rejet d'eaux usées en milieu littoral. Mémoire de fin d'études, Ecole Nationale de la Santé Publique (France)201p.

Deronsie O., Racault Y., Canier JP., lianard A.,2013. Station d'épuration de boues activées .mémoire fin détude , Paris .160p

Elskens M., 2010. Analyse des eaux résiduaires, Mesure de la pollution. Techniques de l'ingenieur, P4200

Emmanuel E., 2001. Caractérisation analytique des effluents hospitaliers et évaluation des risques écotoxicologiques. DEA, INSA de Lyon 60p.

El hachemi H., El halouani M. Meziane A. Torrens M., Salgot M., Sbaai., 2012 . etude des performances epuratrices dans une station de traitement des eaux usées par lagunage en climat desertique (oasis de figuig - maroc) : aspect bactérien et organique. *Microbiol. Ind. San et Environn* . :6 : 84-97

Edeline M.F.,1992. Epuration physico-chimique des eaux, 2ème édition, Ed.CEBEDOC,340p

F.A.O,2003 ,l'irrigation avec des eaux uses traitées :manuel d'utilisation , 73P

Figarella J., LEYRAL G., TERRET M., 2001. Microbiologie générale et appliquée. Edit. Jacques Lanore.285p.

Gersberg R.M., Lyon S.R.,Brenner R., Elkins B.V.,1987. Fate of virus in artificial wetlands. Applied and environmental microbiology ; 53 (4):731-736.

Green M.B.,Griffin P., Seabridge J.K., Dhobie D.,1997. Removal of bacteria in subsurface flow wetlands. Water Science and Technology ; 35 (5):109-116.

Hugo V., 2007.modélisation et commande floues de type takagi-sugeno appliquées à un bioprocédé de traitement des eaux usées . thèse Doctorat de l'Université Paul Sabatier de toulouse, France .201p

Hamdi W., Youcefi M., Touil Y., Bougrinat R., Ferhi N., Ould elhadj M. D., 2012. Contribution à l'étude de quelques caractéristiques physico-chimiques et hygiéniques des eaux usées issues de rejets de certaines localités de la cuvette de ouargla (sahara septentrional est algérien): impact sur le milieu récepteur, *Algerian journal of arid environment*, 2:56-63

Hade A.,2003.nos lacs : les connaitre pour mieux les protéger . canada :FIDES.359p

Jolliet O., Saadé M., Getgaz p., Shaked S.,2010. *analyse du cycle de vie comprendre et réaliser un écobilan .2ème édition . 215 P*

Joly B., Reynaud A., 2003. Entérobactéries : systématiques et méthodes d'analyses. Edit. Techniques et Documentation. Paris. 356p.

Juste c., 1979. Valorisation agricole des boues issues du traitement des eaux urbaines. Trib. Cebedeau ; 432,pp 461-467.

Jarde E., Mansuy L., Faure P., 2003. Characterization of the macromolecular organiccontent of sewage sludges by thermally assisted hydrolysis and methylation-gas chromatography-mass spectrometer .pp 331-350.

Kimberle C., Madramoto C., Crolla A., Kinsley C.,2003. Pollutant removal from municipal sewagelagoon effluents with a free-surface wetland. Water Research :2803-2812.

Kehal K.,2001. Rétrospective et perspectives du dessalement en Algérie, Elsevier Science. 136 . 35-42

Koller E., 2004. Traitement des pollutions industrielles: Eau, Air, Déchets, Sols, Boues. DUNOD. PARIS. 360p.

Lebres E., Azizi D., Hamza A., Taleb F.,Taouchicht B.,2002 . Mnuel des travaux pratiques ,institut pasteur d'algérie .20p.

Legras L.,2002. Importance et causes de l'auto-epuration. *Science et Pêche 21 :113-116*

Lasserre F., Descroix L., 2011. Eaux et territoires tension , coopération et géopolitique de l'eau , 3ème édition, canada . 489p .

Mara D., Pearson H. W.,1998., Design Manual for Waste stabilization ponds in Mediterranean countries. Lagoon Technology International Leeds, England. Lagoon Technology International Ltd 90p.

Maiga A H, Konate J.,Wethe K., Denyigba D. Zoubgrana., 2007. Epuration des eaux usées domestiques par lagunage : performance d'une filière à trois bassins à micropyles en

série étudié à Ouagadougou, laboratoire de contrôle des pollutions et des procédés de traitement des eaux, LCP-Eau, 150p.

Mizi A., 2006 . Traitement des eaux de rejets d'une raffinerie des corps gras région de BEJAIA et valorisation des déchets oléicoles. Thèse de doctorat. Université de Badji Mokhtar. 141p.

Miquel G., 2003 .Sénateur, Office Parlementaire d'évaluation des Choix Scientifiques et Technologiques, Rapport *sur «la qualité de l'eau et de l'assainissement en France»* Tome II. Paris, France, 293 p.

Manahan S. E., 2000. Environmental Chemistry, 7e edition, Boca Raton. CRC press, USA, Lewis Publisher, 1492 p.

Mekhalif F., 2009 . Réutilisation des eaux résiduaires industrielles épurées comme eau d'appoint dans un circuit de refroidissement, thèse de doctorat ,skikda . p25

Martin G.,1979. Le problème de l'azote dans les eaux. Ed technique et documentation, Paris,279p.

Mustin M., 1989. Le compost gestion de la matière organique. Ed. François Dubux, Paris: 266-269.

Manshadi F.D., Karim M.R., Karpiscak M.M, Gerba C.P., 2004.The persistence and removal of enteric pathogens in constructed wetlands. Water Research ; 38: 1831-1837.

Marad., 1980. Sewage treatment in hot climates, *Ed. John Willey and Sons.*79p.

Mustapha O., Elouardy K., Amajoud N., Abrini J., 2013.Etude de la qualité microbiologique des eaux kundo ;ancien réseau d'approvisionnement en eau (medina de touan , Maroc),Sciencelib,5 :2111-4706

N'diaye A.D., Ould Sid M., Ould Kankou A.,Baidy L.O., Ibno Namr K.,2011. Etude de la qualité physicochimique des eaux usées brutes de la ville deNouakchott ; ScienceLib ,3 :46

Ottoson J., Hansen A., Björlenius B., Norder H., Stenström T.,2006. Removal of viruses, parasitic protozoa and microbial indicators in conventional and membrane processes in a wastewater pilot plant. Water Research ;40:1449-1457.

Ouali M. S., 2001. Cours de procédés unitaires biologiques et traitement des eaux. Office des publications universitaires, Ben Aknoun, Alger: 10-15.

Pons M.N., Belhani M., Bourgeois J., Dupuit E. 2008. Analyse du cycle de vie, Epurations des

eaux usées urbaines. Techniques de l'ingénieur 40p.

Pelmont j., 2005 . biodegradation et métabolismes : les bactéries pour les technologies de l'environnement EDP sciences édition : 10-11.

Putz P.,2005. rapport d'application analyse de laboratoire & analyse en continu éléments nutritifs composés azotés 55p.

Pearson H.W., Mara D.D., Milis S.W., Smallman D.J., 1987. Physico-Chemical parameters influencing fecal bacteria survival in waste stabilization ponds, *Wat. Sci. Tech.*, 18(10), 37-46

Pandolfi D., 2006. Caractérisation morphologique et physiologique de la biomasse des boues activées par analyse d'images Thèse Doctorat de l'Institut National Polytechnique de Lorraine , (spécialité Génie des Procédés et des Produits) 133p.

Perez R.,2009.Ces algues qui nous entourent : conception actuelle , rôle dans la biosphère , utilisation , culture. France :IFREMER :359p.

Ramade F. 2000 .Dictionnaire encyclopédique des pollutions. Ed. Ediscience international, Paris, 689p.

Rodier J., 1996. L'analyse de l'eau. Ed. DOIN, 8ème édition, Paris: 644-1047.

Rhallabi N., 1990 . Epuration des eaux usées domestiques dans un Chenal Algal à Haut Rendement et leur réutilisation en irrigation – Aspect bactériologique. *Mémoire de Diplôme d'Etudes Supérieures en 3ème cycle, Faculté des Sciences, Université Mohammed V, Rabat, Maroc, 124 p*

Rodier J.,1996. L'analyse de l'eau, 8ème édition; DUNOD, Paris, 1383p.

Redjem H., 2001. Le déficit d'eau en Algérie: une situation alarmante, *Elsevier Science*, 137 , 215-218

Rodier J., Legube B., Merlet N., Brunet R., 2009. L'analyse de l'eau. 9^{ème} édition. Paris : DUNOD. 1526p.

Rodier J., Bazin C., Chanbon P., Broutin J.P., Champsaur H., et Rodi L., 1996. L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires et eaux de mer. 8^{ème} Ed. Dunod, Paris : 1383p.

Rodier J., Bazin C., Bourtin J.P., Chambon P., Champsaur H., Rodi L. 2005. L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer. Ed. Dunod, Paris.8ème édition, 1383p.

Rodier J., 1996. L'analyse de l'eau. 8^{ème} édition. Paris. DUNOD. 1383p.

Servias P.,castignolles N.,Petit F., George L.,Janvresse B.F., Ficht A., 1999. contaminations bactérienne et virale , ifremer , paris :2 -26

Sharpe M.E., 1979. Identification of the lactic acid bacteria, identification methods for microbiologists. Skinner F.A and D.W, lovelock (Edi). Academic press (London) :1233 - 1255.

Singh K.P., Mohan D., Sinha S., Dalwani R., 2004. Impact assessment of treated/untreated wastewater toxicants discharged by sewage treatment plants on health, agricultural, and environmental quality in the wastewater disposal area. Chemosphere, 55: 227–255.

Sanz N ., Duchenne P., Coteux E., 1996. Les éléments les plus significatifs de la microfaune des boues activées. Paris : CAMEGRAF-DIVISION qualité des eaux : 471-477.

Tose S., 2006. Reuse of effluent water-benefits and risks , *AGRICULTURAL WATER MANAGERMENTS* 80:147-157

Thibault M., Bouazouni O., Boumédine H. K., Moali A., 2006. Plan de Gestion de la Réserve Naturelle du Lac de Réghaïa (Algérie) , 122p

Vaillant J.R. 1974 .Perfectionnement et nouveautés pour l'épuration des eaux résiduaires : eaux usées urbaines et eaux résiduaires industrielles. Ed. Eyrolles. Paris, 413p.

Vellaud J P., 1981. La valorisation agricole des boues de stations d'épuration. Tech.Eau Assain ; 411 :27-36

Vandermeersch S., 2006. Etude comparative de l'efficacité des traitements d'épuration des eaux usées pour l'élimination des micro-organismes pathogènes. thèse de doctorat , Université Libre de Bruxelles PDFMFE VEND,150p.

Werther J., Ogada T., 1999. Sewage sludge combustion. Progress in Energy and Combustion Science, 25: 55–116.

Wery M., 1995 .Protozoologie médicale .Bruxelles : de boeck Université 276p.

Xanthoulis D., 1993. Valorisation agronomique des eaux usées des industries agro-alimentaires.Tribune de l'eau . pp: 27-32.

Liste Des Tableaux

Tableau I	: Les bactéries pathogènes dans les eaux usées	10
Tableau II	: La qualité des l'effluents brut et traité dans la STEP de Réghaia	19
Tableau III	: Tableau explicatif des échantillons	25
Tableau IV	: Résultats de l'indice de MOHLMAN dans la STEP de Réghaia	62
Tableau V	: Résultats des analyses physicochimiques	
Tableau VI	: Résultats des analyses bactériologiques	
Tableau VII	: Rendements des paramètres physicochimiques	
Tableau VIII	: Rendements épuratoires des paramètres bactériologiques	
Tableau IX	: Normes de rejets de l'OMS 2006 appliquées en Algérie	
Tableau X	: Normes microbiologiques de rejet des eaux épurées	

Glossaire

Anoxie: lorsque les cellules ne reçoivent plus d'oxygène.

l'auto-épuration : est un processus biologique qui permet aux lacs et aux rivières d'éliminer une pollution faible. Cette pollution est éliminée par des micro-organismes, comme les bactéries, et par les algues. Ce phénomène naturel est souvent repris dans les stations d'épuration (**Legras,2002**) .

Bassin d'orage : bassin retenue installé sur réseau unitaire souvent juste a l'amont d'un station dépuraton et destiné a stocker provisionnement tout on partie du volume ruisselé généré par une pluie (**Baul ,2000**)

Dénitrification : dans des conditions anoxiques, la transformation du $\text{NO}_3\text{-N}$ en azote élémentaire s'effectue via les produits intermédiaires $\text{NO}_2\text{-N}$ et $\text{NO/N}_2\text{O}$. Pour cette étape, il est important de disposer d'une quantité suffisante de carbone (majoritairement du méthanol) facilement dégradable. Il ne doit rester aucune trace d'oxygène dissous (**Putz , 2005**) .

Nitrification : lors du traitement biologique des eaux usées, le $\text{NH}_4\text{-N}$ azote ammoniacal est transformé en $\text{NO}_2\text{-N}$ Azote nitrite puis en $\text{NO}_3\text{-N}$ azote nitrate grâce à l'apport d'oxygène. Cependant, les microorganismes responsables de la nitrification (*Nitrosomonas* et *Nitrobacter*) sont très fragiles. Ils ont besoin de températures constantes (jamais inférieures à 12 °C), d'un rapport C/N/P favorable et d'une alimentation en oxygène suffisante(**Putz ,2005**) .