

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

N°Ref :.....



**Centre Universitaire AbdelhafidBoussouf-Mila**

Institut des Sciences et de la Technologie Département des Sciences de la Nature et de la Vie

**Mémoire préparé en vue de l'obtention du diplôme de  
Master**

**Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie**

**Filière : Sciences Biologiques**

**Spécialité : Biochimie appliquée**

**Thème :**

**Etude de la microflore bactérienne de la boue activée  
dans la station d'épuration des eaux usées de Sidi  
Marouane**

**Présenté par :**

- AIOUAZ Hadjer.
- KACHA Ahlem.

**Devant le jury composé de :**

- BOUBNDIR Abdelhafid	MCA	Président
- BOUCHEKRIT M oufida	MCB	Examineur
- HARREICHE Ouahiba	MAA	Promotrice

**Année universitaire : 2018/2019**

## REMERCIEMENTS

Nous remercions tout d'abord notre *allah* le tout puissant, pour nous avoir donné la force et la patience, la santé et la volonté pour réaliser ce modeste travail.

Car l'homme repose mais dieu dispose, également nous remercions infiniment nos parents, qui nous ont encouragé et aidé à arriver à ce stade de notre formation.

Nos remerciements vont aux membres du jury : **M<sup>elle</sup> BOUCHEKRIT Moufida** et **Mr BOUBNDIR Abdelhafid** d'avoir accepté de juger notre travail.

Nous tenons surtout à adresser nos plus vifs remerciements à notre promotrice, **M<sup>me</sup> HARREICHE Ouahiba**, pour nous avoir encadré et dirigé ce travail et pour sa disponibilité, ses conseils et le temps qu'elle a bien voulu nous consacrer.

Nos plus grande gratitude va à tous les enseignants, pour leurs orientations et leurs conseils et surtout **M<sup>r</sup> ZOUAIGHI Mohamed**, **M<sup>r</sup> MOUSSAOUI Bilal** et **Dr BOUTALAA Saber**.

Nous remercions tous nos collègues de Master II Biochimie Appliqué pour leur aide durant toute la période de préparation, ainsi que le groupe de laboratoire du centre universitaire de Mila, pour leurs aides surtout **Mme Amina**.

Enfin, nous tenons à remercier toute personne qui a participé de près ou de loin, directement ou indirectement à finaliser ce modeste travail.

*Ahlem Et Hadjer*



# Dédicace

Tout d'abord, louange à « *ALLAH* » qui ma guidé sur le droit chemin tout au long du travail et qui m'a inspiré les bons pas et les justes réflexes, sans sa miséricorde, ce travail n'aura pas abouti. Je dédie ce modeste travail :

Spécialement, *A* mes chers parents *MEBARAK* et *NOURA*, qui m'ont tout donné sans rien en retour et qui ont toujours cru en moi, c'est grâce a eux que je suis arrivée à cette étape de ma vie Je vous aime énormément.

*A* mes sœurs *Ikram, Soumia et Abderahmanne* Qui m'ont toujours confié du courage et qui m'ont soutenue durant les moments difficiles et a qui je souhaite beaucoup de réussite dans leur vie future. Vous êtes la lumière de ma vie sans votre présence je pourrai jamais avancer.

*A* toutes ma grande famille surtout la famille *AIOUAZ* et *BEN NEZAIRE*.

*A* tous mes Enseignant depuis le primaire, qui ont contribué et influencé dans l'élaboration de ma forte personnalité essentiellement *M' KHARCHOUCHE, M<sup>me</sup> BOUDJAZA, M' BENDJADOU, M' BENAMER, M' BOUNASS et M' KACHA.*

*A* mes ancles, *Aziz, Salime, Hamza, Kamal et Zoufir*, sans oublier mes tantes *Hayetet Fadila* qui m'ont fait toujours confiance et qui m'ont beaucoup encouragé pour y arriver, je lui dis « *Merci beaucoup* ».

*A* me chères amies que j'ai vécu avec elles des beaux moments : *Ahlam, Nedjla et Hassina* Je vous remercie du fond du cœur.

*A* les petits : *Salah addinne, Souhaybe, Aya et Chayma.*

*A* tous mes Collègues pour leurs aides et pour tout ce qu'ils m'ont apporté durant toutes les années d'études, *A* toute la promotion master 2018 /2019. *Merci pour tous les bons moments que nous avons partagés.*

*A* tous qui me connaisse, *A* Tous ceux qui m'ont aidé directement ou indirectement dans la réalisation de ce mémoire de prés ou de loin.

**QUE DIEU NOUS PROTEGENT**

*Hadjer*



# Dédicace

Tout d'abord, louange à « **ALLAH** » qui m'a guidé sur le droit chemin tout au long du travail et qui m'a inspiré les bons pas et les justes réflexes, sans sa miséricorde, ce travail n'aurait pas abouti. Je dédie ce modeste travail :

Spécialement, **A** mes chers parents **Kamal et Hassina**, qui m'ont tout donné sans rien en retour et qui ont toujours cru en moi, c'est grâce à eux que je suis arrivée à cette étape de ma vie. Je vous aime énormément.

**A** mes sœurs **Hicham et Boutayna** Qui m'ont toujours confié du courage et qui m'ont soutenue durant les moments difficiles et à qui je souhaite beaucoup de réussite dans leur vie future. Vous êtes la lumière de ma vie sans votre présence je pourrais jamais avancer.

**A** toute ma grande famille surtout la famille **KACHA et ALLAM**.

**A** tous mes Enseignants depuis le primaire, qui ont contribué et influencé dans l'élaboration de ma forte personnalité essentiellement **M<sup>me</sup> BERCHE, M<sup>me</sup> BOUDJAZA, M<sup>r</sup> BENDJADOU, M<sup>r</sup> BENAMER, M<sup>r</sup> BOUNASS ET NEZZARJ**

**A** mes oncles **Nabil, Alawa, Halim, Hamza et Salah**, sans oublier mes tantes **Saida, Samra et Fatima** qui m'ont fait toujours confiance et qui m'ont beaucoup encouragé pour y arriver, je leur dis « Merci beaucoup ».

**A** mes chères amies que j'ai vécu avec elles des beaux moments : **Hadjer, Nedjla et Hassina** Je vous remercie du fond du cœur.

**A** les petits : **Anis et Abderrahmane**.

**A** tous mes Collègues pour leurs aides et pour tout ce qu'ils m'ont apporté durant toutes les années d'études, **A** toute la promotion master 2018/2019. Merci pour tous les bons moments que nous avons partagés.

**A** tous qui me connaissez, **A** Tous ceux qui m'ont aidé directement ou indirectement dans la réalisation de ce mémoire de près ou de loin.

**QUE DIEU NOUS PROTEGE**

**AHLAM**

## Table des matières

Liste des tableaux	
Liste des figures	
Liste des abréviations	
ملخص	
Résumé	
summry	
Table des matières	
Introduction	

### *Synthèse bibliographique*

#### *Chapitre 1: Généralités sur les eaux usées*

1. Définition des eaux usée .....	2
2. Les différents types d'eaux usées .....	2
2.1. Les eaux usées domestiques .....	2
2.2. Les eaux usées industrielles .....	2
2.3. Les eaux pluviales.....	2
2.4. Les eaux agricoles.....	3
3. Composition des eaux usées .....	3
4. Les stations d'épuration (STEP).....	4
Épuration des eaux usées .....	4
5. Les principales étapes d'épuration des eaux usées .....	4
5.1. Traitement préliminaire .....	4
5.2. Traitement primaire .....	5
5.3. Traitements secondaires (biologique) .....	6
5.4. Traitements tertiaires .....	6

#### *Chapitre 2: épuration des eaux usées par la boue activée*

1. Définition de la boue activée .....	8
2. Description du procédé d'épuration à boues activées .....	8
3. Le principe de la technique .....	9
4. Origine des boues de station d'épuration .....	10
5. Les différents types des boues activées .....	10

5.1.	Les boues primaires .....	10
5.2.	Les boues secondaires (biologiques) .....	10
5.3.	Les boues physico –chimiques .....	10
6.	Traitement des boues .....	11
6.1.	Epaississement des boues .....	11
6.2.	Stabilisation des boues .....	11
6.3.	Déshydratation thermique .....	12
6.4.	Elimination finale des boues .....	12

### ***Chapitre 3: Micro flore bactérienne des boues activées***

1.	Les micros -organismes des boues activées .....	13
1.1.	La microfaune .....	13
1.2.	Les helminthes .....	14
1.3.	Les algues .....	14
1.4.	Les virus .....	14
1.5.	La microflore bactérienne .....	15
2.	Les classifications de la microflore bactérienne .....	15
2.1.	Classifications Selon la forme .....	15
2.2.	Classification Selon le processus d'élimination des matières organiques .....	16

### ***Chapitre 4 : STEP de Sidi Merouane***

1.	Présentation de la région d'étude .....	21
2.	Localisation de la STEP .....	21
3.	Caractéristiques de la STEP .....	22
4.	Les étapes de traitement d'eau Usée dans la STEP .....	22
5.	Système de Traitement des boues .....	24
5.1.	Recirculation des boues .....	24
5.2.	Déshydratation des boues .....	24
5.3.	Séchage des boues .....	26

### ***Matériel et méthodes***

1.	Echantillonnage .....	27
1.1.	Prélèvement de la boue activée .....	27
1.2.	Transport et conservation des échantillons .....	28
2.	Dénombrement de la microflore aérobique mésophile totale .....	28
2.1.	Préparation du milieu de culture PCA .....	28

2.2.	Préparation de la gamme des dilutions .....	29
2.3.	Ensemencement .....	30
3.	Observations macroscopique des colonies.....	31
4.	Observation microscopique des bactéries.....	32
4.1.	Observation à l'état frais .....	32
4.2.	Coloration de Gram.....	33
5.	Les tests Biochimiques .....	33
5.1.	Recherche de la catalase .....	33
5.2.	Recherche de l'oxydase .....	34
5.3.	Galerie API 20E (Bio-Mérieux).....	35

### ***Résultats et discussion***

1.	Résultats et discussion .....	37
1.1.	Dénombrement de la flore bactérienne .....	37
1.2.	Isolement de la microflore bactérienne .....	37
1.3.	Caractérisation culturelle et cellulaire.....	37
1.4.	Résultat de l'observation microscopique .....	39
1.5.	Résultat de la coloration de Gram .....	42
1.6.	Les résultats des tests biochimiques .....	42
2.	Discussion .....	47

Conclusion

Références bibliographiques

Annexes

## Liste des figures

Figure	Titre	Page
<b>1</b>	Les principales étapes d'épuration des eaux usées	<b>07</b>
<b>2</b>	Boue de STEP.	<b>08</b>
<b>3</b>	Processus de traitement des eaux usées urbaines	<b>09</b>
<b>4</b>	<i>Nitrosomonas</i>	<b>18</b>
<b>5</b>	<i>Nitrobacter</i>	<b>18</b>
<b>6</b>	<i>Thiobacillus</i>	<b>19</b>
<b>7</b>	<i>Acinetobacter / mortadelle</i>	<b>20</b>
<b>8</b>	Localisation de la station de Sidi Merouane (O.N.A, 2014)	<b>21</b>
<b>9</b>	La STEP de Sidi Merouane	<b>22</b>
<b>10</b>	Dégrilleur fin manuel	<b>23</b>
<b>11</b>	Dessableur déshuileur	<b>23</b>
<b>12</b>	Bassin d'aération (Zone aérobie)	<b>23</b>
<b>13</b>	Décantation secondaire.	<b>23</b>
<b>14</b>	Les eaux épurée a la sortie de la station (STEP)	<b>24</b>
<b>15</b>	Recirculation des boues.	<b>24</b>
<b>16</b>	Table d'égouttage	<b>25</b>
<b>17</b>	Le filtre à bande	<b>25</b>
<b>18</b>	Lits de séchage	<b>26</b>
<b>19</b>	Aire de stockage des boues séchées.	<b>26</b>
<b>20</b>	Points de prélèvement au niveau du bassin biologique (STEP de Sidi Merouane.)	<b>27</b>
<b>21</b>	La boue activée prélevée	<b>28</b>



<b>22</b>	le milieu de culture (PCA)	<b>29</b>
<b>23</b>	la gammes de dilutions	<b>30</b>
<b>24</b>	Schéma de préparation des suspensions dilution.	<b>31</b>
<b>25</b>	Ensemencement	<b>32</b>
<b>26</b>	Dénombrement des colonies	<b>32</b>
<b>27</b>	Test catalase.	<b>34</b>
<b>28</b>	Galerie API 20E	<b>36</b>
<b>29</b>	Exemple de certains aspects cultureux (a) et cellulaire (microscopique) (b) (Gx100)	<b>42</b>
<b>30</b>	Les deux aspects majeurs obtenus pour les isolats après coloration de Gram (Gx100).	<b>42</b>

## Liste des tableaux

<b>Tableau</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>1</b>	Composants majeurs typique d'eau usée domestique	<b>03</b>
<b>2</b>	Quelques correspondances entre polluants et bactéries épuratrices	<b>20</b>
<b>3</b>	Caractérisation culturel et cellulaire	<b>37</b>
<b>4</b>	Caractérisation culturel et cellulaire des bactéries après incubation à 37C°	<b>39</b>
<b>5</b>	Résultat de galeries des bactéries de 30C°	<b>44</b>
<b>6</b>	Résultat de galeries des bactéries de 37C°.	<b>45</b>

## Liste des abréviations

**%** : pourcentage

**H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>** : peroxyde d'hydrogène

**API 20** : Appareillage et Procédé d'Identification

**C°** : Degré Celsius

**CO<sub>2</sub>** : dioxyde de carbone

**DBO<sub>5</sub>** : Demande biochimique en oxygène pendant 5 jours (mg/l)

**DCO** : demande biochimique en oxygène (mg/l)

**EB** : Eau brute.

**EE** : Eau épurée

**EqH** : Equivalent d'habitant.

**ERU** : eaux résiduaires urbaines

**m<sup>3</sup>/j** : Mètre cube par jour.

**MES** : Matière en suspension (mg/l)

**MV** : Matières volatiles en suspension

**N** : azote

**N<sub>2</sub>** : azote moléculaire

**NH<sub>3</sub>** : ammoniac

**NH<sub>4</sub>** : ammonium

**Nm** : nanomètre

**NO** : monoxyde d'azote

**NO<sub>2</sub><sup>-</sup>** : nitrite

**NO<sub>3</sub><sup>-</sup>** : nitrate

**ONA** : Office National d'Assainissement.

**P** : phosphore

**STEP** : Station de traitement des eaux polluées.

**T°** : température

**μl** : microlitre

**μm** : micromètre

# *Résumé*

## ملخص

إن تنقية مياه الوسط العمراني تندرج في مسار حماية محيطنا و الحفاظ على ثرواتنا المائية يتم إنشاؤها الملموس حسب تنظيم و مقاييس اعتبار المحيط الطبيعي. بسيدي مروان ولاية ميلة نمط تطهير المياه المستعملة بالوسط العمراني يتم عن طريق الحماية النشطة فيها تتعرض المياه لتهوية قوية تتسبب بأكسدة المواد العضوية بواسطة البكتيريا الهوائية مما يؤدي إلى تخليص المياه من المادة العضوية المنحلة وتحويلها إلى مادة قابلة للترسب في حوض الترسب فينتج من جهة ماء نقي ومن جهة أخرى أنواع مختلفة من الحماة .

**الكلمات المفتاحية:** المياه المستعملة - الحماة النشطة- محطة تصفية المياه المستعملة سيدي مروان - البكتيريا.

**Résumé :**

dans notre travail , nous nous sommes intéressés à l'étude de la microflore bactérienne aérobie de la boue activée dans la station d'épuration des eaux usées de Sidi Merouane , Cette dernière , située dans la wilaya de Mila , a pour objectif de protéger le barrage de Beni Harroune des eaux polluées

L'observation microscopique des colonies l'observation microscopique des bactéries ainsi que les tests biochimiques ont permis l'identification des bactéries appartenant aux familles de Xanthomonadaceae , Enterobacteriaceae

**mots clés :** STEP Sidi Merouane, boue activée ,microflore aérobie, bactérie ,identification

**Abstract:**

The purification of urban water is part of the process of protecting our surroundings and preserving our water resources

The establishment of the concrete according to the organization and measures to consider the natural environment.

Basidi Marwan Wilayat Mila The method of purification of wastewater in the urban area is through the active sludge where the water is exposed to a strong ventilation that causes the oxidation of organic matter by the air bacteria, which leads to the discharge of the dissolved organic matter and turn it into a material that can be deposited in the sedimentation basin produced by pure water and Other different types of protectors.

**Key words:** wastewater, WWTP Sidi Merouane, activated sludge and Bacterium



# *Introduction*

### **Introduction**

L'eau constitue un élément essentiel dans la vie et l'activité humaine. C'est une composante majeure du monde minéral et organique. Actuellement, l'eau participe à toutes les activités quotidiennes notamment, domestiques, industrielles et agricoles ce qui la rend un élément récepteur exposé à tous les genres de pollution. Dès lors, l'eau sera considérée comme un transporteur potentiel de maladies. La pollution des eaux de surface et souterraines est possible par les rejets des eaux usées tant domestiques qu'industrielles ainsi que par l'utilisation d'engrais et de pesticides en agriculture. Le traitement ou l'épurations des eaux Usée a donc pour objectif de réduire la charge polluant .L'élimination de la pollution organique est essentiellement le fait de procédés d'épuration biologiques basés sur la transformation de la pollution en biomasse (appelée boue), boues. Parmi les procédés biologiques de traitement des eaux usées le procédé le plus utilisé est de boue activée cette dernier est un écosystème formé en majeure partie par des bactéries, protozoaires et métazoaires. Les bactéries s'agglomèrent sous la forme de floes qui sont formés par des bactéries filamenteuses. **(Rejsek, 2002).**

Parmi les STEPs les plus importantes en Algérie est celle de Sidi Merouane qui utilise le traitement des eaux usées par boue activée , Cette station , située dans la wilaya de Mila fait partie des installations de protection du grand barrage de Beni Haroun qui constitue un véritable moteur pour le développement des wilaya de Constantine, Mila, Jijel, Batna, Khenchela et Oum Elbouaghi en ce qui concerne l'alimentation en eau potable et en eau d'irrigation **(Chebta & Zeghilet, 2014) .**

Ainsi, l'objectif général de cette étude est d'identifier la miro flore bactérienne aérobie qui se trouve dans la boue activée de la station d'épuration des eau usée de Sidi Merouane

*Synthèse*

*bibliographique*

*Chapitre 1 :*  
*Généralité sur les eaux*  
*usées*

## **1. Définition des eaux usées :**

Selon **Rejsek (2002)**, les eaux résiduaires urbaines (ERU), ou eaux usées, sont des eaux chargées de polluants, solubles ou non, provenant essentiellement de l'activité humaine. Du fait de cette charge polluante, il est important d'épurer ces eaux, au niveau de station d'épuration, avant de les rejeter dans l'environnement ou le milieu récepteur. En effet, ce rejet peut avoir des conséquences néfastes pour le milieu récepteur, en particulier pour les organismes vivants qu'il héberge, mais également pour l'homme ou pour les activités qu'il réalise au niveau de ce milieu. Donc sous la terminologie d'eau résiduaire, se groupe des eaux d'origines très diverses qui ont perdu leurs puretés ; c'est-à-dire leurs propriétés naturelles par l'effet des polluants après avoir été utilisées dans des activités humaines (domestiques, industrielles ou agricoles).

## **2. Les différents types d'eaux usées :**

Il existe différentes types d'eaux résiduaires (ERU), qui arrivent à la station d'épuration. (**Rejsek, 2002**).

### **2.1. Les eaux usées domestiques :**

Elles constituent généralement les essentielle de la pollution et se composent :

- des eaux de cuisine qui contiennent des matières minérales en suspension provenant du lavage de légumes, des substances alimentaires à base de matière organique (glucides, lipides, protéine.) et des produits détergents.

- Des eaux de buanderie contenant principalement des détergents
- Des eaux de salle de bain chargées en produits utilisées pour l'hygiène corporelle

Des eaux de vannes qui proviennent des sanitaires (WC) Contiennent en matière organique hydrocarbonée en composée azotée phosphores et en micro-organismes. (**Rejsek, 2002**).

### **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 des matières organiques azotées ou phosphorées, elles peuvent également contenir des produits toxiques, des solvants, des métaux lourds, des micros polluants organiques ou des hydrocarbures. (**Rejsek, 2002**).

### **2.3. Les eaux pluviales :**

On entend par eaux pluviales, les eaux issues du ruissellement des toitures, des terrasses ,des parkings et des voies de la circulation. Leur destination est le milieu naturel (**Rejsek, 2002**).

## 2.4. Les eaux agricoles :

L'agriculture est une source de pollution des eaux car elle apporte les engrais et les pesticides. (Rejsek, 2002).

## 3. Composition des eaux usées :

La composition des eaux usées (Tableau 1), est extrêmement variable en fonction de leur origine. Elles peuvent contenir de nombreuses substances, sous forme solide ou dissoute, ainsi que de nombreux microorganismes. En fonction de leurs caractéristiques physiques, Chimiques, biologiques et du danger sanitaire qu'elles représentent, ces substances peuvent être classées en quatre groupes : les matières en suspension plus ou moins facilement décantables ou coagulables, les micro-organismes végétaux (algues, plancton) ou animaux (protozoaires, bactéries), des matières en solution de nature organique ou minérale ou sous forme de gaz dissous, et les substances nutritives. (Baumont S, Camard J-P, Lefranc A, Franconie A, 2004) (tableau 1)

**Tableau 1 :** Composants majeurs typique d'eau usée domestique.

Constituants	Concentration (mg /l)		
	Fort	Moyen	Faible
Solide totaux	1200	700	350
Solide dissous	850	500	250
Solide suspendus	350	200	100
Azote	85	40	20
Phosphore	20	10	6
chlore	100	50	30
Alcalinité	200	100	50
Graisses	150	100	50
DBO5	300	200	100

#### 4. Les stations d'épuration (STEP) :

Elles constituent une autre voie d'élimination des eaux usées dans la mesure où celles-ci y subissent toute une batterie de traitements avant leur déversement dans le milieu naturel.

Une STEP, généralement placée à l'extrémité aval d'un réseau est conçue pour épurer les eaux usées et limiter l'apport en excès de matières organiques et dans certains cas, de Substances minérales telles les nitrates et les phosphates dans les milieux récepteurs, en fait, certaines substances contenues dans un effluent, à partir d'une certaine concentration, peuvent constituer un danger pour la communauté aquatique ,par conséquent l'épuration des eaux usées diminue l'impact sur les écosystèmes aquatiques( **Briere, 1994**).

##### 4.1. Épuration des eaux usées :

L'épuration des eaux usées le plus approprié est celui qui fournit, avec certitude, des effluents de qualité chimique et microbiologique exigée pour un certain usage spécifique, à bas prix et des besoins d'opération et d'entretien minimaux.

Les stations d'épuration des eaux résiduaires, indépendamment du type de traitement, réduisent la charge organique et les solides en suspension et enlèvent les constituants chimiques des eaux usées qui peuvent être toxiques aux récoltes ainsi que les constituants biologiques (micro –organisme) qui concernent la santé publique en général.

#### 5. Les principales étapes d'épuration des eaux usées :

L'ensemble des ouvrages de traitement utilisés s'appelle la filière de traitement .elle consiste à judicieusement différentes étapes pour satisfaire à une qualité du milieu récepteur il faudra prendre en compte les sous –produits de l'épuration, en particulier les boues extraites de la filière de traitement des eaux résiduaires urbaines (**Rejsek, 2002**).

##### 5.1. Traitement préliminaire :

Ils permettent d'éliminer les matières les plus grossières, susceptibles d'endommager les organes mécaniques ou de perturber l'efficacité ultérieures

En tête d'une station d'épuration, ces procédés permettent de retenir les matières volumineuses grâce à des grilles (dégrillage), les sables (dessablage), les matières flottantes grossières (écumage) et les liquides moins denses que l'eau (désuilage). Les déchets solides peuvent être déchiquetés (dilacération) par des « pompes dilacératrices », qui facilitent leur dispersion (**Rejsek, 2002**), (**bassompierre, 2007**).

- **Dégrillage :**

Le dégrillage et le tamisage permettent de retirer de l'eau les déchets insolubles tels que, les branches, les plastiques, serviettes hygiéniques, etc. En effet, ces déchets ne pouvant pas être éliminés par un traitement biologique ou physico-chimique, il faut donc les éliminer mécaniquement. **(Rejsek, 2002).**

- **Dessablage :**

Le dessablage a pour but d'extraire les graviers, sables et autre particules minérales de diamètres supérieures à 0,2 mm contenus dans les eaux usées, de façon à éviter les dépôts dans les canaux et conduits, ceci permet de protéger les pompes et autres appareils contre l'abrasion. **(Rejsek, 2002).**

- **Déshuilage :**

C'est généralement le principe de la flottation qui est utilisé pour l'élimination des huiles. Son principe est basé sur l'injection de fines bulles d'air dans le bassin de déshuilage, permettant de faire remonter rapidement les graisses en surface hydrophobes. **(Rejsek, 2002).**

## **5.2. Traitement primaire :**

Il s'agit le plus souvent d'une décantation qui permet d'éliminer les matières en suspension décantables en deux heures, ce traitement permet donc essentiellement l'élimination de la pollution particulaire et d'une partie de la pollution organique sous forme particulaire cependant, cette élimination est insuffisante pour répondre aux nouvelles normes de rejet (arrêté du 22 décembre 1994) .Il faudra compléter ce traitement par un traitement secondaire **(Rejsek, 2002).**

### **5.2.1. Les procédés biologiques à cultures fixées :**

Le principe de ces procédés consiste à faire percoler l'eau à traiter à travers un matériau sur lequel les bactéries se développent constituant alors un biofilm sur ce support.

- **Lit bactérien (des galets ou des supports alvéolaires) :**

Les eaux usées décantent sur un lit bactérien poreux L'aération est donnée par l'oxygène de l'air. Le biofilm qui se forme se détache et tombe au fur et à mesure de sa formation.

Les biofiltres (des argiles cuites, des schistes, du polystyrène, des graviers ou des sables). Le développement des bactéries se fait sur des disques. Le biofilm obtenu dans ce cas reste accroché aux filtres. **(Rejsek, 2002).**



### 5.2.2. Les procédés biologiques à culture libre :

Au cours de laquelle la biomasse est en suspension dans l'eau à traiter. Les microorganismes fixent la pollution et se développent sous forme de flocons biologiques que l'on peut séparer de l'eau traitée par décantation. (Rejsek, 2002).

On distingue deux types :

- **Les lagunages naturels :**

Les eaux usées sont stockées dans des plans d'eau peu profonds: les lagunes. L'activité microbienne se fait naturellement : échange avec l'atmosphère, photosynthèse.

Des aérateurs peuvent être utilisés pour brasser l'air et optimiser l'activité des bactéries. Ces processus induisent la formation de boues de lagunage au fond des bassins qui sont récupérées (Rejsek, 2002).

- **Les boues activées:**

On force ici le mélange du dioxygène, des eaux usées et des bactéries dans des bassins. Les espèces sont sélectionnées selon ce que l'on souhaite éliminer : carbone, azote, phosphore. Les bactéries et leurs déchets du métabolisme forment, dans un bassin appelé clarificateur, des boues (boues secondaires) qui sont ensuite traitées et utilisées pour la fertilisation des sols par exemple. Une partie de ces boues retourne dans les bassins pour éviter une trop grande perte en bactéries (Rejsek, 2002).

### 5.3. Traitements secondaires (biologique) :

L'élimination des matières organiques implique le recours à des traitements biologiques qui font intervenir des organismes vivants essentiellement des bactéries. Ces procédés biologiques plus souvent aérobie, reposent sur la biodégradation des matières organiques en présence d'oxygène par des micro-organismes hétérotrophes. Ils reproduisent les phénomènes naturels d'autoépuration qui se réalisent dans le milieu naturel (Rejsek, 2002). (figure 1)

### 5.4. Traitements tertiaires :

Cette étape a pour but d'améliorer les caractéristiques de l'eau résiduaire issu du traitement biologique en éliminant les polluants organiques non biodégradables, les nutriments minéraux (phosphate, nitrates), ainsi les microorganismes résiduels (Rejsek, 2002).

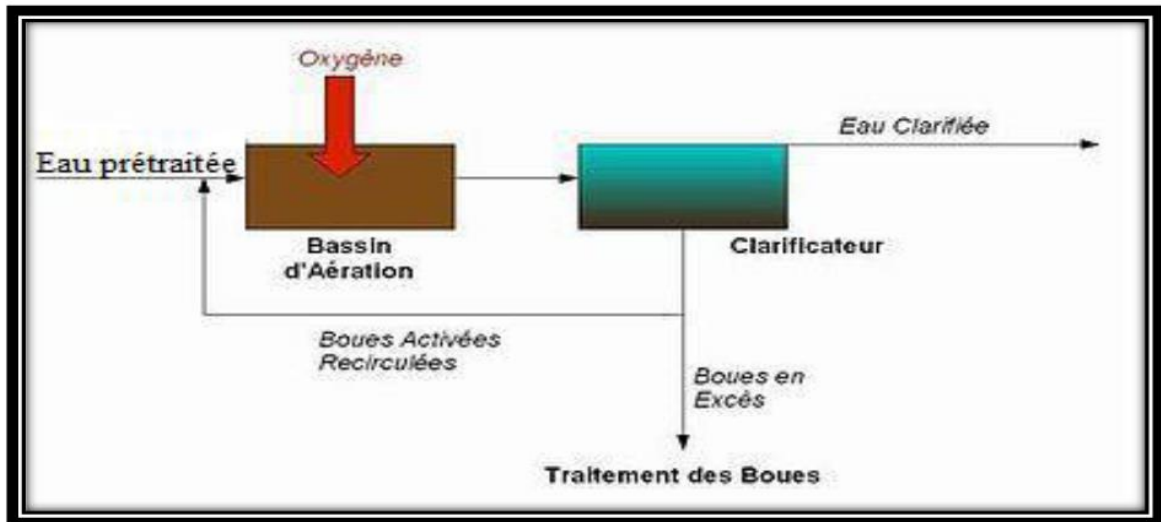


Figure 1 : Les principales étapes d'épuration des eaux usées. (Rejsek, 2002).

*Chapitre 2 : Station  
d'épuration par boues  
activée*

Le procédé dit « à boues activées » utilise l'épuration biologique dans le traitement des eaux usées. C'est un mode d'épuration par cultures libres. Dans une filière de traitement des eaux, le procédé à boues activées fait partie des traitements secondaires. (Rejsek, 2002).

### **1. Définition de la boue activée :**

Les boues sont définies comme «un mélange d'eau et de matières solides, séparé Par des procédés naturels ou artificiels des divers types d'eau qui le contiennent» Les boues d'épuration sont les sédiments résiduels issus du traitement des eaux Usées ; les boues d'épuration urbaines résultent du traitement des eaux usées domestiques qui proviennent de l'activité des particuliers et éventuellement des rejets industriels dans Les réseaux des collectivités après avoir suivi un pré-traitement obligatoire (figure 2)

C'est un liquide marron à gris contenant des particulaires formées des micro –organisme et de débris végétaux et minéraux .L'étude des micro -organismes présent ainsi que celle des relations qu'ils établissent entre eux permettent de comprendre les phénomènes d'épuration biologique (Rejsek, 2002).



**Figure 2:** Boue de STEP.

### **2. Description du procédé d'épuration à boues activées :**

Le procédé d'épuration biologique à boues activées est un procédé très couramment utilisé. Selon le rapport du FNDAE de 1995, il s'agit du procédé le plus fréquent pour les installations de moins de 2000 EH (équivalent habitant) :46%en nombre et 69%en capacité correspondent à des STEP à boues activées à aération prolongée. Pour les installations de plus de 2000

EH, on retrouve la même domination avec environ 65% des installations qui correspondent à une capacité de 75%. (Rejsek, 2002).

### 3. Le principe de la technique :

L'épuration biologique des eaux résiduaires par le procédé des boues activées est principalement basée sur l'activité métabolique de cultures bactériennes maintenues en suspension en état aérobie dans le bassin d'aération alimenté par l'eau à épurer.

Un bassin à boues activées est un réacteur biologique, alimenté en continu par l'eau usée à traiter, dans lequel la biomasse est brassée et aérée en même temps que l'eau usée.

Dans ce procédé, les molécules biodégradables sont mises en contact avec des amas biologiques floculés (floc maintenus en suspension au sein du liquide à traiter, de façon à assurer un contact intime avec toutes les parties de l'effluent.) (figure 3)

Le processus de dégradation des molécules est aérobie, donc la présence d'oxygène est nécessaire pour oxyder les matières organiques solubles et colloïdales en  $\text{CO}_2$  et  $\text{H}_2\text{O}$ . Cet oxygène est apporté par un système d'aération installé à l'intérieur du réacteur biologique. Après un temps de contact, le mélange floc + eau épurée, appelé « liqueur mixte », arrive dans un décanteur, ou clarificateur, destiné à séparer l'eau épurée des flocons. Les flocons, du fait de leur densité supérieure à celle de l'eau, sédimentent dans le fond du clarificateur pour former les boues. L'eau épurée sort à la surface du clarificateur, par surverse, est, en règle générale, rejetée. (Rejsek, 2002)

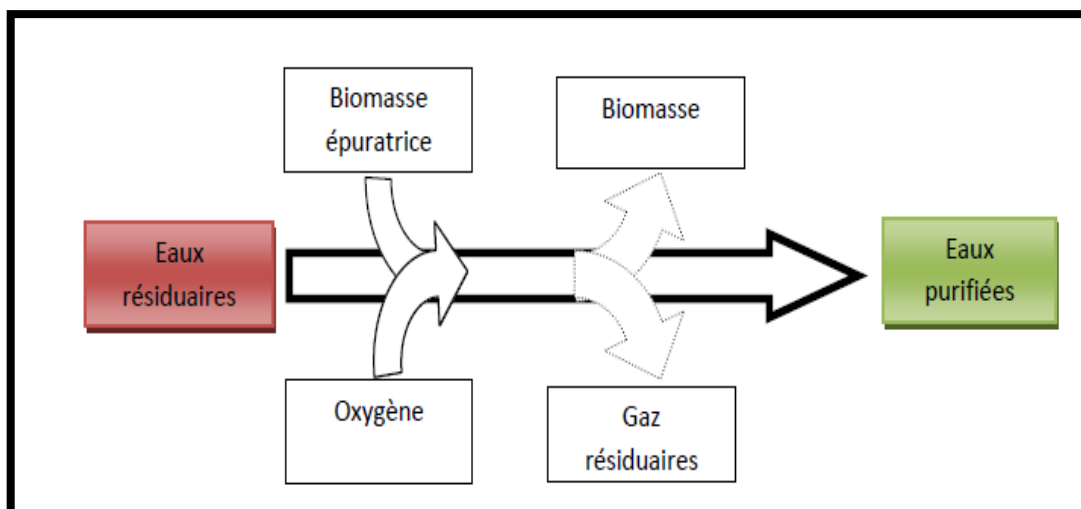


Figure 3 : Processus de traitement des eaux usées urbaines

#### 4. Origine des boues de station d'épuration :

Les éléments polluants et leurs produits de transformation, retirés de l'eau usée au cours du traitement d'épuration, se trouvent rassemblés, dans la grande majorité des cas, dans des suspensions, plus ou moins concentrées, dénommées « boues »

Les boues constituent des déchets volumineux puisqu'elles contiennent entre 95% et 99% d'eau et sont génératrices de nuisances dans la mesure où elles sont constituées par des matières organiques fermentescibles. Elles peuvent renfermer des substances toxiques si des effluents industriels sont collectés par le réseau. (Rejsek, 2002).

#### 5. Les différents types des boues activées :

##### 5.1. Les boues primaires :

Elles proviennent d'une séparation physique de matières en suspension décantables, organiques et minérales, aux niveaux d'un décanteur situé en entrée de station. Elles sont d'aspect grisâtre, d'odeur fétide, très fermentescibles et très contaminées bactériologiquement. (Rejsek, 2002).

##### 5.2. Les boues secondaires (biologiques) :

Elles proviennent de la dégradation de la pollution biologique biodégradable, soluble et colloïdale, par une culture bactérienne libre (boue activée) ou fixée (lit bactérien ou bio filtre). Ces boues biologiques ont une composition différente en fonction de la nature du substrat dégradé, de la charge de fonctionnement du réacteur biologique, du traitement de stabilisation éventuellement pratiqué. (Rejsek, 2002).

##### Les boues physico-chimiques :

Elles proviennent, comme les précédentes d'une décantation placée en entrée de station d'épuration, mais avec un traitement chimique supplémentaire. Celui-ci permet d'éliminer, en plus de la pollution particulaire, la pollution colloïdale ainsi que, le cas échéant, la pollution phosphorée. Ces boues renferment également les réactifs chimiques ajoutés qui se retrouvent sous forme d'hydroxydes métalliques (de fer ou d'aluminium) ou de précipités minéraux (carbonates, phosphates). La quantité de boue produite sera fonction de la concentration de l'effluent en substances polluantes et du dosage des réactifs de traitement. (Rejsek, 2002).

## 6. Traitement des boues :

Le but du traitement est de réduire le volume et de rendre inerte les boues. La diminution du volume est obtenue par l'élimination de l'eau. Il faut réduire la teneur en matières organiques pour éviter toute fermentation. Le choix du traitement est fonction de l'origine et de la qualité des boues (Cardot).

### 6.1. Epaissement des boues

Le premier stade de la déshydratation est l'épaississement induisant une réduction importante du volume des boues issues des traitements biologiques ou physico-chimiques des effluents urbains. la filière boue devra donc comporter, avant l'étape de stabilisation ou déshydratation, une phase d'épaississement afin d'augmenter la concentration pour le bon fonctionnement des installations en aval (Elskens., 2010).

### 6.2. Stabilisation des boues

Le traitement de stabilisation des boues est indispensable afin d'assurer la réduction de leur pouvoir fermentescible. Il existe divers types de stabilisation des boues :

- **Stabilisation biologique aérobie** : ce procédé consiste à aérer la boue pendant une période prolongée, au cours de laquelle les micro-organismes aérobies, placés en phase de respiration endogène, dégradent la matière organique.
- **Stabilisation biologique anaérobie** : la digestion anaérobie est un procédé biologique qui se réalise par fermentation méthanique des boues dans des Digesteurs en l'absence d'oxygène.
- **Stabilisation chimique** : la stabilisation chimique des boues est obtenue par adjonction de chaux, par augmentation du pH, bloque les fermentations, ce qui évite les dégagements de mauvaises odeurs.
- **Stabilisation thermique** : elle peut être réalisée par: pasteurisation des boues liquides à une température de 70°C pendant 30 minutes ; séchage thermique à une température de 80 à 100 °C (Elskens., 2010).

### 6.3. Déshydratation thermique :

Il existe plusieurs techniques de Déshydratation thermique :

- **Lits de séchage naturel** : C'est une technique de déshydratation naturelle.
- **Sécheur thermique** : Le séchage thermique s'appuie sur le principe général de transfert d'énergie sous forme d'énergie calorifique.
- **Déshydratation mécanique** : Les techniques de déshydratation mécanique sont les suivantes : filtration sous pression (filtre à bande et filtre à presse) et Centrifugation (**Elskens., 2010**).

### 6.4. Elimination finale des boues:

Les destinations finales des boues de station d'épuration sont au nombre de trois :

- ✓ **Valorisation agricole** : l'utilisation des boues en agriculture présente beaucoup d'intérêt, les boues sont classées du point de vue de leur valeur agronomique.
- ✓ **Incinération** : l'incinération des boues offre l'avantage d'une réduction très considérable de la masse de déchets, en éliminant totalement l'eau interstitielle et en détruisant les matières organiques par combustion.
- ✓ **Mise en décharge** : la mise en décharge des boues s'accompagne de phénomènes complexes relevant des interactions entre les constituants des boues, en effet ce mode d'élimination entraîne des risques par les eaux de ruissellement (**Elskens., 2010**).



*Chapitre 3 : Micro  
flore bactériennes des  
boues activées*

La faune et la flore bactérienne, appelées encore biomasse, représentent l'ensemble des êtres vivants qui sont présents dans la boue activée. Les bactéries sont les actrices principales du traitement mais les autres formes biologiques gravitant autour d'elles (protozoaires, métazoaires,...) sont indispensables au bon équilibre de l'écosystème. Les espèces varient suivant le type de station de traitement et ses caractéristiques du fonctionnement. **(Rejsek, 2002).**

### **1. Les micros -organismes des boues activées :**

Le procédé d'épuration biologique par boue activée est la reproduction amplifiée du phénomène naturel d'autoépuration de l'eau. En effet, la microflore de l'eau et du sol intervient dans la dégradation naturelle de la matière organique et participe ainsi au recyclage des éléments chimiques dans la boue activée, par analogie avec les écosystèmes naturels, on distingue cinq groupes distincts : les microfaunes et les helminthes et les algues et les virus et la microflore bactériennes. **(Rejsek, 2002).**

#### **1.1. La microfaune :**

Elle est très importante en quantité, d'ordre de  $10^6$  à  $10^8$  cellules par litre de boues activées. Elle intervient comme prédateur des bactéries isolées et des cadavres de bactérie et, ainsi, participe à la clarification de l'effluent. La microfaune des boues activées est bien connue comme un indicateur potentiel pour le contrôle opérationnel des systèmes de traitement biologique **(Drakides)**. Elle joue un rôle important dans les systèmes de traitement des eaux usées municipales. Elle maintient la densité des bactéries, contribue à la floculation des boues et, dans une certaine mesure, stimule l'activité bactérienne dans les systèmes de boues activées et peut être responsable de l'amélioration du traitement (Hu et al. 2013).

Selon l'organisme, on distingue deux familles d'individus : les protozoaires et les métazoaires. **(Rejsek, 2002).**

##### **1.1.1. Les protozoaires :**

Ce sont des organismes eucaryotes, unicellulaires, mobiles et de petite taille (de 1 à 50  $\mu\text{m}$ ). Ils se nourrissent essentiellement de bactéries et de molécules organiques dissoutes mais présentent une très grande variété de types trophique : certaines se nourrissent de bactéries, certains d'algues certains d'autre protozoaires et certains de plusieurs de ces organismes. Leur rôle principal est la clarification de l'effluent par prédation des bactéries libres de l'eau interstitielle

et Ils sont divisé en 5 sous –embranchements : Rhizoflagellés ; Rhizopodes ; Ciliés ; Cninosporidies ; Sporozoaires (**Rejsek, 2002**).

### 1.1.2. Les métazoaires :

Sont des organismes pluricellulaires, de taille supérieure à 100µm. Leur organisation cellulaire est plus complexe que celle des protozoaires, avec une différenciation cellulaire pour former des tissus. Leur temps de reproduction est généralement plus long. Du fait de leur complexité. Dans les boues activées, se retrouve essentiellement deux familles : les Rotifères et les Nématodes (**Rejsek ,2002**).

### 1.2. Les helminthes :

Les helminthes sont des vers multicellulaires. Ce sont majoritairement des organismes parasites rencontrés dans les eaux résiduaires. Le nombre d'œufs d'helminthes peut être évalué entre 10 à 10<sup>3</sup> germes/l (**Faby et Brissaud, 1997**). Le stade infectieux de certains helminthes est l'organisme adulte ou larve, alors que pour d'autres, ce sont les œufs. Les œufs et les larves sont résistants dans l'environnement et le risque lié à leur présence est à considérer pour le traitement et la réutilisation des eaux résiduaires. En effet, la persistance de ces organismes à différentes condition senvironnementales ainsi que leur résistance à la désinfection permet leur reproduction, cequi constitue leur risque potentiel (**Campos, 2008**).

Les helminthes pathogènes rencontrés dans les eaux usées sont : *Ascaris lumbricades*, *Oxyurisvermicularis*, *Trichuristrichuria*, *Taeniasaginata*. L'analyse des risques sanitaires liés aux agents pathogènes susceptibles d'être transportés par les eaux usées est le fondement des recommandations proposées par l'Organisation Mondiale de la Santé en 1989 (**OMS, 1989,Faby etBrissaud, 1997 et Campos, 2008**).

### 1.3. Les algues :

Certaines algues benthiques se développent à la périphérie des installations. Des cellulessont entraînées dans les boues par abrasion du biofilm, des frustules de diatomées peuvent être mise en évidence (**Haslay et Leclerc, 1993**). Toutefois, elles ne jouent pas de rôle en épuration par les procédés de boues activées ou biofiltration, contrairement au cas du lagunage. Les espèces les plus courantes sont des algues planctoniques unicellulaires de petite taille, dont des algues vertes, des algues brunes, des phytoflagellés et des diatomées (**Degremont, 2005**).

### 1.4. Les virus :

Ce sont des organismes infectieux de très petite taille (10 à 350 nm) qui se reproduisent en infectant un organisme hôte (**Baumontet al, 2005**). Leur concentration dans les eaux usées

urbaines est comprise entre  $10^3$  et  $10^4$  particules par litre. Parmi les virus entériques humains les plus nombreux, se trouve les entérovirus, les rotavirus, les retrovirus, les adénovirus et le virus de l'Hépatite A (Aulicinoet al, 1996).

### 1.5. La microflore bactérienne :

Les bactéries sont des organismes unicellulaires simples et sans noyau. Leur taille est comprise entre 0,1 et 10  $\mu\text{m}$ . Le taux moyen de bactéries dans les fèces est d'environ  $10^{12}$  bactéries/g (Asano, 1998). Les bactéries sont les microorganismes les plus communément rencontrés dans les eaux usées (Toze, 1999).

Ces bactéries représentent le maillon essentiel du traitement car elles vont consommer les molécules organiques des eaux usées et permettent ainsi leur épuration. Grâce à cette activité, elles se multiplient et sont le point de départ d'une chaîne trophique, d'où le terme de microflore. Les eaux usées urbaines contiennent environ  $10^6$  à  $10^7$  bactéries/100 ml dont la plupart sont des proteus et des entérobactéries,  $10^3$  à  $10^4$  streptocoques et  $10^2$  à  $10^3$  clostridium. La concentration en bactéries pathogènes est de l'ordre de  $10^4$  germes/l. Parmi les plus détectées sont retrouvées, les salmonelles, responsables de la typhoïde, des paratyphoïdes et des troubles intestinaux. Les coliformes thermotolérants sont des germes témoins de contamination fécale communément utilisés pour contrôler la qualité relative d'une eau (Belaid, 2010).

## 2. Les classifications de la microflore bactérienne :

### 2.1. Classifications Selon la forme :

Les bactéries peuvent se présenter sous différentes formes :

- Bactéries libres, en général peu abondantes du fait de la prédation par d'autres microorganismes.
- Bactéries filamenteuses, présentes normalement en petite quantité, elles entravent la décantation par le phénomène de foisonnement ou bulking (Degremont, 2005), parmi ces bactéries indésirables : *Sphaerotilus natans* et *Thriothrix nivea* (Perryet al, 2004).
- Bactéries floculées : qui s'agrègent pour donner des floes qui décantent dans le clarificateur ; elles jouent un rôle intéressantes dans le procédé d'épuration car elles permettent une bonne séparation entre la biomasse épuratrice et l'eau épurée (Rejsek, 2002), les genres les plus fréquents de bactéries floculantes sont : *Pseudomonas*, *Actrobacter*, *Arthrobacter*, *Alcaligenes*, *Zooglea*, *Citromonas*, *Flaviobacterium*, et *Arthromobacter* (Degremont, 2005).

La nature des composés organiques qui constituent la pollution et les conditions du milieu (pH, température, oxygène dissous) influent sur la nature des germes dominants. Ainsi, un rejet riche en matières protéiques, favorise le développement des germes : *Alcaligenes*, *Bacillus* ou *Flavobacterium*; tandis qu'une eau résiduaire riche en glucides ou en hydrocarbures conduit à la prédominance du germe *Pseudomonas*. La présence de soufre réducteur se répercute par le développement des genres *Thiobacillus* et *Microthrix*. (Degremont, 1989).

## 2.2. Classification Selon le processus d'élimination des matières organiques :

Dans certaines conditions, l'eau est souvent polluée, mais heureusement des bactéries très spécifiques vont décomposer alors des éléments complexes (matière organique) en éléments simples solubles dans l'eau (Belaid, 2010)

### 2.2.1. Processus d'élimination de carbone :

#### 2.2.1.1. Les microorganismes hétérotrophes :

Les microorganismes qui utilisent le carbone pour la formation du tissu cellulaire sont des microorganismes hétérotrophes, L'énergie utilisée par ces microorganismes pour cette synthèse peut être:

Lumineuse et on parlera des photo – organotrophes, cette catégorie comprend les bactéries pourpres, non soufrées photosynthèses chimique, provenant des réactions d'oxydo – réduction et on parlera des chimico–Organotrophes (Belaid, 2010).

#### 2.2.1.2. Les microorganismes autotrophes

Ce sont des microorganismes qui utilisent le dioxyde de carbone pour la synthèse cellulaire qui est un processus réducteur demandant de l'énergie, Cette dernière peut être :

Lumineuse; et on parlera des bactéries phototrophes. Le donneur d'hydrogène est alors H<sub>2</sub>S pour les bactéries soufrées avec formation de S<sub>2</sub>. Ce sont des photosynthèses, nécessitant des pigments spécialisés; Chimique; et on parlera des chimiotrophes dérivés de pigments ils oxydent diverses substances inorganiques et utilisent l'énergie ainsi libérée pour synthétiser ensuite la matière organique à partir de CO<sub>2</sub>. (Belaid, 2010).

### 2.2.2. Processus d'élimination de l'azote (ammoniac):

L'élimination de l'azote repose sur la nitrification de NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, qui est transformé en NO<sub>3</sub><sup>-</sup>. Cependant, en fonction de la qualité voulue de l'effluent à rejeter, et/ou de la présence d'un traitement du phosphore, il peut être nécessaire de procéder à une dénitrification, correspondant à la transformation de NO<sub>3</sub><sup>-</sup> en azote gazeux. (Belaid, 2010).

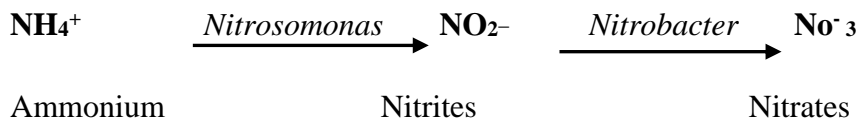
### 2.2.2.1. Les bactéries nitrifiantes:

La nitrification est un processus principalement respiratoire et aérobie responsable de l'oxydation de l'ammonium en nitrite (nitritation), puis du nitrite en nitrate (nitratisation) (Prosser, 1986). Ces deux étapes successives sont réalisées par deux types de bactéries différentes strictement aérobies qui vivent dans les eaux.

Les bactéries nitreuses ou nitritantes ou encore nitrosantes (genres *Nitrosococcus*, *Nitrosomonas*, *Nitrospira*, *Nitrosovibrio*) oxydent l'azote ammoniacal  $\text{NH}_4^+$  en Nitrite  $\text{NO}_2^-$  (nitrosation).

Les bactéries nitriques ou nitratantes (genres *Nitrobacter*, *Nitrospira*, *Nitrospina*, *Nitrococcus*). Oxydent les nitrites en nitrate  $\text{NO}_3^-$  (nitratisation).

Ainsi les bactéries impliquées dans le processus de nitrification sont taxonomiquement peu diversifiées et regroupés dans la famille des *Nitrobacteriaceae*. Il s'agit des bactéries à Gram négatif, de petite taille et présentant une mobilité variable. Parmi ces bactéries, Existent les bactéries oxydant l'ammoniaque (AOB) qui jouent un rôle important dans la transformation du  $\text{NH}_3$  en  $\text{NO}_2^-$  (figure 4 et 5) (Belaid, 2010).



La réaction de nitrification se décompose en deux étapes distinctes :

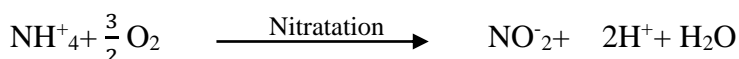




Figure 4: *Nitrosomonas* (Belaid, 2010).

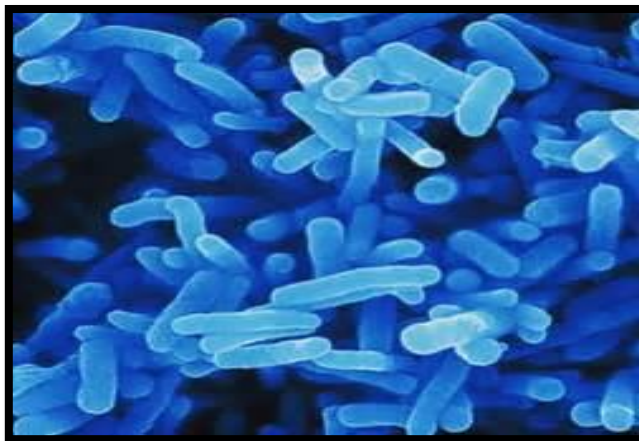


Figure 5: *Nitrobacter* (Belaid, 2010).

#### 2.2.2.2. Les bactéries réduisant les nitrates:

Sont appelées les appelle également des bactéries dénitrifiantes. Elles sont strictement hétérotrophes, consommatrices de la pollution carbonée. Un certain nombre possède la faculté de ce servir de l'oxygène fixé dans la molécule Nitrate  $\text{NO}_3^-$ , lorsqu'elles se trouvent plongées dans des conditions d'anoxie (respiration sur les nitrates), en absence d'oxygène. L'azote libéré sous forme de diazote  $\text{N}_2$  gazeux se volatilise, par la suite, en retournant vers l'atmosphère, la dénitrification. En effet, beaucoup de bactéries réduisent les nitrit es en nitrates, mais la dénitrification complète conduisant à la libération d'azote gazeux n'est réalisée que par un petit

nombre d'espèces comme par exemple *Thiobacillusdénitrificans* (Wentzelet al, 1997). (figure 6)



Figure 6 :*Thiobacillus* (Wentzelet al, 1997).

### 2.2.3. Le processus d'élimination du phosphate :

Les bactéries considérées comme étant les spécialistes de la déphosphatation biologique sont principalement les *Acinetobacter / Moraxella*. (figure 7)

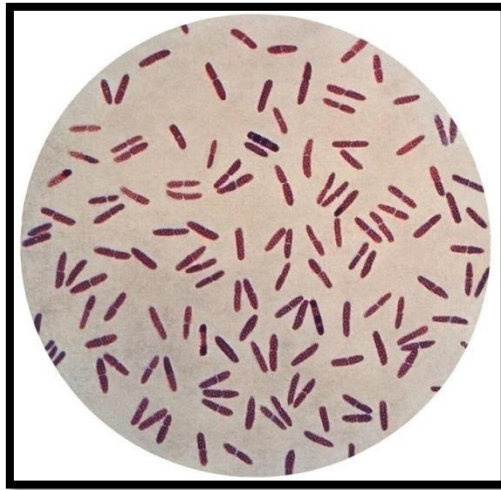
Le processus de la déphosphatation est lié à deux phénomènes :

- L'élimination « classique » du phosphore pour l'anabolisme des bactéries.
- La déphosphatation biologique basée sur l'accumulation du phosphate par la biomasse au-delà des besoins métaboliques de croissance.

A l'heure actuelle, la voie d'élimination biologique du phosphore favorisée fait appel à la suraccumulation biologique puisqu'une élimination « classique » ne permettrait pas d'obtenir une épuration suffisante. Le principe de la suraccumulation biologique repose sur le transfert du phosphore de la phase liquide (eau brute) vers la phase solide (boues activées) par stockage intracellulaire dans les bactéries déphosphatantes.

La boue s'enrichit alors progressivement en phosphore jusqu'à des teneurs potentiellement très importantes (jusqu'à 0,38 mg /g de MVS pour des populations déphosphatantes pures (Wentzelet al, 1997). L'élimination du phosphore est alors réalisée par soutirage des boues excédentaires, dans des conditions où le relargage de phosphore est évité ou contrôlé.





**Figure 7:** *Acinetobacter* / Mortadelle

Les bactéries impliquées dans l'épuration des eaux usées sont regroupées dans le tableau (tableau 2)

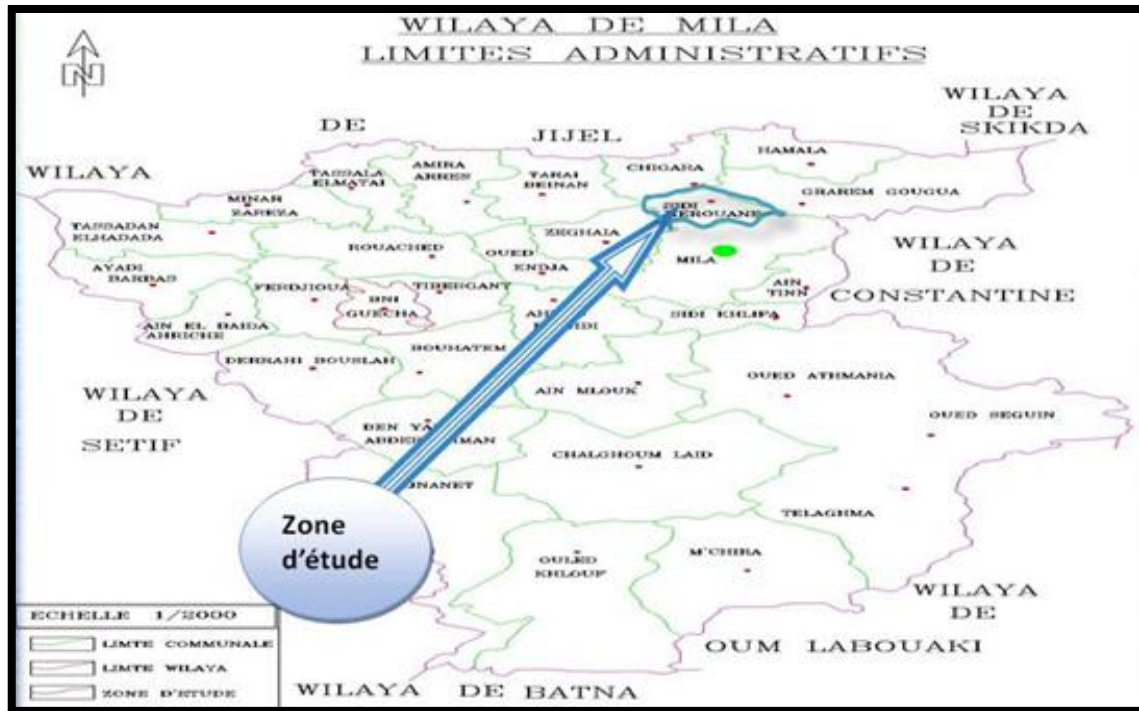
**Tableau 2:** quelques correspondances entre polluants et bactéries épuratrices

Polluants	bactéries épuratrices
Nitrates	<i>Thiobacillus, Paracoccus, Pseudomonas</i>
Phosphates	<i>Acinetobacter, Moraxella, Bordetella, Pseudomonas, Flavobactérioum</i>
Dioxines	<i>Brevibactérium</i>
Cyanures	<i>Thiobacillus</i>
Composes soufrées	<i>Thiobacillus, Désulfovibrio, Thiotrix, Mirohtrix</i>
Huiles et graisses	<i>Pseudomonas, Xanthomonas, Thiobacillis</i>
hydrocarbure	<i>Acinotobacter, Flavobactérium, Bacillus, Pseudomonas, Achrombactaer, Arthobacter</i>
Métaux lourds	<i>Thiobacillus, Zooglea</i>
caoutchoucs	<i>Thiobacillus, Sulfolobus</i>

*Chapitre 4 :*  
*STEF DE SIDI*  
*MEROUANE*

## 1. Présentation de la région d'étude:

Sidi Merouane est parmi les trente-deux communes de la wilaya de Mila en Algérie, elle se situe à 14 km au nord-est de la wilaya de Mila, est limitée au Nord par la commune de CHIGARA, au Sud par la commune de MILA, à l'Ouest par la commune de ZEGHAIA. et au l'Est par la commune de GRAREM GOUGA. (figure 8).



**Figure 8 :** Localisation de la station de Sidi Merouane dans la wilaya de Mila (O.N.A, 2014)

La station d'épuration des eaux usées de sidi merouane a la capacité d'épuration de 20 657 m<sup>3</sup>/jour 137 000 équivalent habitant .Les eaux produites par la station sont déversés dans la cuvette du barrage de bniharoune qui se trouve juste à proximité. (O.N.A, 2005).

## 2. Localisation de la STEP :

superficie de 8 hectares, au côté sud du barrage de Beni Haroune. La station traite les eaux usées provenant des agglomérations de Sidi Merouane, Grarem Gouga et Mila (figure 9)



**Figure 9 :** La STEP de SIDI MEROUANE

### **3. Caractéristiques de la STEP :**

La station est dirigée par L'Office National d'Assainissement (ONA). Elle était mise en service le 01 Aout 2009, avec une capacité nominale de 137000 EqH (horizon2015) et un débit installé de 20657 m<sup>3</sup>/j. Les eaux usées entrant à la station sont des eaux domestiques arrivant de 07 stations de relevage. La méthode de traitement utilisée dans la STEP est la boue activée à faible charge avec traitement de l'azote et du phosphore. Ce traitement de pollution des eaux usées a pour objectif de protéger le barrage de BniHaroune. (ONA Mila, 2009)

### **4. Les étapes de traitement d'eau Usée dans la STEP :**

Les étapes de traitement des eaux sont comme suit : un prétraitement (dégrillage, dessablage, déshuilage) (figure10 et 11), traitement primaire (figure 12), traitement secondaire (figure 13), La sortie des eaux de la station (figure 14).



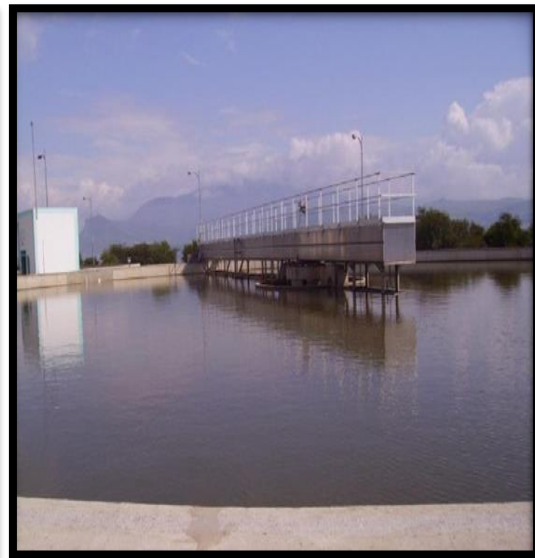
**Figure 10** : dégrilleur fin manuel



**Figure 11**: dessableur/ déshuileur



**Figure 12** : bassin d'aération (zone aérobie)



**Figure 13** : décantation secondaire



Figure 14 : les eaux épurée a la sortie de la station (STEP)

## 5. Système de Traitement des boues :

### 5.1. Recirculation des boues :

Les boues soutirées sont envoyées via le fuit central de chaque ouvrage vers le puits à boues et sont recerclées par des pompes vers le bassin biologique afin de réensemencer en permanence en boues. D'autre part les boues en excès sont envoyées vers le poste d'épaississement des boues (Rejsek, 2002) (figure15)



Figure 15 : Recirculation des boues

### 5.2. Déshydratation des boues :

#### 5.2.1. Table d'égouttage :

Les boues sont extraites depuis les bâches de recirculation par quatre pompes dont deux en secours alimentant tables d'égouttage (figure16.)

### 5.2.2. Filtres à bandes :

Ces filtres consistent en 2 bandes tendues par des rouleaux qui leur permettent d'envelopper la boue en une couche homogène pour la déshydrater sous l'action de la pression d'écrasement (Belahmadi, 2011) (figure 17)



Figure 16 : Table d'égouttage



Figure 17 : Le filtre à bande

### 5.3. Séchage des boues

#### 5.3.1. Les lits de séchage

Le séchage est une opération unitaire du traitement des boues consistant à évaporer l'eau dans les boues traitées (Amorce, 2012). Les boues déshydratées sont dirigées vers une benne de reprise remorquée par un tracteur par tapis transporteurs pour être épanchées sur des lits de séchage (figure 18)



Figure 18 : lits de séchage

#### 5.3.2. Aire de stockage :

Les boues séchées régulièrement sont stockées jusqu'à 6 mois dans une aire couverte placée à proximité des lits et de la voirie. (ONA, 2005) (figure 19)



Figure 19 : Aire de stockage des boues séchées



# *Matériel et méthodes*

**Matériel et méthode:**

Notre échantillon de boue activée a été prélevée à partir de la station de Sidi-Merouane, et analysée dans le laboratoire du centre universitaire de Mila.

**1. Echantillonnage:**

**1.1. Prélèvement de la boue activée:**

Le prélèvement des échantillons de la boue activée a été effectué au niveau de la STEP est réalisé dans le bassin Biologie à une profondeur de 0.5-1m en évitant les parois et fond du bassin (figure 20)



**Figure 20** : points des prélèvements au niveau du bassin biologique à la STEP de Sidi Merouane

Les prélèvements ont été réalisés pendant les mois de mars et avril (du 24/03/2019 au 25/04/2019).

Les échantillons de la boue activée ont été mis dans flacon en verre stérile qui possède un fond sec et clair avec étiquettes, en laissant un volume d'air d'environ 1/3 du volume du flacon. L'échantillon doit être homogène, représentatif et obtenu sans modifier les caractéristiques physico-chimiques de l'eau (Figure 21)



**Figure 21** : la boue activée prélevées

## **1.2. Transport et Conservation des échantillons :**

Après prélèvement, les échantillons sont mis dans une glacière à température stable et égale à  $4 \pm 3^{\circ}\text{C}$  et manipulé le même jour du prélèvement car la température peut modifier les caractéristiques chimiques des échantillons et favorise les phénomènes de fermentation.

Aucun agent de conservation n'a été ajouté. Dans le laboratoire, les échantillons sont conservés dans un réfrigérateur à une température de  $1^{\circ}\text{C}$  à  $5^{\circ}\text{C}$  (**Rejseke 2002 et Delarras ,2007**)

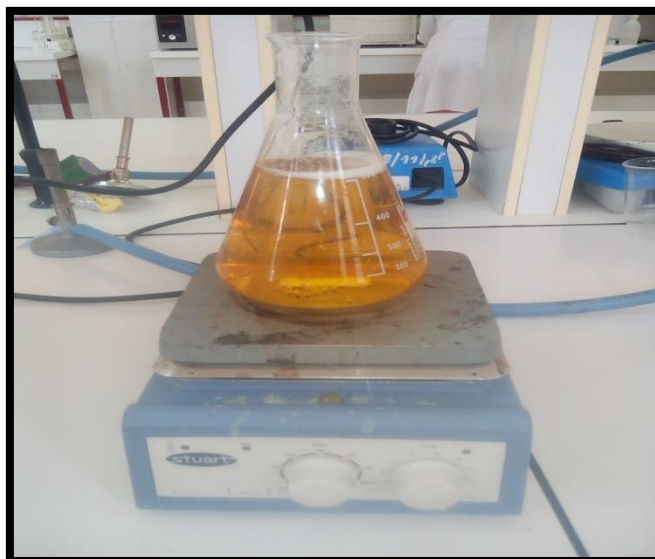
## **2. Dénombrement de la microflore aérobie mésophile totale :**

Le dénombrement de la microflore aérobie mésophile totale (germes Totaux) est réalisé par ensemencement en surface sur milieu gélosé :

### **2.1. Préparation du milieu de culture PCA :**

- **Gélose PCA :**

**Plate Count Agar (PCA)** est utilisé pour le dénombrement des micr –organisme aérobies principales des échantillons de l'eau (**Delarras ,2007**). (figure 22)



**Figure : 22** le milieu de culture (PCA)

Après préparation de ce milieu de culture, il doit être stérilisé à l'autoclave à 120°C pendant 15 minutes avant d'être utilisé. Ce milieu de culture apporte les acides aminés, les vitamines hydrosolubles, une source de carbone et l'énergie ce qui le rend favorable à la croissance des micro-organismes aérobies ne présentant pas d'exigence particulière pour leur développement à 30°C (Dellaras, 2007).

## 2.2. Préparation de la gamme des dilutions :

Les dilutions décimales des différents échantillons sont effectuées après le choix d'une gamme de dilutions.

Différentes dilutions de  $10^{-1}$  jusqu'à  $10^{-8}$  ont été préparées avec de l'eau distillée répartie à raison de 9 ml par tube.

L'échantillon de boue activée a été agité soigneusement afin d'obtenir une suspension homogène de bactéries.

A l'aide d'une micro pipette stérile, prélever 1 ml de l'échantillon de boue activée, a été prélevé et introduit dans un premier tube. A partir de cette dilution  $10^{-1}$  ainsi préparée, a été prélevé 1 ml avec une nouvelle micro pipette stérile, et introduit dans un deuxième tube, réalisant ainsi la dilution  $10^{-2}$ . Le reste des dilutions ont été préparées en cascade, les solutions ont été bien homogénéisées par vortex pour une meilleure extraction de la microflore. (Dellaras, 2007). (figure 23)

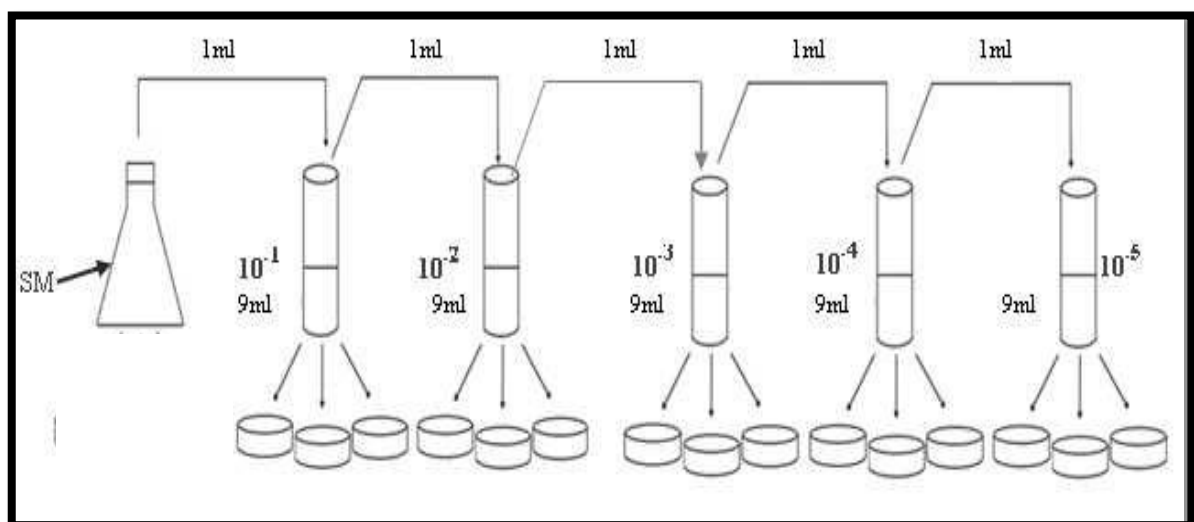


**Figure 23** : préparation des gammes des dilutions

### 2.3. Ensemencement :

Une prise d'essai de 100 $\mu$ l a été prélevée de l'échantillon à analyser et déposée à la surface du milieu de culture en boîte de Pétri. Ensuite, elle a été étalée soigneusement sur la surface de la gélose. On a procédé de même, pour les différentes dilutions  $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$ ,  $10^{-4}$ ,  $10^{-5}$ ,  $10^{-6}$ ,  $10^{-7}$ ,  $10^{-8}$ .

Les boîtes ensemencées sont incubées à 37°C pendant 48 heures et à 30 °C pendant 72 heures (figure 24)



**Figure 24** : Schéma de préparation des suspensions dilution .

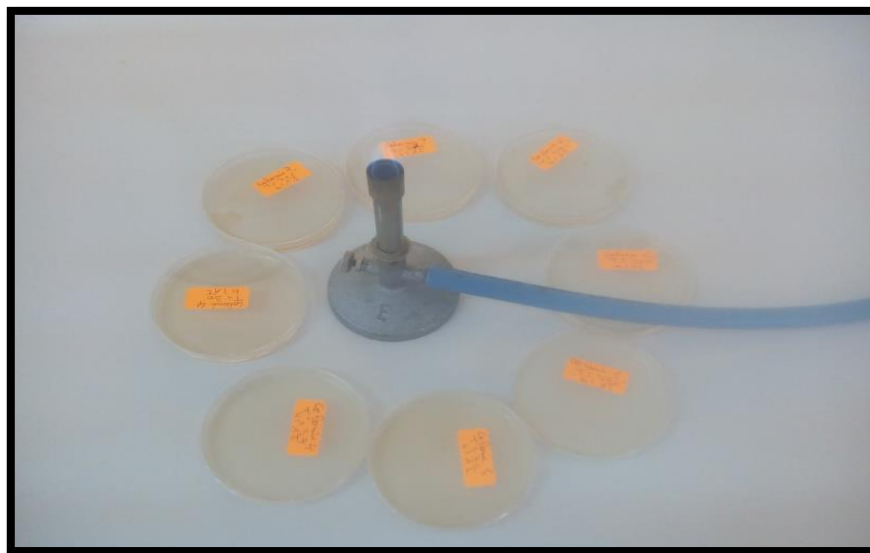
- **Lecture :**

Les Boîtes de pétri retenus pour le dénombrement sont celles qui contiennent entre 15 et 300 colonies .le comptage total ainsi obtenu est la moyenne pondérée des comptages effectués sur chaque boîte .Le résultat est exprimé comme étant le nombre d'unité formant colonies (UEC/ml) en utilisant la formule suivant

$$Cs=[N/(n1.V1.F1) + (n2.v2.F2) \dots (ni.vi.Fi)].Vs$$

avec :

- **N** est la somme de tout est les colonies comptées dans les boîtes ou sur les membranes provenant des dilutions F1, F2 ...F3.
- **n1, n1, ni** sont les nombres de boîtes comptées pour chaque dilution
- **V1 V2 Vi** sont les volumes d'essai utilisées pour chaque dilution
- **F1 F2 Fi** sont les dilutions utilisée pour les prises d'essai V1 V2 Vi (F =1 pour un échantillon non dilue , F=0.1 pour une dilution décimale)
- **vs** est la quantité de référence choisie pour exprimer la concentration de l'échantillon- en microorganisme. (Rejsek ,2002 et Dellaras, 2014).

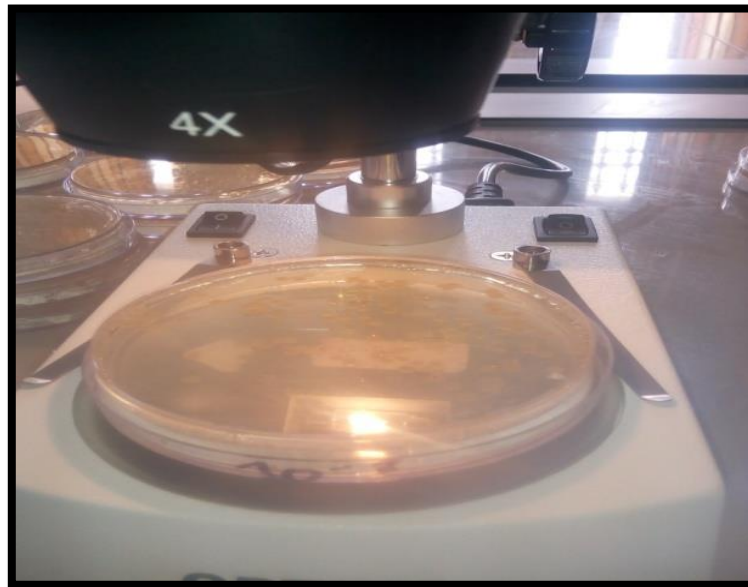


**Figure 25** : Ensemencement

### 3. Observassions macroscopique des colonies :

L'observation macroscopique des colonies a été réalisée à l'œil nue et à l'aide de microscope binoculaire au-dessus de la lumière afin de décrire les caractères propres aux espèces tels que : la taille (petite ; moyen ; grosse), la forme (circulaire ; irrégulière), l'Élévation (bombé ; plate ; centre surélevé), la transparence (transparent ; translucide ;

opaque), La Surface (lisse brillante ; rugueuse), La consistance (crémeuse ; sèche), et la pigmentation (figure 26)



**Figure 26 :** dénombrement des colonies.

#### **4. Observation microscopique des bactéries :**

##### **4.1. Observation à l'état frais :**

###### **4.1.1. Principe**

Cette méthode permet l'observation des bactéries vivantes et la détermination de leur morphologie, de leur mode de groupement, de leur mobilité éventuelle et pour avoir plus de contraste nous avons utilisé un colorant vital qu'est le bleu de méthylène (**Delarras ,2007**)

###### **4.1.2. Mode opératoire :**

Sur une lame propre et nettoyée avec d'alcool à 95°, une goutte d'eau distillée stérile est déposée à l'aide d'une pipette pasteur stérile.

Ensuite, un inoculum bactérien est pris à partir d'une boîte de pétrie à l'aide d'une pipette pasteur stérile et dépose sur la goutte d'eau distillée puis dispersé. Après, une goutte de bleu de méthylène est ajoutée à l'inoculum. Observation microscopique a été effectuée en utilisant l'objectif x40 (**Dellaras, 2014**).

## 4.2. Coloration de Gram :

### 4.2.1. Principe :

Cette coloration permet de diviser les bactéries en deux groupes: Gram positifs .et Gram Négatifs. Celles qui retiennent le cristal violet après l'action de l'alcool sont Gram (+), celles qui sont décolorées et prennent la couleur d'un second colorant sont dites Gram (-). Cette méthode est basée sur la différence de structure de la paroi chez les deux groupes: fortes proportions de lipides (20%) chez les Gram (-), faibles proportions chez les Gram (+)

### 4.2.2. Mode opératoire :

Nous avons utilisé la Technique américaine dite Gram Hucker : C'est la technique de la coloration de Gram, modifiée par Hucker en 1902(**Dellaras, 2007**)

On Prépare un frottis à partir d'une culture bactérienne pure et on dépose quelques gouttes de l'alcool à 95° pour fixer les bactéries.

- Application du Premier colorant le cristal violet :
- Recouvrir le frottis de cristal violet; laisser agir 1 minute, rincer à l'eau distille.
- Verser du Lugol et laisser agir pendant 1 minute; rincer à l'eau distille.
- Décolorer à l'alcool à 95°, entre 15 et 30 min ; rincer à l'eau distille.
- Application du deuxième colorant la safranine :
- Recolorer avec de la safranine pendant 10 à 30 secondes; rincer à l'eau distille.

On Sèche au-dessus de la flamme d'un bec Bunsen .puis on observe à l'objectif (x100) après dépôt d'une goutte d'huile d'immersion.

Les bactéries "Gram positif" apparaissent en violet foncé, tandis que les bactéries "Gram Négatif" se colorent en rose ou rouge (**Dellaras, 2014**).

## 5. Les Tests Biochimiques:

### 5.1. Recherche de la catalase :

#### 5.1.1. Principe :

La catalase est une enzyme qui catalyse la décomposition du peroxyde d'hydrogène (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) en eau et en oxygène, selon la réaction suivante:





La catalase est synthétisée par la plupart des bactéries aérobies. Elle élimine l' $H_2O_2$  produit au cours du métabolisme aérobie en empêchant son accumulation, vu sa létalité pour la cellule bactérienne (Dellaras, 2014).

### 5.1.2. Mode opératoire :

Sur une lame stérile porte-objet, d'eau oxygénée à 10 volumes est déposée ; Puis une colonie de la bactérie, prélevée à partir d'une culture en milieu gélosé est dissoute dans cette goutte. La présence de la catalase se marque par un dégagement immédiat des bulles gazeuses (figure 27)



**Figure 27:** Test catalase.

## 5.2. Recherche de l'oxydase :

### 5.2.1. Principe du test oxydase :

Le cytochrome oxydase est une enzyme du groupe porphyrineferrique très largement répandue dans la nature. Elle oxyde le cytochrome c réduit et est, de ce fait, elle-même

transformée sous la forme réduite et inactive. Par transfert des électrons sur l'oxygène moléculaire, le cytochrome oxydase réduite revient à la forme active. En présence d'oxygène moléculaire le système cytochrome oxydase/cytochrome c peut réduire toute une série de substances organiques, parmi lesquelles le réactif dit NaDi (naphtol-1 + diméthylparaphénylènediamine) avec formation de la molécule de condensation de bleu d'indophénol. Cette réaction est utilisée pour la classification et l'identification des bactéries. (Dellaras, 2014).

### 5.2.2. Mode opératoire

Le test a été réalisé en utilisant des disques d'oxydase (Himedia laboratoires, Mumbai, India). Un de ces disques a été placé sur une lame propre et l'étaler sur le disque une colonie y est déposée avec une pipette pasteur et l'étaler sur le disque. S'il y a apparition d'une tache violette au bout de 30 secondes, la bactérie est oxydase positive et elle possède la cytochrome. Et si rien

n'apparaît, cela signifie que la bactérie est oxydase négative et qu'elle ne possède pas l'enzyme respiratoire (cytochrome oxydase). (Dellaras, 2014).

### 5.3. Galerie API 20E (Bio-Mérieux)

#### 5.3.1. Principe

Pour confirmer l'identification des souches nous avons procédé à une identification par la galerie API 20E (Appareillage et Procédé d'Identification). Cette dernière est une galerie dédiée à l'identification des entérobactéries, et est relativement simple à mettre en place, mais nécessite de travailler en conditions stériles puisqu'une seule souche bactérienne ne peut être étudiée à la fois.

Une galerie API 20E (Biomérieux) se présente sous la forme d'une galerie de petits tubes en plastique contenant chacun un milieu différent déshydraté. Après inoculation et incubation durant 24 heures, la coloration des milieux sera révélatrice d'une modification ou non d'un composé donné par l'organisme étudié. Les résultats obtenus sont ensuite reportés sur une fiche d'identification, permettant d'obtenir un code propre à la souche étudiée, et l'identification se fait par consultation du catalogue de références fourni par Biomérieux (Dellaras, 2014). (figure 28)



**Figure 28** : Galerie API 20 E

#### 5.3.2. Mode opératoire :

On Réunit fond et couvercle d'une boîte d'incubation et on répartir 5ml d'eau distillée dans les alvéoles pour créer une atmosphère humide, puis dépose stérilement la galerie dans la boîte d'incubation, A partir d'une culture jeune sur milieu gélosé. une suspension bactérienne dense est préparée en dissociant quelques colonies dans 5 ml d'eau distillée stérile, puis la suspension bactérienne est introduite dans les tubes de la galerie à l'aide d'une pipette pasteur stérile on remplit les tubes et les cupules des tests : **CIT**, **VP**, et **GEL** avec la suspension bactérienne,

uniquement les tubes des autres tests et créer une anaérobiose dans les tests **ADH, LDC, ODC, URE, H<sub>2</sub>S**, en remplissant leur cupule d'huile de paraffine. Et enfin, on referme la boîte et on l'incuber à 37°C pendant 24heures. (**Dellaras, 2014**).

### **5.3.3. Lecture et interprétation**

Après incubation, la lecture de la galerie est faite en se référant au tableau de lecture. Les résultats de toutes les réactions spontanées (GLU, ADH, URE, ESC, GEL, PNPG) sont notés sur la fiche de résultats (voir annexe)

# *Résultats et discussion*

## 1. Résultats et discussion

Les résultats du dénombrement sur gélose PCA pour les différents échantillons des boues activées sont présentés dans les tableaux 3 (après incubation 30C°) et 4 (après incubation à 37C°)

On remarque que les deux échantillons contiennent une charge microbienne assez importante. On constate que le nombre de microorganisme est augment éventuellement par l'inverse du rapport de dilution

### 1.1. Dénombrement de la flore bactérienne :

Les résultats du dénombrement de la flore bactérienne après l'Incubation à 30C° :

$$Cs = 24.05 \text{ UFC/ml}$$

Les résultats du Dénombrement de la flore bactérienne après l'Incubation à 37C° :

$$Cs = 24.45 \text{ UFC/ml}$$

### 1.2. Isolement des bactéries :

En se basant sur l'ensemble des caractères cultureux 12 souches sont isolées et purifiées à partir de boue activée.

### 1.3. Caractérisation culturelle et cellulaire

L'ensemble des caractères macroscopiques et microscopiques étudiés sur les 12 souches isolées sont présentés dans le tableau(3) pour les bactéries après l'incubation à 30C° et le tableau(3) pour les bactéries après l'incubation à 37C°

**Tableau3 : Caractérisation culturel et cellulaire des bactéries après l'incubation à 30C°**

Caractères cultureux						Caractères cellulaires		
souches	Des colonies	Taille	Couleur	Aspect	Consistance	gram	Forme des cellules	Arrangement
S(1)	irrégulier	Petite	Orange translucide	Platte, lisse brillant	Sèche	+	Cocci	Isolée
S(2)	Circulaire	Petite	Blanchâtre Translucide	Bombée, lisse brillant	Crémeuse	+	Cocci	Isolée et en Amas
S(3)	irrégulier	grosse	Jaune ,Claire	Bombée, lisse	Sèche	+	Bacille	Amas

				brillant				
<b>S(4)</b>	irrégulier	Petite	Rouge, opaque	Bombée, lisse brillant	Crémeuse	+	Cocci	Chainette
<b>S(5)</b>	Circulaire	Petite	Blanchâtre Translucide	Bombée, lisse brillant	Crémeuse	+	Bacille	Isolée
<b>S(6)</b>	irrégulier	grosse	Orange opaque	Bombée, Rugueuse	Crémeuse	-	Bacille	Isolée en paire et en chainette
<b>S(7)</b>	irrégulier	Petite	Beige, translucide	Platte, lisse	Beige, translucid e	-	Bacille	Isolée en paire
<b>S(8)</b>	irrégulier	grosse	Beige translucide	Bombé lisse	Crémeuse	+	+	En Amas
<b>S(9)</b>	irrégulier	Petite	Rouge opaque	Bombé, lisse	Crémeuse	-	batonn ét	Isolée
<b>S(10)</b>	irrégulier	Petite	Blanchâtre	Bombé lisse	Crémeuse	+	Coccob acille	En Amas
<b>S(11)</b>	Irrégulier	Grosse	Jaunetranslu cide Jaune	Bombérigau x	Élastique	+	Bacille	En Amas  En
<b>S(12)</b>	Irrégulier	grosse	opaque	Bombé, lisse	Crémeuse	+	Bacille	amas
<b>S(14)</b>	irrégulier	gross	Blanchâtre	Bombélisse	Élastique	+	Bacille	En amas
<b>S(15)</b>	irrégulier	petit	Jaune citron	Bombé, rigaux	Crémeuse	-	Bacille	isolée

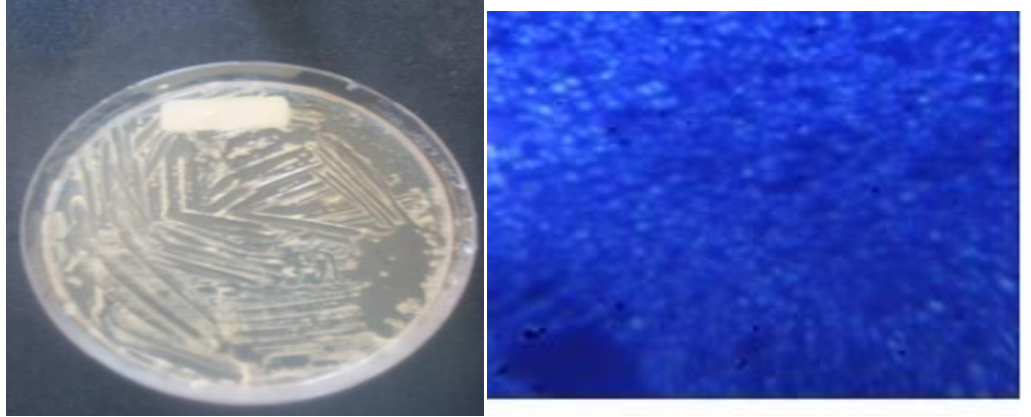
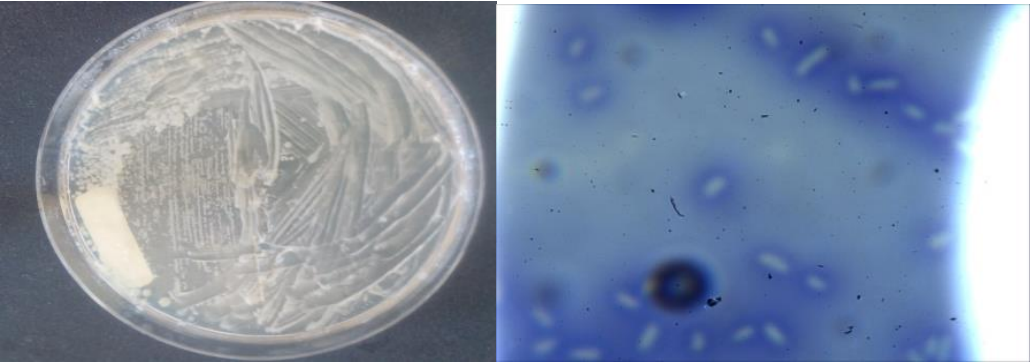
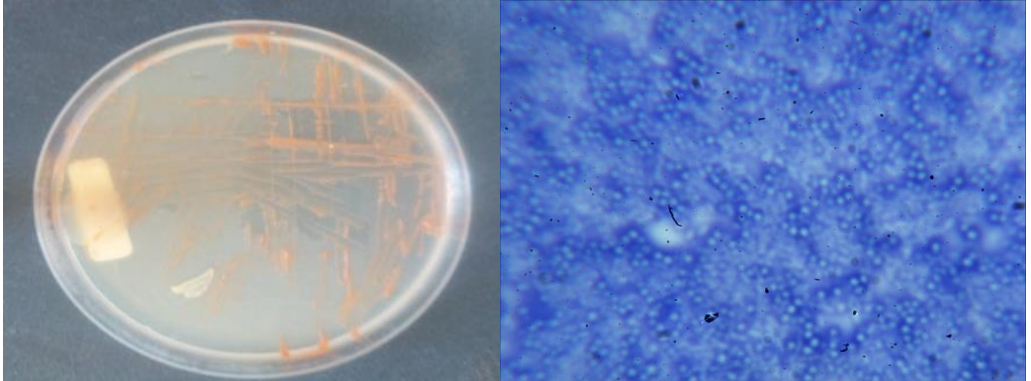
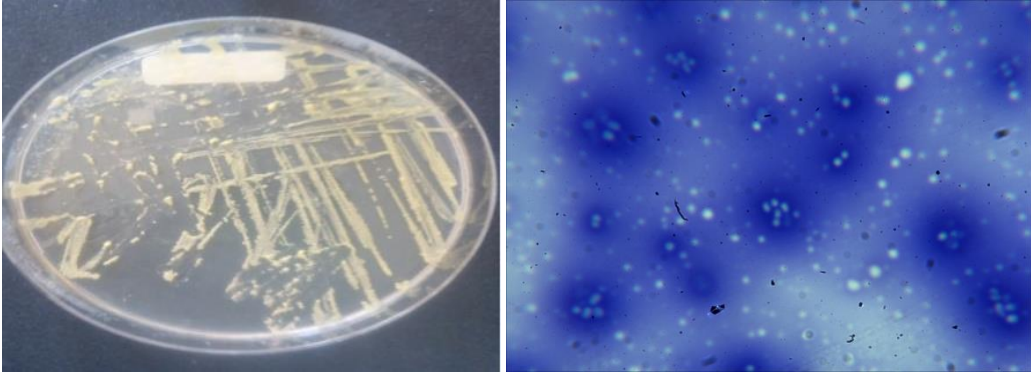
**Tableau 4 : Caractérisation culturel et cellulaire des bactéries après l'incubation à 37°C°**

<b>L(1)</b>	Circulaire	petit	Blanchâtre Translucide	Platte, lisse brillant	Crémeuse	+	Bacille	Isolée en paire
<b>L(2)</b>	Circulaire	Petite	Crème à blanchâtre Translucide	Bombée, lisse brillant	Crémeuse	+	Bacille	Amas
<b>L(3)</b>	Circulaire	Petite	Jaune, Translucide	Bombée, lisse brillant	Crémeuse	-	Bacille	Isolée
<b>L(4)</b>	Circulaire	grosse	Jaune, Translucide	Platte, lisse brillant	Crémeuse	+	Bacille	Isolée en paire et en chainette
<b>L(5)</b>	irrégulier	Petite	Crème opaque	Rugueuse, Bombée	Crémeuse	-	Cocci	Amas
<b>L(6)</b>	irrégulie	moyen	Beige, translucide	Bombé, lisse	crémeuse	-	Bacille	En amas
<b>L(7)</b>	irrégulie	gross	Jaune translucide	Bombé, lisse	Elastique	-	Bacille	En amas

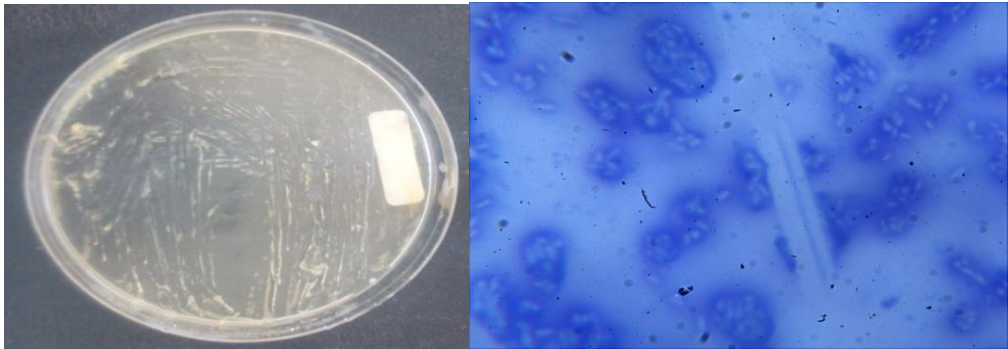
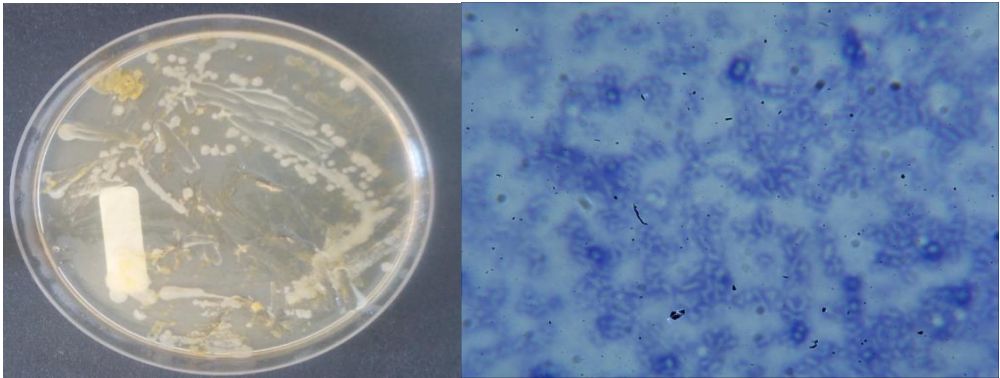
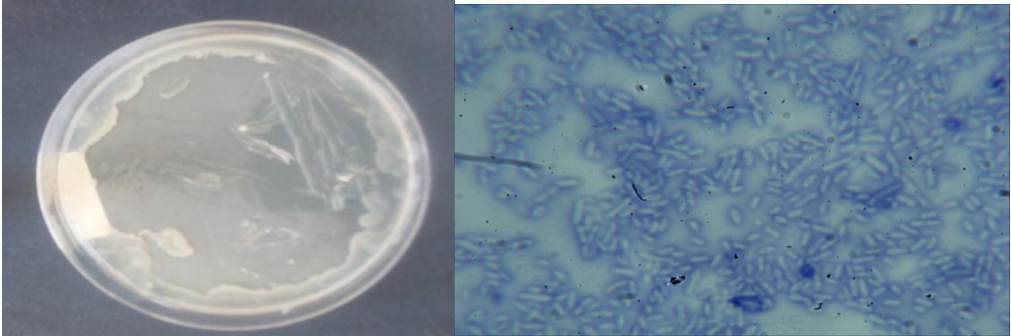
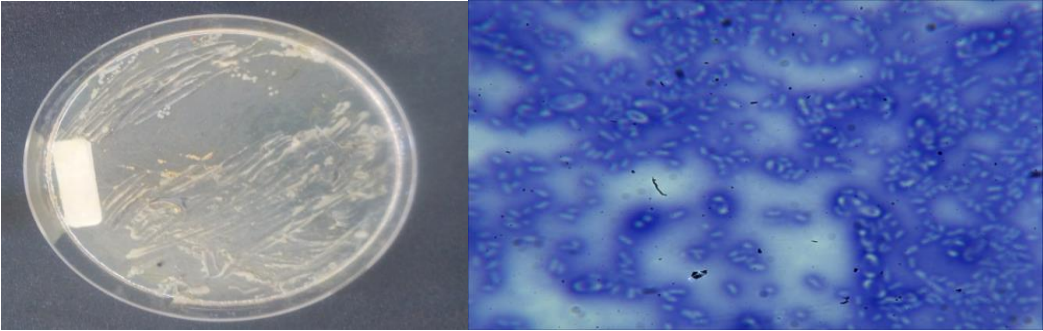
#### **1.4. Résultat de l'observation microscopique des bactéries :**

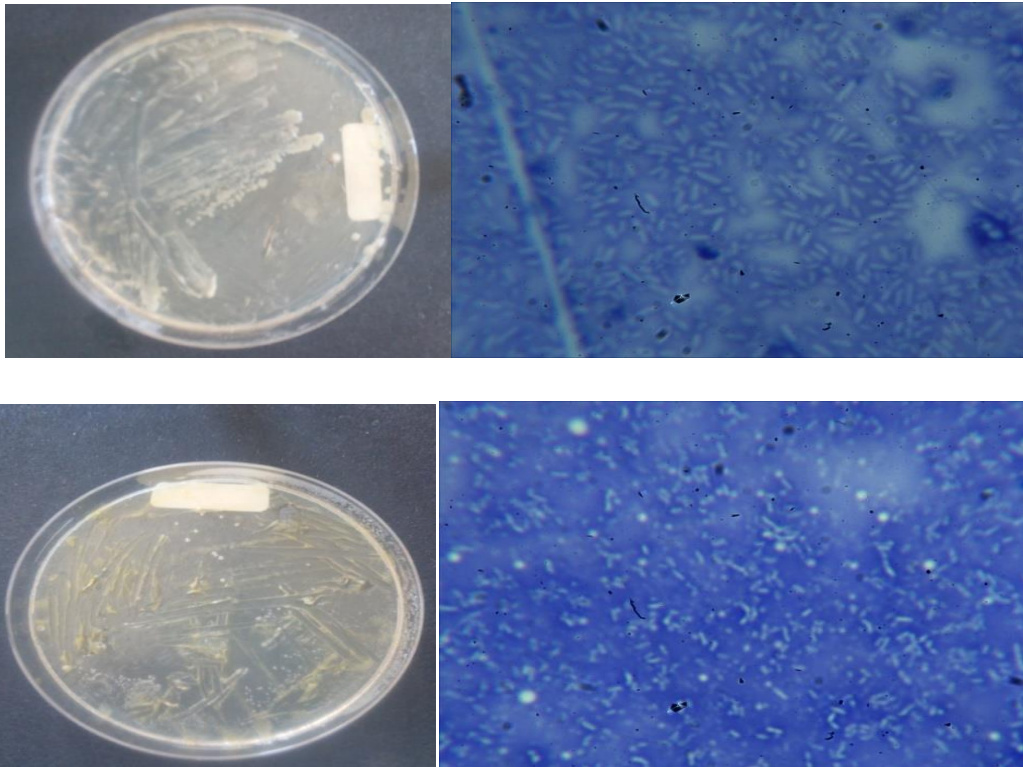
l'observation microscopique des bactéries à l'état frais, permet de voir leur taille, leur forme et leur type de regroupement ces caractères sont appréciés après coloration au bleu de méthylène.

D'après les résultats que nous avons obtenus, nous constatons la présence d'une importante diversité microbienne dans les échantillons de boue activée (figure 29)





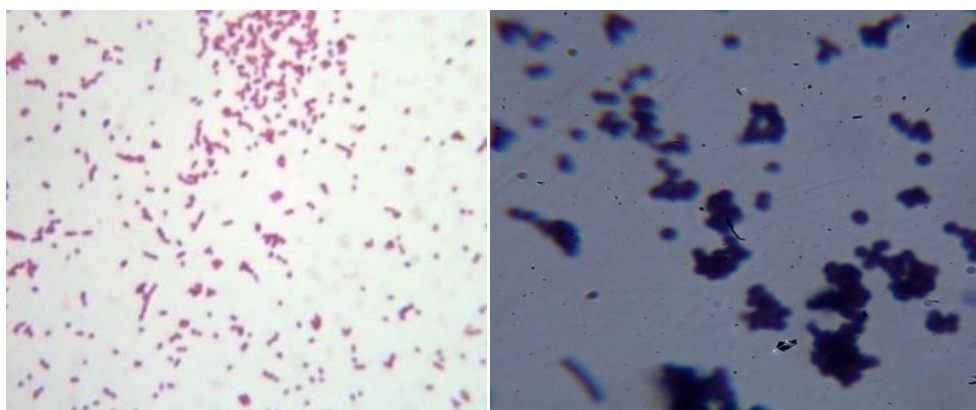




**Figure 29:** Exemple de certains aspects cultureux (a) et cellulaire (microscopique) (b) (Gx100)

### 1.5. Résultat de la coloration de Gram :

Pour vérifier la pureté des isolats et s'orienter dans l'identification, nous utilisons la coloration de Gram, cette dernière a révélée deux groupes de bactérie : des Gram<sup>-</sup> et des Gram<sup>+</sup> (figure 30)



Bactérie de gram négative

Bactérie de gram positive

**Figure 30 :** Les deux aspects majeurs obtenus pour les isolats après coloration de Gram (Gx100).

### 1.6. Les résultats des tests biochimiques :

Les résultats des tests biochimiques sont regroupés dans le tableau (5) pour les bactéries incubées à 30C°.

➤ Résultat de galeries des bactéries de 30C°

Tableau 5 : Résultat de galeries des bactéries de 30C°.

COD E	ONP G	AD H	LD C	OD C	CI T	H <sub>2</sub> S	UR E	TD A	IN D	V P	GE L	GL U	MA N	IN O	SO R	RH A	SA C	ME L	AM Y	AR A	O X	CA T	IDENTIFICATION
S1	+	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	<i>Pasteurella pneumotropica</i>
S2	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	+	-	-	-	+	-	-	-	+	+	<i>Pantoea ssp1</i>
S3	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	<i>Aeromonassalmonicida</i>
S4	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<i>Providenciaalcalifaciens</i>
S5	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	<i>Flavimonashoryzihbita</i>
S6	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	<i>Stenotrophomonasmaltophilia</i>
S7	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	<i>Chryseomonasluteola</i>
S8	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	<i>Chromobacteriumviolacum</i>
S9	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	<i>Flavimonashoryzihbita</i>
S10	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<i>Proteuspenneri</i>
S11	-	+	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	<i>Pseudomonas aerugionosa</i>
S12	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<i>Proteuspenneri</i>
S13	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	<i>Non-fermenter spp</i>
S14	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	<i>Aeromonassalmonicida</i>
S15	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+	-	-	-	-	+	-	-	-	+	+	<i>Proteuspenneri</i>

➤ Résultat de galeries des bactéries de 37C°

Tableau 6 :Résultat de galeries des bactéries de 37C°.

COD E	ONP G	AD H	LD C	OD C	CI T	H <sub>2</sub> S	UR E	TD A	IN D	V P	GE L	GL U	MA N	IN O	SO R	RH A	SA C	ME L	AM Y	AR A	O X	CA T	IDENTIFICATION
L1	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	<i>Stenotrophomonasmaltophilia</i>
L2	-	+	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>
L3	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+	<i>Stenotrophomonasmaltophilia</i>
L4	+	+	-	-	-	-	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+	<i>Pasteurella pneumotropi</i>
L5	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	<i>Stenotrophomonasmaltophilia</i>
L6	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	<i>Moellerallawisconsensis</i>
L7	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	<i>Chryseomonasluteola</i>

Nos résultats démontrent que la boue activée renferme des bactéries suivant :

*Stenotrophomonasmaltophilia ;Pseudomonasaeruginosa ;Pasteurellapneumotropi ;Chryseomonasluteola ;Chromobacteriumviolacum ;Flavimonashoryzihbita ;Proteuspenneri ;Non-fermenterspp ;Aeromonassalmonicida ;Pantoeassp ; Moellerallawisconsensis;Providenciaalcalifaciens*

## 2. Discussion

D'après notre étude nous avons observé que la bouée activée de la STEP de Sidi Merouane est chargée des bactéries, Ce résultat est en accord avec les résultats obtenus par (**Gilbride et al, 2006**).

En plus, nous avons trouvé que la majorité des bactéries sont filamenteuses. Ce résultat est en accord avec les travaux de (Martins et al. 2004) qui stipule que les bactéries filamenteuses aident à fournir la matrice nécessaire autour de laquelle le floc de boues activée se développe.

Selon les tests biochimiques et morphologiques ,les souches S11 et L2 sont identifiée comme étant *Pseudomonas aeruginosa*.Ce résultat est en accord avec celui obtenu par (**Parales, 2010**) qui a trouvé que la présence de certaines protéobactéries, dans le réservoir d'aération, peut aider à la dégradation de la matière organique et la respiration de l'oxyde d'azote dans l'anoxie. D'après (**Parales2010**), les principales espèces isolées des effluents appartenant à la famille de *Xanthomonadaceae, Enterobacteriaceae, Pseudomonadaceae*. En **2008, Rani et al.** Ont décrit la dominance de la sous-classe de protéobactéries g dans le processus de boues activées. En règle générale, ce groupe de bactéries est impliqué dans l'oxydation du carbone et de l'azote, la formation de floc et la prédation (**Rani et al. 2008**).

# *Conclusion*



## **Conclusion**

Le traitement des eaux usées est un processus très important pour la vie quotidienne des habitants des villes et du monde rural. L'épuration des eaux usées est effectuée non seulement pour protéger la santé de la population et éviter les maladies contagieuses, mais aussi pour protéger l'environnement.

La station de Sidi Merouane qui traite les eaux usées par boue activée est classée parmi les stations d'épuration des eaux usées les plus sophistiquées en Algérie par l'obtention de l'ISO 9001 de l'organisation et du contrôle de qualité. Elle protège le barrage de Beni Haroun qui est considéré comme source importante des eaux potables dans l'Est algérien.

Le résultat du dénombrement de la flore totale aérobie mésophile donne une idée sur la charge des eaux usées en microorganismes. Il est utilisé aussi comme indicateur d'efficacité de traitement.

Nos résultats démontrent que la boue activée renferme des bactéries appartenant aux familles de : Enterobacteriaceae, Pseudomonadaceae. Nous citons :

*Stenotrophomonas maltophilia ; Pseudomonas aeruginosa ; Pasteurella pneumotropi ; Chryseomonas luteola ; Chromobacterium violaceum ; Flavimonas horyzihabitans ; Proteus penneri ; Non-fermenters spp ; Aeromonas salmonicida ; Pantoea spp ; Moellerichia wisconsinensis ; Providencia alcalifaciens*

Il serait intéressant de réaliser d'autres études qui visent à rechercher d'autres espèces bactériennes en utilisant d'autres milieux de culture et plus de tests biochimiques. il serait intéressant aussi d'utiliser les outils de la biologie moléculaire pour plus de confirmations.

*Références*

*Bibliographiques*

**Références bibliographiques**

**A**

**Asano T. (1998).** Wastewater reclamation and reuse. Water quality management library, pp 1475.

**Association nationale de collectivités et de professionnels pour la gestion des déchets et de l'énergie (AMORCE), 2012.**

**Aulicino E A, Mastrantonio A, Orsini E, Bellucci c, Muscillo M. and Larosa G. (1996).** Enteric viruses in a waste water treatment plant in Rome. Water, Air, and Soil Pollution 91, pp 327-334.

**B**

**BASSOMPIERRE, 2007.** Procédé à boues activées pour le traitement d'effluents papetiers : de la conception d'un pilote a la validation de modèles. Thèse Doctorat Institut National Polytechnique De Grenoble, p 25-42.

**Baumont s, Camard J-P, Lefranc A, Franconi A. (2005)**-Réutilisation des eaux usées épurées : risques sanitaires et faisabilité en Île-de-France. Institut d'aménagement et d'urbanisme de la région Ile-de-France.

**Baumont S, Camard J-P, Lefranc A, Franconie A, (2004),** Réutilisation des eaux usées: risques sanitaires et faisabilité en Île-de-France. Rapport ORS, 220p).

**Belahmadi, M. 2011.** Etude de la biodégradation du 2,4 - dichlorophénol par le microbiote des effluents d'entrée et de sortie, de la station d'épuration des eaux usées d'Ibn Ziad. Thèse de Magister. UnivMentouri- Constantine, 83p.

**Belaid N. (2010).** Evaluation des impacts de l'irrigation par les eaux usées traitées sur les plantes et les sols du périmètre irrigué d'El Hajeb-Sfax: salinisation, accumulation et phytoabsorption des éléments métalliques. Thèse Doctorat de l'Université de Sfax, pp 1-39.

**C**

**CAMPOS C. (2008)**-New perspectives on microbiological water control for Wastewater reuse. Desalination. 218, pp 34-42.

**Cardot ,C. (2002),** « Les traitements de l'eau » ; 247 p.

**Cardot, C. 2010.** Les traitements de l'eau Procédés physico-chimiques et biologiques. Ellipses, paris ,11-247p.

***D***

**Degremont. (1989)**-Mémento technique de l'eau : vol. 1, 9ème édition. Edition Technique et Documentation Lavoisier, pp 592.

**Degremont. (2005)**-Mémento technique de l'eau. Tome 1, 2ème édition Cinquantenaire, Paris, pp 109-599.

**Delarras, C. 2002 ;** Microbiologie. 90 heures de Travaux pratiques. © *Gaëtan Morin, France*, pp.40-275.

***E***

**Edeline F.** L'épuration biologique des eaux. Edition Cebedoc Editeur. Technique et Doc, Lavoisier, 1993, pp: 127-161.

***F***

**FABY J.A et BRISSAUD F. (1997)**-L'utilisation des eaux usées épurées en irrigation. Office International de l'Eau, pp76

**Franck rejsek, 2002,** analyse des eaux ,page 261

**Franck rejsek, 2002,** analyse des eaux, page 265.

**Franck rejsek, 2002,** analyse des eaux, page260.

**Franck.R. (2002)**-Analyse des eaux, Aspects réglementaires et techniques. Edition Scérén CRDP AQUITAINE. Bordeaux, pp165-239.

***H***

**HU B., QI R., YANG M. (2013).** Systematic analysis of micro fauna indicator values for treatment performance in a full scale municipal wastewater treatment plant. Journal of Environmental Sciences. Vol 25, Issue 7, 1379 -138.

***O***

**Office Nationale de l'Assainissement.2014.** Notice d'analyseslaboratoire STEP SidiMerouane W .Mila, 16p.

***M***

**Marc Elskens., (2010),** «Analyse des eaux résiduaires-Mesure de la pollution » ; 29 p.

**MeziliAbdallah et AchouriAimed, Mémoire 2018,** «analyse de la cinétique de dégradation de la pollution carbonée cas de station d'épuration de sisi MEROUANE- master on hydraulique urbain.SidiMerouane W de Mila. P16.

***N***

**Nova ScotiaEnvironment and Labour. 2007.** On-site Sewage Disposal Systems Technical Guidelines(industriel).

***O***

**Office Nationale de l'Assainissement. 2005.** Technique de justification processus équipement, 107p.

**Office Nationale de l'Assainissement., 2009.**Notice d'analyses laboratoire STEP

**OMS. (1989)-L'utilisation des eaux usées en agriculture et aquiculture :**

***P***

**Perret J.-M., Duchène P., Cotteux E., Cemagref Editions, Antony, 1999,** 155 p.tréaldéfinition station d'épuration.

**Prévention des dysfonctionnements biologiques des boues activées, 1995.***Aide au diagnostic des stations d'épuration par l'observation microscopique des boues activées.*

**Pujolet al.,1990 ; Canleret al., 1999.** PUJOL R., VACHON A., MARTIN G. *Guide technique sur le foisonnement des boues activées.* Documenttechnique FNDAE, 1990, n°8.

**R**

**Rejsek F, (2002),** «Analyses des eaux/Aspect réglementaires et techniques/AspectRéglementaires et techniques de l'analyse des eaux usées et des boues d'épuration », sérieScience et technique de l'environnement, 165p.

**Rejsek F, (2002),** «Analyses des eaux/Aspect réglementaires et techniques/AspectRéglementaires et techniques de l'analyse des eaux usées et des boues d'épuration », série science et technique de l'environnement, deuxième partie ; 166 p.

**Rejsek F, (2002),** «Analyses des eaux/Aspect réglementaires et techniques/AspectRéglementaires et techniques de l'analyse des eaux usées et des boues d'épuration », sérieScience et technique de l'environnement, 170 p.

**Rejsek F, (2002),** «Analyses des eaux/Aspect réglementaires et techniques/AspectRéglementaires et techniques de l'analyse des eaux usées et des boues d'épuration », sérieScience et technique de l'environnement, 171p.

**Rejsek F, (2002),** «Analyses des eaux/Aspect réglementaires et techniques/Aspect réglementaires et techniques de l'analyse des eaux usées et des boues d'épuration », série science et technique de l'environnement, 260 p

**Rejsek F, (2002),** «Analyses des eaux/Aspect réglementaires et techniques/Aspect réglementaires et techniques de l'analyse des eaux usées et des boues d'épuration », série science et technique de l'environnement, 260 p.

**Rejsek, F. 2002.** Analyse des eaux. Aspects réglementaires et techniques, Bordeaux, 165-239p.

**Rodier J., 2005.**Analyse de l'eau. Eaux naturelles. Eaux résiduaires. Eaux de mer.8èmeEd.Dunod.P5-60.

**Rodier, J., Bazin, C., Brontin, J. P., Chambon, P., Champsaur, H., Rodier, L.** L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer.*DUNOD, 8eme édition, Paris,1135p.*

**Rodier, J., Bazin, C., Brontin, J. P., Chambon, P., Champsaur, H., Rodier, L.**L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer.*DUNOD, 8eme édition, Paris,1135p.*

**S**

**Singleton, P.** Bactériologie (cours 2eme cycle). *Dunod, 4eme édition, Paris*, pp.330-351.

**T**

**Toze S. (1999)**-PCR and the detection of microbial pathogens in water and wastewaters. *Water Res* 33, pp 3545–3556.

**W**

**Wentzel M.C., Ubisi M.F., and Ekama G.A. (1997)** Heterotrophic active biomass component of activated sludge mixed liquor. *Wat. Sci. Tech.* **37**[4-5], pp 79-87






















**Z**

**Zamouche R, Bencheik H.** Etude de la traitabilité des eaux usées dans un réacteur batch. Mémoire du magister en génie des procédés, Université d'Annaba, p : 1, 2002.



# *Annexes*

Annexes

TABLEAU DE LECTURE DE LA GALERIE MINIATURISÉE API 20E					
Microtube	Substrat	Caractère recherché	Lecture directe ou indirecte (Test si nécessaire)	Résultat +	Résultat -
ONPG	Ortho-Nitro-Phényl-Galactoside	$\beta$ -galactosidase	Lecture directe		
ADH LDC ODH	Arginine Lysine Ornithine	Arginine dihydrolase Lysine décarboxylase Ornithine décarboxylase	Lecture directe		
CIT	Citrate	Utilisation du citrate	Lecture directe		
H <sub>2</sub> S	Thiocyslate de sodium	Production d'H <sub>2</sub> S	Lecture directe		
URE	Urée	Uréase	Lecture directe		
TDA	Tryptophane	Tryptophane désaminase	Lecture indirecte Test : ajouter 1 goutte de Perchlorure de Fer		
IND	Tryptophane	Production d'indole	Lecture indirecte Test : ajouter 1 goutte de réactif de Kovacs		
VP	Pyruvate de sodium	Production d'acétolactone	Lecture indirecte (Attendre 10 minutes) Test : ajouter 1 goutte de KOH et d' $\alpha$ -naphthol		
GEL	Gélatine emprisonnant des particules de charbon	Gélatinase	Lecture directe		
GLU à ARA	Substrat carboné	Utilisation de substrat carboné	Lecture directe		
NO <sub>2</sub> / N <sub>2</sub>	Nitrate (NO <sub>3</sub> )	Nitrate réductase	Lecture indirecte dans la cupule GLU Test : ajouter 1 goutte de réactif de Griess Ajouter de la poudre zinc en cas de résultat négatif		



**Binoculaire**

• **Composition chimique de milieu de culture :**

La formule théorique de ce milieu de culture en g/L d'eau purifiée est :

Peptone de caséine (bovin).....5,0

Extrait de levure .....2,5

Glucose.....1

Agar .....15

<b>Réactifs de Voges-Proskauer I et II</b>	
<b>VP I</b>	<b>VP II</b>
-Soude caustique (NaOH)	-Alphanaphtol -Alcool 95 C°

<b>Réactif de Kovacs</b>	
Alcool amylique ou isoamylique	150 ml
Dimethyl-aminobenzaldehyde	10 g
Acide chlorhydrique concentré	50 ml

<b>Réactif de Tryptophane désaminase (TDA)</b>	
Soluté de perchlorure de fer $FeCl_3$	10ml
Eau distillée	