

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° Réf :.....

**Centre Universitaire**

**Abdelhafid Boussof Mila**

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

**Mémoire en Vue de l'Obtention du Diplôme de Master**

Filière : Sciences Biologiques

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

## **Thème**

**Étude de corrélation entre les paramètres physicochimiques et biochimiques des eaux usées de la station d'épuration d'Oeud Athmania**

**Préparé par :**

**Belkermi Abdelhak**

**Bouabdellah Youcef**

**Soutenue devant le jury :**

**Président: Mr. Bounamous Azzedine**

**Grade: MCA**

**Examineur : Mr. Kellab Rabah**

**Grade: MAA**

**Promoteur : Mme. Harrieche Ouahiba**

**Grade: MAA**

**Année universitaire : 2014/2015**

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° Réf :.....

**Centre Universitaire**

**Abdelhafid Boussof Mila**

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

**Mémoire en Vue de l'Obtention du Diplôme de Master**

**Filière : Sciences Biologiques**

**-Spécialité : Biologie Appliquée et Environnement : Biochimie et Microbiologie Appliquée**

## **Thème**

**Étude de corrélation entre les paramètres physicochimiques et biochimiques des eaux usées de la station d'épuration d'Oeud Athmania**

**Préparé par :**

**Belkermi Abdelhak**

**Bouabdellah Youcef**

**Soutenue devant le jury :**

**Président: Mr. Bounamous Azzedine**

**Grade: MCA**

**Examineur : Mr. Kellab Rabah**

**Grade: MAA**

**Promoteur : Mme. Harrieche Ouahiba**

**Grade: MAA**

**Année universitaire : 2014/2015**



## دعاء

اللهم ارزقنا بالألف أيما ، وبالباء بركة ، وبالتاء توبة ، وبالشاء  
ثباتا ، وبالجيم جنة الفردوس الأعلى ، وبالحاء حفظ القرآن ،  
وبالخاء خلقا حسنا ، وبالذال دعاء مستجابا ، وبالذال ذكاء ،  
وبالراء رمضان كريم ، وبالسین سكينه ، وبالشين شفاء ، وبالصاد  
صديقا مخلصا ، وبالضاد ضياء ، وبالطاء طمأنينة ، وبالضاد ظلا  
تحت غمامة يوم القيامة ، وبالعین علما ، وبالعین غفرانا ، وبالفاء  
فلاحا ، وبالقاف قصرا في الجنة ، وبالكاف كنزا في الجنة ، وباللام  
لطفا ، وبالميم موعظة وبالنون نعيما ، وبالهاء هداية وبالواو ودا  
، وبالياء يقين ،

آمين

# Remerciements

Nous remercions, en premier lieu, **Dieu**, le tout puissant de nous avoir donné la force et la résolution afin de réaliser ce modeste travail.

Nous remercions vivement :

Notre promotrice M<sup>me</sup>. **Harieche ouahiba** d'avoir accepté de nous encadrer, ainsi que, pour tous ses : orientations scientifiques, sa patience, ses précieux conseils et notamment son bon cœur.

**Mr. Bounamous Azzedine** qui a accepté de présider le jury de soutenance.

**Mr. Kellab Rabah** d'avoir accepté d'examiner et de juger ce travail.

Nous remercions le directeur d'ONA (**kouachi merouane**), Mr le directeur de la STEP Oued Athmania (**Eldous boubaker**) et, le chef de laboratoire de cette unité (**Sedjel faysal**) et toutes les personnes de la station en particulier **Melloul Zaki** pour ses conseils, son aide et sa compréhension.

Au personnel du laboratoire du Centre Universitaire de Mila, en particulier : M<sup>me</sup> **Nassima**, M<sup>me</sup> **Warda**, **Samir F**, **Samir B**, **Athman** pour leur aide précieuse.

Nous remercions également tous les enseignants du département des **Sciences de la Nature et de la Vie**.

Nos collègues de la Promotion **2014/2015**

Au terme de ce travail, nous avons le plaisir de remercier sincèrement toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de cette étude.

**Abdelhak**

**Youcef**

## **Dédecases**

Je tiens en tout premier lieu à remercier **mon dieu**

Je voudrais dédie ce modeste travail

Aux êtres les plus chers au monde :

**Ma** chère **mère** pour son courage et sa dévotion en leur exprimant  
tout mon respect et mon amour.

**Mon** défunt **père** Allah yarahmou en important Dieu tout puissant  
de l'accueillir en son vaste paradis.

Je dédie a lui ce succès et j'espère que finalement j'atteindre leur  
but je n'ai jamais oublié toi et vous reste toujours dans mon cœur et  
une pieuse p.

A mes chères sœurs : **Fatiha, Samia** et **Hayat.**

A mes chères frères : **Hocine, Noureddine, Mored, Soufiane** et  
**Tarek**

A tout ma famille : **Belkermi**

A les familles de mes oncles : **Himrouche**

A ma tante et sa famille : **Nouara**

A tous mes amis avec lesquelles j'ai partagé les bons moments :

**Bilal, Ibrahim, Djelal, Youcef, sif eddine, mostefa, daoud, nouri,**  
**toufik, yacine, nouar**

Ma gratitude au personnels de la station de traitement des eaux  
usées de Oued Athmania pour leurs aides qu'ils m'ont porté pour me  
faciliter la tâche.

Aussi je dédie ce travail à ce qui nous a suivi tout le long de notre  
travail Mme **Harrieche Ouhiba**

Je remercier ensuite : **Himeur S ,Toumi M ES, Zouaghi M, Kellab**  
**R , Bounamous A**

A tous ceux que j'aime, et à ceux qui m'aiment

A tout Personne qui me connaît.

Pour finir, je remercie tous ceux qui ont contribué de près ou de loin  
à l'élaboration de ce rapport en particulier les enseignants et les  
étudiants du département de biologie

**Abdelhak**

## ***Dédecases***

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

A celle qui a veillé à mon bien être et m'a entouré de tout son amour et son affection, l'être le plus cher au monde et à mon cœur ma mère  
**"Fatima elzehra"**.

A mon père **"Mohammed"**, que Dieu le protège et le garde pour m'avoir orienté et appris à être un homme respectable et responsable.

A mes chères sœurs : **Widade, Abla, Linda, Houssena.**

A mes chères frères : **Hamza, Lakhdar, Walid**

A tout ma famille : **Bouabdallah**

A mon amie : **Abdelhak, Ibrahim, Djelal, Bilal**

A tous mes collègues de travail et toute la promotionn 2015.

A mes enseignants : **Kellab R , Bounamouse A , Toumi M ES, Benmakhlouf Z , Harieche O .**

Pour finir, je remercie tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce rapport en particulier les enseignants et les étudiants du département de biologie

**Youcef**

## Abréviation

**Abs** : Absorbance.

**ADN** : Acide Désoxyribonucléique.

**ARN** : Acide Ribonucléique.

**As** : l'Arsenic.

**BSA** : Sérum Albumine Bovine.

**Cd** : le Cadmium.

**°C** : Degré Celsius.

**CH<sub>3</sub>COOH** : acide acétique.

**CH<sub>4</sub>** : Méthane.

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

**COT** : Carbone organique total.

**Cr** : Chrome.

**Cu** : Cuivre.

**CuSO<sub>4</sub>** : sulfate de cuivre.

**DBO<sub>5</sub>** : Demande biochimique en oxygène pendant 5 jours.

**DCO** : Demande chimique en oxygène.

**EB** : Eau Brute.

**EE** : Eau Epurée.

**E-H** : équivalent habitant.

**H<sub>2</sub>** : Dihydrogène.

**ERI** : Eau résiduaire industriel.

**H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>** : acide sulfurique.

**Hg** : Mercure.

**K** : Potassium.

**K<sub>2</sub>O** : oxyde de potassium.

**MES** : Matière en Suspension.

**Mg** : magesium.

**N** : Azote.

**N<sub>2</sub>** : azote gazeux.

**NaOH** : hydroxyde de sodium.

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

**Ni** : Nickel.

**NO** : monoxyde d'azote.

**NO<sub>2</sub><sup>-</sup>** : Nitrite.

**NO<sub>3</sub><sup>-</sup>** : Nitrate.

**NT** : azote total.

**O<sub>3</sub>** : ozone.

**OMS** : Organisation Mondiale de Santé.

**P** : Phosphore.

**P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>** : pentoxyde de phosphate.

**Pb** : Plomb.

**pH** : Potentiel d'Hydrogène.

**ppm** : partie par million.

**PT** : Phosphore total.

**SO<sub>2</sub>** : dioxyde de soufre.

**STEP** : Station d'Épuration.

**T<sup>0</sup>** : Température.

**UV** : Ultra-Violet.

**Zn** : Zinc.

**μ S** : Micro semence.

## Liste des figures

| <b>FIGURE</b>    | <b>TITRE</b>                                                                                       | <b>PAGE</b> |
|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| <b>Figure 01</b> | Nature de la pollution des eaux                                                                    | <b>09</b>   |
| <b>Figure 02</b> | Le devenir des eaux usées                                                                          | <b>14</b>   |
| <b>Figure 03</b> | Représentation schématique des différentes étapes de la digestion anaérobie de composés organiques | <b>17</b>   |
| <b>Figure 04</b> | Schéma général des étapes du traitement des eaux usées                                             | <b>21</b>   |
| <b>Figure 05</b> | Illustration de boues activées et de ses différents composants                                     | <b>22</b>   |
| <b>Figure 06</b> | Métabolisme d'une bactérie hétérotrophe ou autotrophe                                              | <b>24</b>   |
| <b>Figure 07</b> | Localisation de La Station d'épuration d'Oeud Athmania                                             | <b>29</b>   |
| <b>Figure 08</b> | Vue De La Station d'épuration d'Oeud Athmania (STEP).                                              | <b>30</b>   |
| <b>Figure 09</b> | Déversoir d'orage (STEP d'Oeud Athmania).                                                          | <b>31</b>   |
| <b>Figure 10</b> | Dégrilleur automatique (STEP d'Oeud Athmania).                                                     | <b>32</b>   |
| <b>Figure 11</b> | Déssableur-déshuileur (STEP d'Oeud Athmania).                                                      | <b>32</b>   |
| <b>Figure 12</b> | Bassins d'aérations (STEP d'Oeud Athmania).                                                        | <b>32</b>   |
| <b>Figure 13</b> | Clarificateur (STEP d'Oeud Athmania).                                                              | <b>33</b>   |
| <b>Figure 14</b> | Epaississeur (STEP d'Oeud Athmania).                                                               | <b>33</b>   |
| <b>Figure 15</b> | Lits de séchage de boues (STEP d'Oeud Athmania).                                                   | <b>33</b>   |
| <b>Figure 16</b> | L'entrée de la STEP (STEP d'Oeud Athmania).                                                        | <b>34</b>   |
| <b>Figure 17</b> | La sortie de la STEP (STEP d'Oeud Athmania).                                                       | <b>34</b>   |
| <b>Figure 18</b> | Thermomètre digitale (STEP d'Oeud Athmania).                                                       | <b>35</b>   |

|                  |                                                                                              |           |
|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Figure 19</b> | pH mètre (STEP d'Oeud Athmania).                                                             | <b>35</b> |
| <b>Figure 20</b> | Conductimètre (STEP d'Oeud Athmania).                                                        | <b>36</b> |
| <b>Figure 21</b> | Spectrophotomètre (STEP d'Oeud Athmania).                                                    | <b>36</b> |
| <b>Figure 22</b> | Réacteur DCO (STEP d'Oeud Athmania).                                                         | <b>39</b> |
| <b>Figure 23</b> | DBO manométriques oxitop® (STEP d'Oeud Athmania).                                            | <b>40</b> |
| <b>Figure 24</b> | L'incubateur A 20°C (STEP d'Oeud Athmania).                                                  | <b>40</b> |
| <b>Figure 25</b> | Evolution de la température dans les eaux usées et les eaux épurées                          | <b>43</b> |
| <b>Figure 26</b> | Evolution de pH dans les eaux usées et les eaux épurées.                                     | <b>44</b> |
| <b>Figure 27</b> | Evolution de la teneur en MES dans les eaux usées et les eaux épurées                        | <b>45</b> |
| <b>Figure 28</b> | Evolution de la conductivité dans les eaux usées et les eaux épurées.                        | <b>46</b> |
| <b>Figure 29</b> | Evolution de la teneur en nitrite dans les eaux usées et les eaux épurées                    | <b>47</b> |
| <b>Figure 30</b> | Evolution de la teneur en nitrate dans les eaux usées et les eaux épurées                    | <b>48</b> |
| <b>Figure 31</b> | Evolution de la concentration de l'azote ammoniacal dans les eaux usées et les eaux épurées. | <b>49</b> |
| <b>Figure 32</b> | Les étapes du processus d'élimination biologique de l'azote                                  | <b>50</b> |
| <b>Figure 33</b> | Evolution de la concentration du PT dans les eaux usées et les eaux épurées                  | <b>52</b> |
| <b>Figure 34</b> | Evolution de la concentration de $\text{PO}_4^{3-}$ dans les eaux usées et les eaux épurées. | <b>52</b> |

|                  |                                                                             |           |
|------------------|-----------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Figure 35</b> | Evolution de la DCO dans les eaux usées et les eaux épurées.                | <b>53</b> |
| <b>Figure 36</b> | Evolution de la DBO <sub>5</sub> dans les eaux usées et les eaux épurées    | <b>54</b> |
| <b>Figure 37</b> | Evolution de la teneur en glucides dans les eaux usées et les eaux épurées  | <b>56</b> |
| <b>Figure 38</b> | Evolution de la teneur en protéines dans les eaux usées et les eaux épurées | <b>57</b> |

## Liste des tableaux

| <b>Tableau</b>    | <b>TITRE</b>                                                                          | <b>PAGE</b> |
|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| <b>Tableau 01</b> | Les virus des eaux usées et les symptômes de la maladie qui leur est associée.        | <b>04</b>   |
| <b>Tableau 02</b> | Les bactéries des eaux usées et les symptômes de la maladie qui leur est associée.    | <b>05</b>   |
| <b>Tableau 03</b> | Les protozoaires des eaux usées et les symptômes de la maladie qui leur est associée. | <b>06</b>   |
| <b>Tableau 04</b> | Les helminthes des eaux usées et les symptômes de la maladie qui leur est associée    | <b>07</b>   |
| <b>Tableau 05</b> | La charge polluante potentielle représentée par l'élevage                             | <b>10</b>   |
| <b>Tableau 06</b> | Paramètres de mesure de la pollution                                                  | <b>11</b>   |
| <b>Tableau 07</b> | Normes de rejets de L'OMS appliquée en Algérie                                        | <b>12</b>   |
| <b>Tableau 08</b> | Les propriétés physiques des boues                                                    | <b>27</b>   |
| <b>Tableau 09</b> | Protocole de dosage des polysaccharides                                               | <b>41</b>   |
| <b>Tableau 10</b> | Protocole de dosage des protéines                                                     | <b>42</b>   |
| <b>Tableau 11</b> | Le niveau de la biodégradabilité mensuel.                                             | <b>55</b>   |
| <b>Tableau 12</b> | Matrice de corrélation entre les paramètres biochimiques et physicochimiques.         | <b>58</b>   |



|                             |     |
|-----------------------------|-----|
| Remerciements.....          | I   |
| Dédicace.....               | II  |
| Liste des abréviations..... | III |
| Liste des figures.....      | IV  |
| Liste des tableaux.....     | V   |
| Sommaire.....               | VI  |
| Introduction                |     |

## **Synthèse bibliographique**

### **Chapitre I : Les eaux usées**

|                                              |    |
|----------------------------------------------|----|
| 1. Définition.....                           | 02 |
| 2. Composition des eaux usées.....           | 02 |
| 2.1. Les polluants physiques.....            | 02 |
| 2.2. Les polluants biologiques.....          | 03 |
| 2.3. Les polluants chimiques.....            | 08 |
| 3. Les origines des eaux usées.....          | 08 |
| 3.1. Eaux usées domestiques.....             | 08 |
| 3.2. Eaux usées industrielles.....           | 09 |
| 3.3. Eaux usées agricoles.....               | 10 |
| 3.4. Eaux de pluie et de ruissellement.....  | 10 |
| 4. Paramètres de mesure de la pollution..... | 11 |

### **Chapitre II : Épuration des eaux usées**

|                                               |    |
|-----------------------------------------------|----|
| 1. Définition.....                            | 13 |
| 2. Historique de L'assainissement.....        | 13 |
| 3. La nécessité de l'épuration.....           | 14 |
| 4. Procédés de traitement des eaux usées..... | 14 |
| 4.1. Prétraitements des eaux usées.....       | 14 |
| 4.2. Le traitement primaire.....              | 15 |

|                                     |    |
|-------------------------------------|----|
| 4.3. Le traitement secondaire ..... | 16 |
| 4.4. Le traitement tertiaire. ....  | 19 |

### **Chapitre III : L'épuration des eaux usées par boues activées**

|                                                                          |    |
|--------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Définition . ....                                                     | 22 |
| 2. Les différents types de boues .....                                   | 22 |
| 2.1. Les boues primaires .....                                           | 22 |
| 2.2. Les boues secondaires ou biologiques . ....                         | 22 |
| 2.3. Les boues tertiaires.....                                           | 23 |
| 3. Composition des boues résiduaires .....                               | 23 |
| 4. La biomasse épuratrice .....                                          | 23 |
| 4.1. Les processus métaboliques.....                                     | 23 |
| 4.2. Les microorganismes associés à l'épuration.....                     | 25 |
| 4.3. Les éléments nécessaires au développement des micro-organismes..... | 26 |
| 5. Propriétés des boues .....                                            | 26 |
| 5.1. Propriétés physiques.....                                           | 26 |
| 5.2. Propriétés chimiques.....                                           | 27 |
| 5.3. Les propriétés biologiques.....                                     | 27 |
| 6. Avantages et inconvénients de l'épuration par boue activée.....       | 28 |

### **Chapitre IV : Présentation de la STEP d'Oeud Athmania**

|                                            |    |
|--------------------------------------------|----|
| 1. Situation géographique de la STEP ..... | 30 |
|--------------------------------------------|----|

### **Matériel et Méthodes**

|                                           |    |
|-------------------------------------------|----|
| 1. Période et sites de prélèvement .....  | 34 |
| 2. Prélèvement .....                      | 34 |
| 3. Analyse de l'eau.....                  | 35 |
| 3.1. Les paramètres physicochimiques..... | 35 |
| 3.1.1. Température.....                   | 35 |
| 3.1.2. Le potentiel d'Hydrogène (pH)..... | 35 |
| 3.1.3. La conductivité.....               | 36 |

|                                                            |    |
|------------------------------------------------------------|----|
| 3.1.4. Dosage des Matières en Suspension MES.....          | 36 |
| 3.1.5. Dosage des nitrates ( $\text{NO}_3^-$ ).....        | 37 |
| 3.1.6. Dosage des nitrites ( $\text{NO}_2^-$ ) .....       | 37 |
| 3.1.7. Dosage de l'azote ammoniacal ( $\text{NH}_3$ )..... | 37 |
| 3.1.8. Dosage du Phosphore total (PT).....                 | 37 |
| 3.1.9. Dosage des ( $\text{P-PO}_4^{3-}$ ).....            | 38 |
| 3.1.10. La mesure de la DCO.....                           | 38 |
| 3.1.11. La mesure de la $\text{DBO}_5$ .....               | 39 |
| 3.2. Paramètres biochimiques.....                          | 40 |
| 3.2.1. Dosage des polysaccharides .....                    | 40 |
| 3.2.2. Dosage des protéines.....                           | 41 |
| 4. Analyse biostatistique.....                             | 42 |

## **Résultats et Discussion**

|                                         |    |
|-----------------------------------------|----|
| 1. Les paramètres physicochimiques..... | 43 |
| 2. Les paramètres biochimiques.....     | 56 |
| 3. Etude de la corrélation.....         | 58 |

### **Conclusion**

### **Références bibliographiques**

### **Annexes**

# Introduction

L'importance de l'eau pour la vie comme composant de l'écosystème mondial n'est plus à démontrer. Cette ressource qui répond aux besoins fondamentaux de l'homme est un facteur du développement pour générer et entretenir la prospérité par le biais de l'agriculture, la pêche, la production d'énergie, l'industrie, des transports et du tourisme (De la Souchère, 2009). Les écosystèmes et la santé des personnes en sont directement impactés par les pollutions présentes dans l'eau qui ont diverses origines : industrielle, domestique ou agricole (Bassompierre, 2007).

Le traitement biologique des eaux est une méthode souvent efficace et peu coûteuse. Ce mécanisme est utilisé pour le traitement des eaux usées urbaines mais aussi de certaines issues du domaine agroalimentaire ou d'autres industries (Alinsafi et al, 2005). De par ses excellentes performances, la phase de traitement biologique par boues activées représente la phase clé de la chaîne globale de traitement (Bassompierre, 2007). La principale contrainte d'utilisation systématique de cette méthode provient de la difficulté d'acclimater des bactéries à certains effluents et à leur inhibition par certains composants chimiques ainsi que la durée du traitement (Alinsafi et al, 2005). L'épuration des eaux industrielles nécessite souvent un pré-traitement avant l'envoi sur une filière biologique classique (Zongo, 2009).

Face à tous les problèmes que connaît notre pays en matière d'assainissement, la station de Oued Athmania a été dimensionnée pour la dépollution des eaux usées de façon à rejeter à oued El Rhumel qui alimente le de barrage de Beni Haroune par des eaux épurées compatibles avec les normes idéales et de lui protéger et irriguer ses périmètres.

Notre travail consiste à mettre en évidence :

- Une caractérisation physicochimique et biochimique des eaux usées au niveau de la station d'épuration d'Oued Athmania et de faire une étude biostatistique de corrélation permettant de déceler l'interdépendance entre le groupe des paramètres physicochimiques et celles biochimiques.
- Une synthèse bibliographique consacrée aux eaux usées, leurs polluants, origine, épuration et les procédés à boues activées en particulier avec, une présentation de la région d'étude.
- Matériel et méthodes utilisés pour l'élaboration de ce mémoire.
- Résultats et discussion sous forme des histogrammes reflétant les résultats.
- Enfin, une conclusion.



# **Synthèse**

# **bibliographique**

## 1. Définition

Une eau usée, appelée encore eau résiduaire ou effluent est une eau qui a subi une détérioration après usage (**Attab, 2011**), alors que selon **Nsom zamo, (2003)**, ce sont des eaux usées domestiques et les effluents municipaux émanant d'une collectivité donnée et qui ont été préalablement utilisées pour des usages multiples : domestiques, agricoles et industriels.

## 2. Composition des eaux usées

### Définition

La pollution des eaux dans son sens le plus large est défini comme « Tout changement défavorable des caractéristiques naturelles (biologiques ou physico-chimiques) dont les causes sont directement ou indirectement en relation avec les activités humaines » (**Attab, 2011**).

La composition des eaux usées est extrêmement variable en fonction de leur origine (industrielle, domestique). Elles peuvent contenir de nombreuses substances, sous forme solide ou dissoute, ainsi que de nombreux micro-organismes (**Baumont et al, 2005**).

La pollution de l'eau qu'elle soit courante, stagnante, souterraine ou marine est un danger car elle évoque la destruction de la faune et la flore (**Arrignon, 1976**).

Les polluants hydriques se regroupent en trois catégories :

### 2.1. Les polluants physiques

Les principaux agents de la pollution sont : la température, transport de matière solide en suspension et la radioactivité.

- **La température** : plus la température de l'eau est élevée plus le besoin en oxygène est grand, plus la teneur en oxygène de l'eau est basse (**Charbonneau, 1977**).
- **Transport de matière solide en suspension** : augmente la turbidité de l'eau qui réduisent la pénétration de la lumière (**Charbonneau, 1977**).

- **La radioactivité** : libérée dans l'eau peut provenir d'une radioactivité naturelle, explosions nucléaires, des rayonnements d'origine industrielle ou des contaminations accidentelles de l'eau à partir des rejets des installations centrales nucléaires (**Bouziane, 2000**).

## 2.2. Les polluants biologiques

Toutes les pollutions provoquées par des matières organiques sont susceptibles de subir une fermentation bactérienne (**Charbonneau, 1977**).

Les micro-organismes comprennent, par ordre croissant de taille : les virus, les bactéries, les protozoaires et les helminthes les champignons et les algues. Ils proviennent dans leur immense majorité des matières fécales ; on distingue alors la flore entérique (intestinale) normale et les micro-organismes pathogènes. Ces derniers ont des effets divers sur la santé : ils sont la cause d'infections bénignes (gastro-entérite par exemple) comme de maladies mortelles (choléra) (**Ramad, 1982; Baumont et al, 2005**).

### 2.2.1. Les virus

Les virus sont des organismes de très petite taille (10 à 350 nm). Ils ne sont constitués selon, **Vandermeersch, (2006)** que d'une molécule d'ADN ou d'ARN, entourée d'une capside (coque protéique). Ils n'ont ni noyau, ni la capacité de synthèse mais ce sont des parasites obligatoires d'une cellule vivante dont ils détournent, à leur profit, les systèmes enzymatiques, énergétiques et de synthèse.

L'infection d'un individu par un virus hydrique, d'après la même source, se produit dans la majorité des cas par l'ingestion, sauf pour le Coronavirus où elle peut aussi avoir lieu par inhalation. Les virus sont relativement spécifiques d'un hôte. Il existe des virus adaptés à chaque type d'hôtes (animaux, hommes, plantes, champignons, algues, bactéries). Les virus entériques transmis par ingestion sont, avec les virus respiratoires transmis par inhalation d'aérosols, les plus importants pour la santé humaine. Le tableau n°01 montre la plupart des virus que l'on peut trouver dans les eaux usées ainsi que les symptômes de la maladie qui leur est associée.

**Tableau n°01 :** Les virus des eaux usées et les symptômes de la maladie qui leur est associée (Asano, 1998) et ([www.hc-sc.gc.ca](http://www.hc-sc.gc.ca)).

| Agent pathogène              | Symptômes, maladie                                                                                                                          | Nombre pour un litre d'eau usée | Voies de contamination Principales |
|------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|
| <b>Virus de l'hépatite A</b> | Hépatite A                                                                                                                                  |                                 | Ingestion                          |
| <b>Virus de l'hépatite E</b> | Hépatite E                                                                                                                                  |                                 | Ingestion                          |
| <b>Rotavirus</b>             | Vomissement, diarrhée                                                                                                                       | 400 à 85 000                    | Ingestion                          |
| <b>Virus de Norwalk</b>      | Vomissement, diarrhée                                                                                                                       |                                 | Ingestion                          |
| <b>Adénovirus</b>            | Maladie respiratoire, conjonctivite, vomissement, diarrhée                                                                                  |                                 | Ingestion                          |
| <b>Astrovirus</b>            | Vomissement, diarrhée                                                                                                                       |                                 | Ingestion                          |
| <b>Calicivirus</b>           | Vomissement, diarrhée                                                                                                                       |                                 | Ingestion                          |
| <b>Coronavirus</b>           | Vomissement, diarrhée                                                                                                                       |                                 | Ingestion/<br>inhalation           |
| <b>Réovirus</b>              | Affection respiratoire bénigne et diarrhée                                                                                                  |                                 | Ingestion                          |
| <b>Entérovirus :</b>         |                                                                                                                                             |                                 |                                    |
| <b>Poliovirus</b>            | Paralysie, méningite, fièvre                                                                                                                | 182 à 492 000                   | Ingestion                          |
| <b>Coxsackie A</b>           | Méningite, fièvre, pharyngite, maladie respiratoire                                                                                         |                                 | Ingestion                          |
| <b>Coxsackie B</b>           | Myocardite, anomalie Congénitale du cœur (si contamination pendant la grossesse), éruption cutanée, fièvre, méningite, maladie respiratoire |                                 | Ingestion                          |
| <b>Echovirus</b>             | Méningite, encéphalite, maladie respiratoire, rash, diarrhée, fièvre                                                                        |                                 | Ingestion                          |
| <b>Entérovirus 68-71</b>     | Méningite, encéphalite, maladie respiratoire, conjonctivite hémorragique aiguë, fièvre.                                                     |                                 | Ingestion                          |

### 2.2.2. Les bactéries

Les bactéries sont des procaryotes de taille variable entre 0,1 et 10  $\mu\text{m}$ . Elles possèdent tout le matériel cellulaire nécessaire à leur multiplication. Certaines d'entre elles peuvent être rencontrées sous forme de spores. Le phénomène de sporulation est la réponse des bactéries à un environnement qui leur est peu favorable (**Vandermeersch, 2006**). Cependant, le pouvoir pathogène d'une bactérie est soit spécifique en engendrant des pathologies spécifiques (tableau n°02), soit opportuniste donc ne s'exprime que sur des individus affaiblis. L'ingestion est la voie de contamination majoritaire.

**Tableau n°02** : Les bactéries des eaux usées et les symptômes de la maladie qui leur est associée (**Asano, 1998**) et ([www.hc-sc.gc.ca](http://www.hc-sc.gc.ca)).

| Agent pathogène      | Symptômes, maladie                   | Nombre pour un litre d'eau usée | Voies de contamination Principales |
|----------------------|--------------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|
| <i>Salmonella</i>    | Typhoïde, paratyphoïde, salmonellose | 23 à 80 000                     | Ingestion                          |
| <i>Shigella</i>      | Dysenterie bacillaire                | 10 à 10 000                     | Ingestion                          |
| <i>E. coli</i>       | Gastro-entérite                      |                                 | Ingestion                          |
| <i>Yersinia</i>      | Gastro-entérite                      |                                 | Ingestion                          |
| <i>Campylobacter</i> | Gastro-entérite                      | 37 000                          | Ingestion                          |
| <i>Vibrio</i>        | Choléra                              | 100 à 100 000                   | Ingestion                          |
| <i>Leptospira</i>    | Leptospirose                         |                                 | Cutanée/Inhalation/Ingestion       |
| <i>Legionella</i>    | Légionellose                         |                                 | Inhalation                         |
| <i>Mycobacterium</i> | Tuberculose                          |                                 | Inhalation                         |

### 2.2.3. Les protozoaires

Les protozoaires sont des organismes unicellulaires eucaryotes plus complexes et plus gros que les bactéries. Leur taille varie de quelques microns à quelques millimètres, mais la plupart des espèces ne dépassent pas quelques centaines de microns (**Vandermeersch, 2006**). La plupart des protozoaires pathogènes sont des organismes parasites et se développent aux dépens de leur hôte. Ils sont souvent rencontrés dans les eaux où ils se nourrissent de matière organique ou de bactéries (tableau n°03). Certains protozoaires adoptent au cours de leur cycle de vie une forme de résistance, appelée kyste (en particulier, oocyste pour *Cryptosporidium* et kyste pour *Giardia*).

**Tableau n°03** : Les protozoaires des eaux usées et les symptômes de la maladie qui leur est associée (**Asano, 1998**) et (**www.hc-sc.gc.ca**).

| Agent pathogène              | Symptômes, maladie                      | Nombre pour un litre | Voies de contamination principales |
|------------------------------|-----------------------------------------|----------------------|------------------------------------|
| <i>Entamoeba histolytica</i> | Dysenterie amibienne                    | 4                    | Ingestion                          |
| <i>Giardia lamblia</i>       | Diarrhée, malabsorption                 | 125 à 100 000        | Ingestion                          |
| <i>Balantidium coli</i>      | Diarrhée bénigne, ulcère du colon       | 28-52                | Ingestion                          |
| <i>Cryptosporidium</i>       | Diarrhée                                | 0,3 à 122            | Ingestion                          |
| <i>Toxoplasma gondii</i>     | Toxoplasmose : ganglions, faible fièvre |                      | Inhalation/<br>Ingestion           |
| <i>Cyclospora</i>            | Diarrhée, légère fièvre, perte de poids |                      | Ingestion                          |
| <i>Microsporidium</i>        | Diarrhée                                |                      | Ingestion                          |

#### 2.2.4. Les helminthes

Les helminthes sont des vers multicellulaires plats (plathelminthes) ou ronds (némathelminthes). Tout comme les protozoaires, ce sont majoritairement des organismes parasites. Ce sont, pour la plupart, des vers intestinaux, souvent rejetés avec les matières fécales sous forme d'œufs très résistants. La contamination se fait par ingestion ou par voie transcutanée (Vandermeersch, 2006).

**Tableau n°04 :** Les helminthes des eaux usées et les symptômes de la maladie qui leur est associée (Asano, 1998) et ([www.hc-sc.gc.ca](http://www.hc-sc.gc.ca)).

| Agent pathogène      | Symptômes, maladie                        | Nombre pour un litre | Voies de contamination principales |
|----------------------|-------------------------------------------|----------------------|------------------------------------|
| <i>Ascaris</i>       | Ascariadiase : diarrhée, troubles nerveux | 5 à 111              | Ingestion                          |
| <i>Ancylostoma</i>   | Anémie                                    | 6 à 188              | Ingestion / Cutanée                |
| <i>Necator</i>       | Anémie                                    |                      | Cutanée                            |
| <i>Tænia</i>         | Diarrhée, douleurs musculaires            |                      | Ingestion de viande mal cuite      |
| <i>Trichuris</i>     | Diarrhée, douleur abdominale              | 10 à 41              | Ingestion                          |
| <i>Toxocora</i>      | Fièvre, douleur abdominale                |                      | Ingestion                          |
| <i>Strongyloïdes</i> | Diarrhée, douleur abdominale, nausée      |                      | Cutanée                            |
| <i>Hymenolepis</i>   | Nervosité, troubles digestifs, anorexie   |                      | Ingestion                          |

### 2.3. Les polluants chimiques

Proviennent essentiellement des déversements des polluants organiques et des sels de métaux lourds par les unités industrielles (**Bouziane, 2000**) et sont nombreux et d'origine diverses : métaux lourds, pesticides, détergents, et hydrocarbures. Au fait, les métaux lourds, pesticides et détergents constituent les micro- polluants (**Abert, 1977**).

Le terme micropolluant désigne un ensemble de substance qui, en raison de leur toxicité, de leur persistance et de leur bioaccumulation sont de nature à engendrer des nuisances même lorsqu'elles sont rejetées en très faibles quantités (**Larkem et Bacel, 2005**).

Les principaux micropolluants, d'après, **Mizi, (2006)** sont :

- Certains métaux lourds et métalloïdes (Cd, Pb, Cr, Cu, ...Hg).
- Composés phénoliques, organohalogéniques, organophosphorés, huiles minérales, Hydrocarbures aromatiques polycycliques.
- Certains dérivés nitrés.

### 3. Les origines des eaux usées

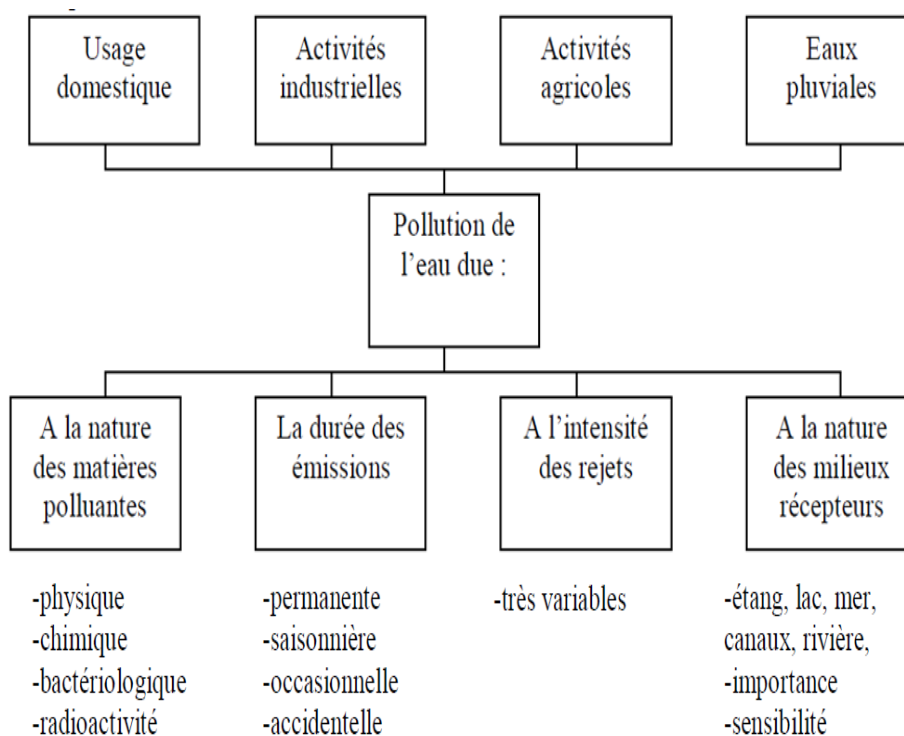
Selon **Akpo, (2006)** concernant leurs origines, on distingue quatre principaux types d'eaux usées (voir figure n°01) :

- Domestiques.
- Industrielles.
- Agricoles.
- Pluie et de ruissellement.

#### 3.1. Eaux usées domestiques

Les eaux usées domestiques sont constituées par les eaux ménagères et les eaux de vannes. Ces dernières représentent environ le tiers des eaux usées domestiques. Issues des toilettes, elles sont constituées par les matières fécales et les urines et contiennent notamment des matières minérales, de la cellulose, des glucides et elles sont riches en germes microbiens (**Radoux, 1995**).

Les eaux ménagères quant à elles, regroupent l'ensemble des autres rejets : eaux de cuisine, de bain et eaux de lessive. Elles contiennent des matières en suspension, des matières dissoutes organiques ou minérales, des graisses et des savons et divers détergents (Radoux, 1995).



**Figure n°01 : Nature de la pollution des eaux (Direction de l'environnement, 1990)**

### 3.2. Eaux usées industrielles

Elles sont caractérisées par leur grande diversité et comprennent :

- **Les eaux à charge minérale dominante** : représentées par les rejets des industries minières et carrières. Ces eaux sont très chargées en matières en suspension ;
- **Les eaux à charge organique dominante** : issues des industries agro-alimentaires (abattoirs, tanneries, laiteries, brasseries). Elles sont chargées en matières organiques biodégradables ;

- **Les eaux à caractère toxique :** rejetées par l'industrie chimique. Leur composition peut inhiber les processus d'épuration biologique en station intensive (boue activée, disques biologiques) ou extensive (lagunage) (**Gomella et Guerree, 1983; Radoux, 1995**).

### 3.3. Eaux usées agricoles

Elles renferment d'une part les effluents zootechniques (purin, lisier) et d'autre part, les eaux de ruissellement qui peuvent véhiculer des résidus de pesticides et de fertilisants. (**Radoux, 1995**).

L'élevage prend une part importante dans cette pollution. A titre d'exemple, la charge polluante potentielle représentée par l'élevage est mentionnée dans le tableau n°05 (**Radoux, 1995**).

**Tableau n°05 : la charge polluante potentielle représentée par l'élevage**  
(**Radoux, 1995**).

| Elevage          | vache      | veau  | porc       | volaille     |
|------------------|------------|-------|------------|--------------|
| Charge polluante | 10- 15 E-H | 6 E-H | 2- 2,5 E-H | 0,1- 0,2 E-H |

Une exploitation de 500 vaches représente une charge polluante égale à 5000 ou 7000 habitants (**Radoux, 1995**).

### 3.4. Eaux de pluie et de ruissellement

Les eaux pluviales et de ruissellement sont prises en compte dans le cas où le système de collecte des eaux usées est unitaire, ceci lors du traitement en station d'épuration. Les eaux de pluie sont susceptibles d'entraîner les polluants atmosphériques et de contaminer par infiltration et ruissellement les eaux superficielles et souterraines. Les principaux polluants en cause sont le SO<sub>2</sub>, le NO et ses dérivés et les poussières (**Radoux, 1995**).

#### 4. Paramètres de mesure de la pollution

L'estimation de la pollution industrielle est un problème complexe et délicat qui fait appel à des dosages et des tests de différents paramètres servant à caractériser de manière globale et pertinente le niveau de la pollution présente dans les effluents (**Botta et Bellon, 2001; Koller, 2004**).

Les paramètres de mesure de la pollution sont récapitulés dans le tableau n° 06 :

**Tableau n°06 : Paramètres de mesure de la pollution (Bernie et Cordonnier, 1991; Beaudry, 1992; Rodier et al, 1996; Botta et Bellon, 2001; Rejsek, 2002; Koller, 2004; Larkem et Bacel, 2005; Mizi, 2006; Mechati, 2006; Salghi, 2006; karoun, 2008).**

| Paramètres de mesure de la pollution                                         |                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                             |
|------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| Paramètres organoleptiques                                                   | Paramètres physiques                                                                                                                                               | Paramètres Chimiques                                                                                                                                                                                                                                                             | Autres paramètres                                                                           |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Couleur</li> <li>• Odeur</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Température</li> <li>• Potentiel d'hydrogène (pH)</li> <li>• Turbidité</li> <li>• Matières en suspension (MES)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Demande chimique en oxygène (DCO)</li> <li>• Demande biologique en oxygène (DBO<sub>5</sub>)</li> <li>• Oxygène dissous</li> <li>• Carbone total organique (COT)</li> <li>• Azote total (NT)</li> <li>• Phosphore total (PT)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hydrocarbures</li> <li>• Micropolluants</li> </ul> |

Conformément aux recommandations de l'organisation mondiale de la santé (OMS).

**Tableau n°07 : Normes de rejets de l'OMS appliquée en Algérie (Ladjet et al, 2011).**

| Paramètre          | Norme   | Unité |
|--------------------|---------|-------|
| T                  | 30      | °C    |
| pH                 | 6,5-8,5 | -     |
| O <sub>2</sub>     | 5       | mg/l  |
| DBO <sub>5</sub>   | 30      | mg/l  |
| DCO                | 90      | mg/l  |
| MES                | 30      | mg/l  |
| Zinc               | 2       | mg/l  |
| Chrome             | 0,1     | mg/l  |
| Azote total        | 50      | mg/l  |
| Phosphates         | 2       | mg/l  |
| Hydrocarbures      | 10      | mg/l  |
| Détergents         | 1       | mg/l  |
| Huiles et graisses | 20      | mg/l  |

## **1. Définition**

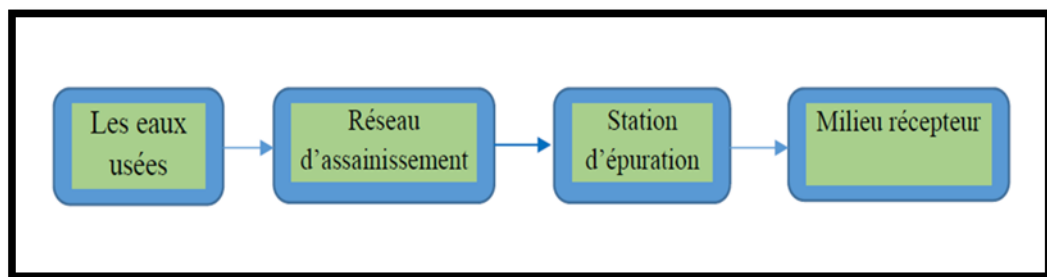
En assainissement, l'épuration constitue le processus visant à rendre, aux eaux résiduaires rejetées, la qualité répondant aux exigences du milieu récepteur. Il s'agit donc d'éviter une pollution par la dépollution et non de produire de l'eau potable. L'opération est assurée par deux procédures distinctes, la première est dite industrielle et la deuxième est naturelle (Saggai, 2004).

## **2. Historique de L'assainissement**

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

**Rejsek, (2002)** distingue deux systèmes d'assainissement :

- **L'assainissement individuel** : pour des habitations isolées. Les eaux usées sont traitées sur le site de production car il n'est pas possible de les rejeter dans un système de collecte.
- **L'assainissement collectif** : le système de collecte est commun pour un grand nombre d'usagers et la totalité des eaux usées est traitée au niveau d'une station de traitement appelée station d'épuration. Ce système est le plus commun et il est constitué de quatre composants essentiels et indissociable (Voir la figure n°02).



**Figure n°02 : Le devenir des eaux usées (Rejsek, 2002).**

### 3. La nécessité de l'épuration

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).

### 4. Procédés de traitement des eaux usées

Les stations d'épuration (STEP) sont le lieu de convergence des eaux de ruissellement, domestiques et industrielles afin d'y être traitées. L'épuration de ces eaux consiste à réduire la charge en matière organique ainsi que les teneurs en nitrate et/ou phosphate et/ou produits chimiques. Lors de cette étape, il se produit un transfert de pollution de la phase liquide (eau) vers une phase plus concentrée (boue) et une phase gazeuse ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{H}_2$ ) (Braun, 2012).

Traditionnellement la filière de traitement de l'eau se décompose en trois parties principales, le prétraitement, le traitement primaire et le traitement secondaire voir figure n°04 (Braun, 2012).

#### 4.1. Prétraitements des eaux usées

Les prétraitements des eaux usées sont indispensables dans toutes les stations d'épuration quelque soit le processus mis en œuvre en aval. Le prétraitement consiste à éliminer les matières susceptibles de gêner l'exploitation du réseau d'égouts de la station (Koller, 2004). Les processus du prétraitement sont :

#### **4.1.1. Le dégrillages**

Les eaux usées d'origine urbaine ou industrielle qui arrivent à la station d'épuration passent d'abord à travers des grilles à barreaux plus au moins espacés ou de tamis rotatifs qui retiennent les éléments les plus volumineux (morceaux de bois, plastiques, objets divers) **(Guy, 2003)**. Leur vitesse d'écoulement est réduite pour provoquer la sédimentation des matières lourdes **(Anred, 1988)**.

#### **4.1.2. Le dessablage**

Après le dégrillage, il reste encore dans l'eau des fragments solides qui peuvent décanter facilement, mais dont la dureté et la taille relativement importante, supérieure à 0.2mm de diamètre, pourrait conduire à l'abrasion de certains éléments de la station et particulièrement les pompes. Ces matériaux sont éliminés dans de petits bassins rectangulaire ou circulaire. Une partie du sable est recyclé après lavage. Les dessableurs sont curés périodiquement et les matières solides sont généralement mélangées aux boues **(Gamrasni, 1984)**.

#### **4.1.3. Le déshuilage**

Les eaux usées urbaines contiennent souvent des matières flottantes qui passent à travers les grilles (huiles, hydrocarbures, débris des graisse, fragments de matière plastique...). Les huiles et les hydrocarbures forment une couche mince en surface et gênent ainsi le processus d'aération. Dans le cas des boues activées, quant aux matières flottantes solides, elles risquent de former des bouchons qui pourraient obstruer des canaux ou des orifices dans la station. Il est donc nécessaire de piéger ces substances au niveau du prétraitement par un dispositif d'écémage. Comme pour les refus de grilles, les résidus de déshuilage ne doivent être mélangés aux boues que s'il est prévu une incinération **(Duchene, 1990)**.

#### **4.2. Le traitement primaire**

Ce traitement s'effectue par voie physico-chimique et a pour but d'extraire le maximum de matières en suspension et de matières organiques facilement décantables. Trois voies de traitement sont possibles **(Attab, 2012)** :

#### **4.2.1. La décantation (processus physique)**

Le principe de séparation solide-liquide est la pesanteur (**Aussel, 2004**). Les matières en suspension ou colloïdales tendent à se séparer du liquide par sédimentation (**Attab, 2011**).

#### **4.2.2. La flottation (processus physique)**

Par opposition à la décantation, la flottation est un procédé de séparation solide-liquide ou liquide-liquide qui s'applique à des particules dont la masse volumique réelle ou apparente (flottation assistée) est inférieure à celle du liquide qui les contient (**Attab, 2011**).

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

C'est une voie physico-chimique dont le principe est de favoriser l'agrégation des molécules en suspension grâce aux techniques de coagulation et de floculation de façon à augmenter la sédimentation grâce à l'obtention de floccs plus gros (**Aussel, 2004**).

### **4.3. Le traitement secondaire**

Plusieurs techniques peuvent être distinguées, le choix de l'une ou l'autre est fonction de l'emplacement disponible pour le procédé de traitement, de la charge de l'effluent et de la quantité de pollution à traiter (**Vilagines, 2003**). Les procédés de traitement secondaires sont fondés sur la digestion microbienne à la fois en présence ou en absence d'oxygène pour réduire la concentration en matières organique (**Madigan et Martinko, 2007**). Ainsi les procédés biologiques de traitements, peuvent être classés en procédés aérobies et anaérobies (**Vilagines, 2003**).

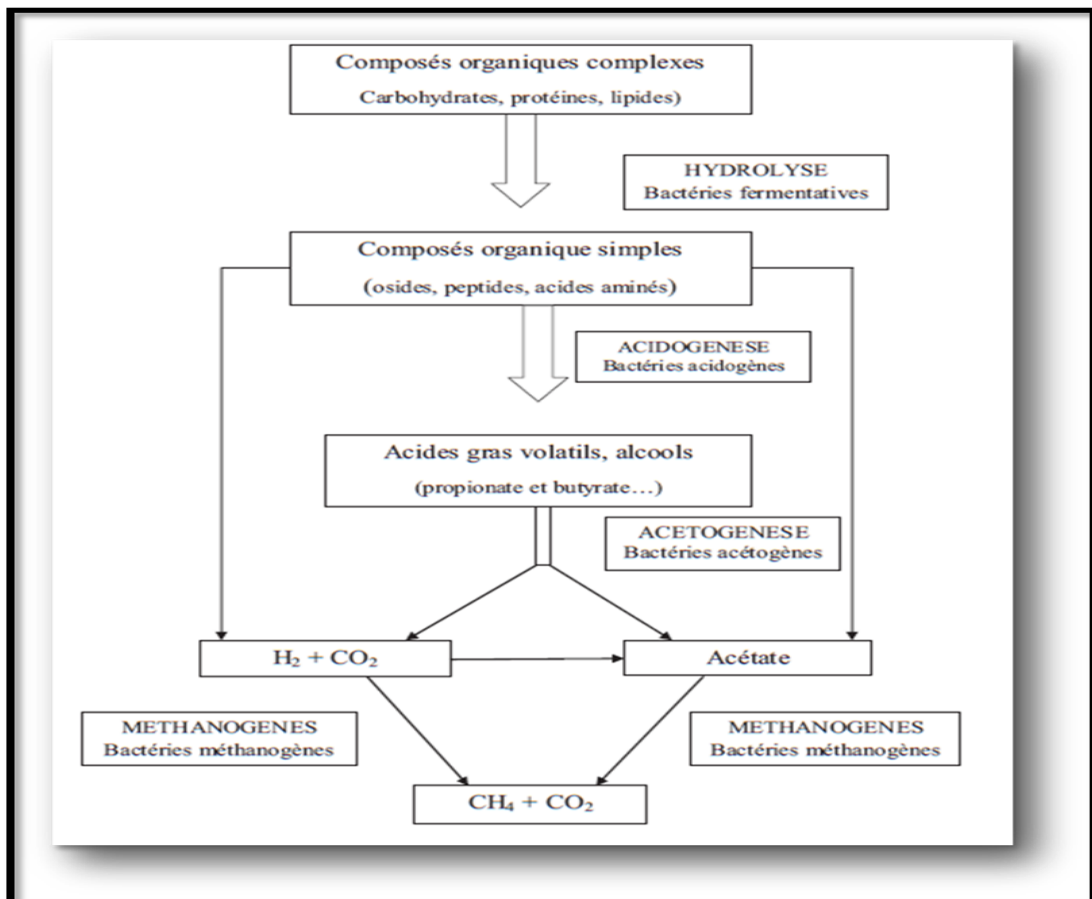
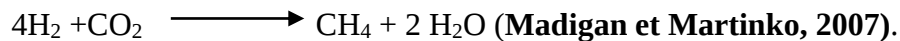
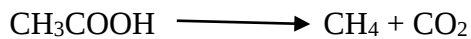
Ces traitements biologiques sont indispensables pour extraire des eaux usées, les polluants dissous, essentiellement les matières organiques (**karoun, 2008**).

#### **4.3.1. Le traitement secondaire anaérobie**

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

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

En fait les microorganismes anaérobies digèrent, les composés macromoléculaires des eaux usées par des polysaccharases, des protéases et des lipases pour donner des composés solubles (figure n°03). Ces derniers sont alors fermentés pour fournir un mélange d'acides gras volatils, qui sont ensuite fermentés en acétate,  $\text{CO}_2$  et  $\text{H}_2$ . Ces produits sont alors utilisés comme substrats par les Archaea méthanogènes, capables de réaliser les réactions suivantes :



**Figure n°03 :** Représentation schématique des différentes étapes de la digestion anaérobie de composés organiques (**Paing, 2001**).

Ce type de fermentation est une opération délicate qui demande une surveillance importante. En effet, la température doit être maintenue à un niveau très stable et suffisamment élevé. Il faut aussi éviter les écarts brutaux de pH et les substances inhibitrices du développement bactérien, à titre d'exemple : les cyanures, les sels de métaux lourds et les phénols (**Vilagines, 2003**).

#### **4.3.2. Les traitements secondaires aérobies**

Les bactéries utilisées exigent un apport permanent d'oxygène. Deux grandes familles peuvent être distinguées : les procédés à cultures fixes (microorganismes fixés sur des supports) et les procédés à culture libre (**Attab, 2011**).

Nous pouvons citer les plus courants :

- **Les procédés biologiques à cultures libres « les boues activées »**

Dans ces procédés, les micro-organismes sont maintenus en suspension dans le mélange à épurer). Ils se développent dans des bassins alimentés d'une part en eaux usées à traiter et d'autre part en oxygène par des apports d'air. Les bactéries, sont donc en contact permanent avec les matières polluantes dont elles se nourrissent et avec l'oxygène nécessaire à leur assimilation. Les principes de fonctionnement diffèrent suivant que l'objectif est de traiter le carbone et l'azote et/ou le phosphore (**Karoune, 2008**).

Dans tous les cas, la séparation de l'eau traitée et de la masse des bactéries se fait dans un clarificateur. Pour conserver un stock constant et suffisant de bactéries dans le bassin de boues activées (**Edeline, 1997**), une grande partie des boues extraites du clarificateur est renvoyée dans le bassin. Une petite partie de ces boues, correspondant à l'augmentation du stock pendant une période donnée, est évacuée du circuit des bassins d'aération et dirigée vers les unités de traitement des boues : cette fraction des boues constitue les « boues en excès » (**Karoune, 2008**).

- **Les procédés biologiques à cultures fixées**

Il s'agit de biofiltres et de lits bactériens. Le principe de ces procédés consiste à faire percoler l'eau à traiter à travers un matériau sur lequel se développent les bactéries qui constituent alors un biofilm sur ce support (**Edeline, 1997 et Gamrasni, 1984**).

Le type de matériau varie suivant les procédés :

- Les lits bactériens utilisent des galets ou des supports alvéolaires (**Karoune, 2008**).

- Les biofiltres utilisent des matériaux de plus petite taille (des argiles cuites, des schistes, du polystyrène, des graviers ou des sables). Ils permettent généralement des traitements plus intensifs et plus poussés que les lits bactériens classiques, plus rustiques dans leur conception et dans leur exploitation (**Karoune, 2008**).

- **Les procédés biologiques extensifs (le lagunage naturel)**

Les lagunes sont constituées de plans d'eau peu profonds, en général au nombre de trois. L'oxygène nécessaire au développement des microorganismes hétérotrophe est fourni par les algues photosynthétiques (**Guivarch, 2001**). L'apport d'oxygène naturel, peut être complété exceptionnellement par des aérateurs pour stimuler l'activité biologique et diminuer les surfaces. Les bassins de traitement des eaux brutes éliminent essentiellement les polluants carbonés (**Karoune, 2008**).

Le lagunage est en fort développement dans les petites communes rurales, en raison de sa rusticité et de performances d'épuration honorables. Ce procédé convient moins bien aux communes plus grandes en raison de surfaces de bassin très importantes dans ce cas (emprise au sol : 15 m<sup>2</sup>/habitant) (**Karoune, 2008**).

#### **4.4. Le traitement tertiaire**

Certains rejets d'eaux traitées sont soumis à des réglementations spécifiques concernant l'élimination d'azote, de phosphore ou des germes pathogènes, qui nécessitent la mise en œuvre de traitements tertiaires (**Franck, 2002**). Ce dernier regroupe toutes les opérations physiques et chimiques qui complètent les traitements primaires et secondaires (**Ouali, 2001**).

##### **4.4.1. L'élimination de l'azote**

L'élimination de l'azote concerne les traitements de nitrification-dénitrification qui ne peuvent être assurés que par voie biologique (**Rejsek, 2002**). Mais cette voie n'élimine qu'environ 20 % de l'azote présent dans les eaux usées. Pour satisfaire aux normes de rejet en zones sensibles, des procédés physiques et physico-chimiques complémentaires permettent l'élimination de l'azote par : électrodialyse, résines échangeuses d'ions, "strippage" de l'ammoniaque. Mais ces traitement ne sont pas utilisés dans le traitement des eaux résiduaires urbaines, pour des raisons de rendement et de coût (**Franck, 2002**).

#### **4.4.2. L'élimination du phosphore**

L'élimination du phosphore, ou "déphosphatation", peut être réalisée par des voies physico-chimiques ou biologiques. En ce qui concerne les traitements physico-chimiques, 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. Ces techniques, les plus utilisées actuellement, éliminent entre 80 % et 90 % du phosphore, mais engendrent une importante production de boues (**Prescott et al, 2007**).

#### **4.4.3. La désinfection**

Un abaissement de la teneur des germes est parfois exigé pour les rejets dans des zones spécifiques (zones de baignade, zones de conchylicoles) (Franck, 2002) ou dans le cadre d'une réutilisation. Il est réalisé par des traitements de désinfection (**Attab, 2011**) :

- **Désinfection chimique** (par le chlore, l'ozone (O<sub>3</sub>)) ;
- **Désinfection physique** (par les rayons ultraviolets, la filtration ou lagunes de finition) (**Attab, 2011**).

#### **4.4.4. Elimination et traitement des odeurs**

Selon **Metahri. (2012)**, la dépollution des eaux usées produit des odeurs, qui sont parfois perçues comme une gêne par les riverains des stations d'épuration. Les principales sources de mauvaises odeurs sont les boues et leur traitement, ainsi que les installations de prétraitement.

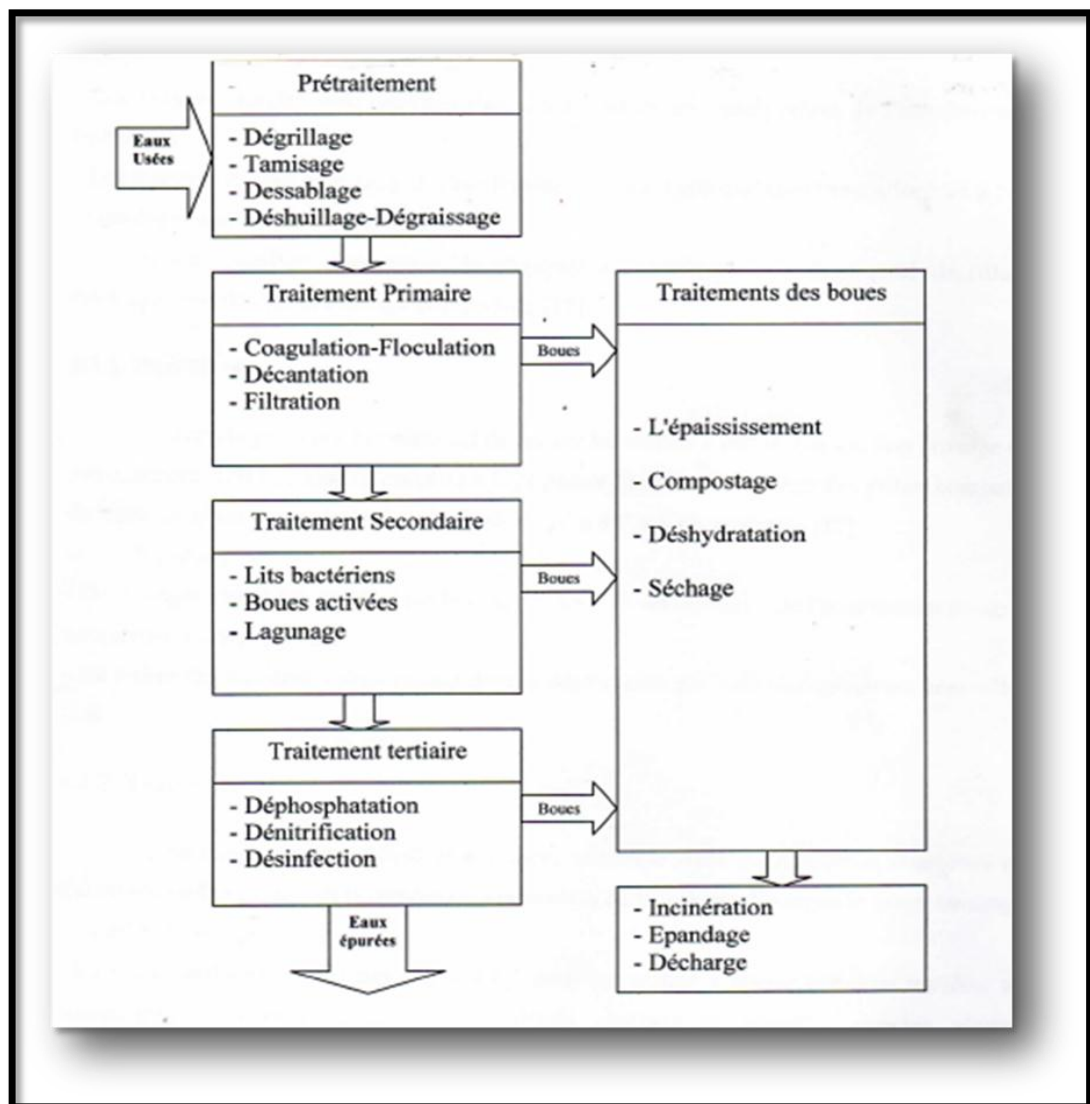
Le traitement des odeurs, d'après, **Metahri, (2012)**. peut être assuré par :

- Réduction des surfaces d'échanges entre l'air et les eaux usées.
- Regroupement ou couverture des ouvrages les plus odorants
- désodorisation biologique
- La désodorisation chimique (la technique la plus utilisée) dans laquelle les gaz malodorants sont captés puis envoyés dans des tours de lavage, où un liquide désodorisant est pulvérisé. Ces lavage peuvent comporter de la soude, de l'acide et/ou de l'hypochlorite de sodium (eau de javel) ; réactifs qui captent ou neutralisent les mauvaises odeurs.

#### 4.4.5. Traitement et élimination des boues

Le traitement des boues d'après **Metahri, (2012)**, a pour objectif de :

- Réduire la fraction organique, et diminuer le pouvoir fermentescible des boues et les risques de contamination par « stabilisation ».
- Diminuer le volume total des boues afin de réduire le cout d'évacuation, par « déshydratation ».
- Elimination final des boues par valorisation agricole, incinération ou mise en décharge.



**Figure n°04** : schéma général des étapes du traitement des eaux usées  
(Poulenc, 1995).

## **1. Définition**

La boue est constituée de l'ensemble "floc-eau interstitielle". Le floc désigne un agglomérat de particules diverses (animales, végétales, minérales) et de colonies bactériennes (Figure n°05). La taille du floc varie de 0,5  $\mu\text{m}$  à plus de 1 mm. Le liquide interstitiel représente le plus souvent la qualité de l'eau de sortie de la station. C'est donc un indicateur de niveau de traitement (**Lacroix, 2008**).



**Figure n°05 : Illustration de boues activées et de ses différents composants**  
(**Lacroix, 2008**).

## **2. Les différents types de boues**

On distingue :

### **2.1. Les boues primaires**

Elles proviennent du décanteur primaire et correspondent en grande partie au piégeage de la pollution particulaire d'entrée. Dans le cas où la pollution colloïdale doit être piégée, l'ajout de réactifs chimiques (coagulants et flocculants) est nécessaire (**Boudjedjou et Boukriba, 2014**).

### **2.2. Les boues secondaires ou biologiques**

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

### **2.3. Les boues tertiaires**

Les boues tertiaires sont le plus souvent issues d'un traitement physico-chimique après un traitement biologique. Elles sont le plus souvent obtenues par l'ajout de réactifs chimiques et elles sont aussi le plus souvent plus difficiles à déshydrater (**Boudjedjou et Boukriba R, 2014**).

## **3. Composition des boues résiduaires**

Une station d'épuration assure le traitement des eaux usées collectées. L'épuration des eaux usées s'effectue en différentes étapes selon des techniques basées sur des lois de la physique, de la chimie et de la biologie. Il en résulte une eau épurée que l'on rejette dans le milieu naturel et un résidu principal : les boues, ce résidu est constitué de matière minérale inertes (micro sable, particule de terre) et de matière fermentescibles (**Pisson, 2000**).

La composition exacte des boues varie en fonction de l'origine des eaux usées, de la période de l'année du type de traitement et de conditionnement pratiqué dans la station d'épuration (**Werther et Ogada, 1999 ; Jarde et al., 2003 ; Singh et al., 2004**). Les boues résiduaires 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) (**Amir, 2005**).

## **4. La biomasse épuratrice**

Les systèmes de traitement des eaux usées urbaines utilisent la dégradation microbienne comme principal moyen pour dégrader les matières organiques (**Attab, 2011**). Donc la biodégradabilité est un phénomène complexe qui concerne toutes les transformations des polluants dans les eaux sous l'action de microorganismes (**Ouali, 2001**).

### **4.1. Les processus métaboliques**

La connaissance de ces processus est essentielle car elle permet d'expliquer les phénomènes observés d'un point de vue macroscopique. L'activité métabolique de la cellule bactérienne se divise en trois processus (figure n°06) (**Attab, 2011**).

#### **4.1.1. Le catabolisme**

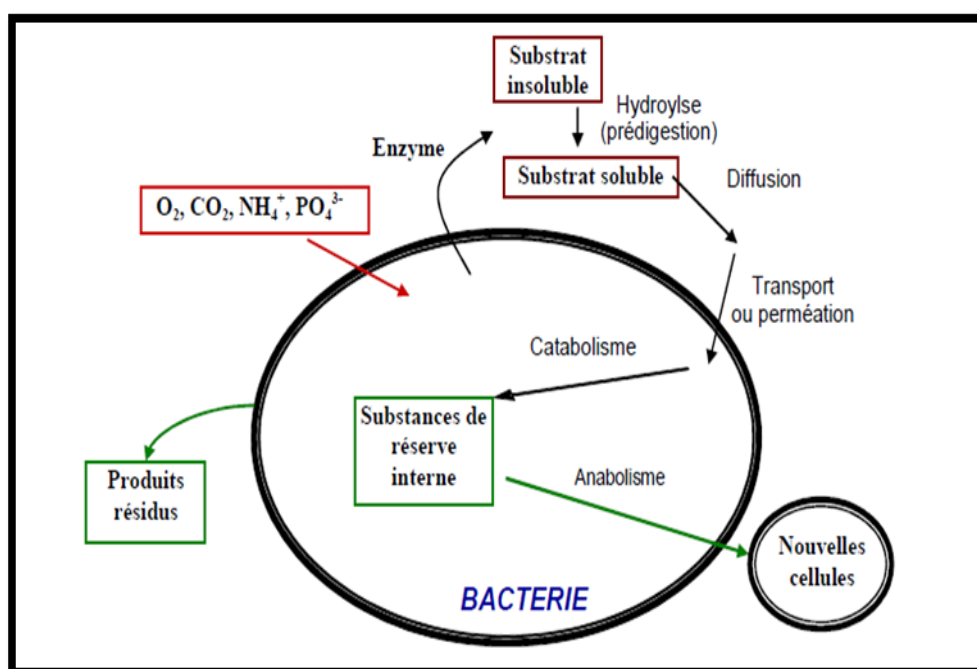
Il Correspond au processus de fragmentation des substances nutritives en éléments plus simples (pyruvates). Il représente l'ensemble des réactions d'oxydation et de dégradation enzymatique. C'est une activité exothermique qui libère l'énergie qui servira à la croissance cellulaire et à l'entretien de la cellule (**Attab, 2011**).

#### **4.1.2. L'anabolisme**

Représente l'ensemble des réactions de synthèse des constituants cellulaires. C'est une activité endothermique qui utilise l'énergie libérée par les processus de catabolisme pour développer la croissance cellulaire et la division cellulaire (**Attab, 2011**).

#### **4.1.3. La respiration endogène**

Représente l'étape d'oxydation des composés cellulaires. Leur dissociation en produits résidus (matières carbonées et azotées) permet de satisfaire les besoins des cellules vivantes en cas de carence en substrat (**Bassompierre, 2007**).



**Figure n°06 : Métabolisme d'une bactérie hétérotrophe ou autotrophe (Bassompierre, 2007).**

## **4.2. Les microorganismes associés à l'épuration**

### **4.2.1. Les bactéries épuratrices**

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

- **Bactéries libres**

Peu abondantes du fait de la prédation par d'autres microorganismes (**Attab, 2011**).

- **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* (**Attab, 2011**).

- **Bactéries floculées**

Plus intéressantes dans le procédé d'épuration car elles permettent une bonne séparation entre la biomasse épuratrice et l'eau épurée (**Franck, 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 genre *Pseudomonas*. La présence de soufre réducteur se répercute par le développement des genres *Thiotrix* et *Microtrix* (**Degremont, 1989**).

### **4.2.2. La microflore**

Des algues benthiques se développent à la périphérie des installations (**Haslay et Leclerc, 1993**). 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**). Toutefois, elles ne jouent pas de rôle en épuration par les procédés de boues activées ou biofiltration, contrairement au cas du lagunage (**Degremont, 2005**).

#### **4.2.3. La microfaune**

La microfaune des boues activées et des biofilms des cultures fixées est très importante en quantité, de l'ordre de  $10^6$  à  $10^8$  cellules par litre de boues activées. Elle intervient comme prédatrice des bactéries isolées et des cadavres de bactéries et participe ainsi à la clarification de l'effluent (**Franck, 2002**).

Comme elle est particulièrement sensible aux variations du milieu, elle renseigne sur le niveau d'adaptation de la biomasse et est révélatrice des stress auxquels elle est soumise (**Degremont, 2005**). Selon l'organisation cellulaire des microorganismes, on distingue deux familles d'individus : les protozoaires et les métazoaires (**Franck, 2002**).

#### **4.3. Les éléments nécessaires au développement des micro-organismes**

Le terme « substrat » désigne les substances constituant la nourriture nécessaire au développement des micro-organismes. Les composés organiques à dégrader représentent la majorité de ces substances. Si le substrat n'est pas sous une forme directement assimilable par la bactérie, il sera hydrolysé à l'extérieur de la cellule bactérienne par des exoenzymes. L'azote ammoniacal et les phosphates sont utilisés en tant que nutriments car ils entrent dans la composition des composés cellulaires (protéines, membrane cellulaire, ADN). L'oxygène dissous est également indispensable au développement des bactéries aérobies (**Bassompierre, 2007**).

### **5. Propriétés des boues**

#### **5.1. Propriétés physiques des boues**

Les boues d'origine primaires ou secondaire se présentent sous forme d'un liquide contenant des particules homogènes en suspension leur volume représente de 0.05 à 0.5% du volume d'eau traitée pour les boues fraîches alors qu'il est légèrement inférieur pour les boues activées et autres procédés biologique. La floculation de l'eau augmente le volume des boues surtout leur poids de 10% environ (**Karoune, 2008**).

La couleur de boues varie entre le brun et le gris et leur odeur et souvent très désagréable car ce sont des produits facilement fermentescibles et il y a un début de décomposition pour leur traitement ultérieur. Le tableau n°08 résume les propriétés physiques des boues (**Jaroz, 1985**).

**Tableau n° 08 : les propriétés physiques des boues (A.f.e.e, 1974., Degrement, 1978., Jaroz, 1985., Mathian, 1986 et karoune, 2008).**

| propriétés physiques des boues                                 |
|----------------------------------------------------------------|
| La teneur en matière sèche                                     |
| La teneur en matière volatiles                                 |
| Teneur en eau (Libre, interstitielle, vicinale, d'hydratation) |
| La viscosité                                                   |
| La charge spécifique                                           |
| La résistance spécifique                                       |
| La compressibilité                                             |
| Les pouvoirs calorifiques                                      |

### **5.2. Propriétés chimiques**

Les boues contiennent certains éléments utiles à la croissance des plantes (N,  $P_2O_5$ ,  $K_2O$ , Mg). Ce sont des substances qui ont une très grande importance pour l'utilisation agricole des boues. Néanmoins, les boues contiennent, en faible quantité, de nombreux produits qui peuvent être soit toxiques pour les plantes (le bore, par exemple), soit présentent des inconvénients ou même des dangers pour l'homme (**karoune, 2008**).

### **5.3. Les propriétés biologiques**

On dénombre de très nombreux types de bactéries dans les boues. Une partie de celle-ci est d'origine fécale et certaines proviennent de porteurs de germe, elles peuvent donc être pathogène. En ce qui concerne les virus, on trouve des *entérovirus*, des adénovirus et des *reovirus* sur les matières organiques des boues. Dans les boues activées on trouve des vers, des larves, des insectes, des crustacés et même parfois de petites araignées (**karoune, 2008**).

## **6. Avantages et inconvénients de l'épuration par boues activée**

### **6.1. Avantages**

La filière d'épuration par boues activées est adaptée à toutes les tailles de collectivité, à l'exception des très petites (< 1000 EH). Cette technique permet une bonne réduction des valeurs des différents paramètres de pollution (MES, DCO, DBO<sub>5</sub>, et N). Il est également facile de mettre en œuvre une déphosphatation simultanée. Ce procédé est bien adapté à la protection des milieux récepteurs sensibles (**Lacroix, 2008**).

### **6.2. Inconvénients**

Les coûts d'investissements d'une station à boues activées sont élevés et la consommation énergétique destinée à l'alimentation des agitateurs et aérateurs est très importante. La gestion de ce type de station nécessite une surveillance régulière par du personnel qualifié. Un autre point négatif du procédé d'épuration par boues activées est l'importante production de boue qu'il va falloir éliminer (**Lacroix, 2008**).

Enfin, un des principaux problèmes de ce type de station reste la maîtrise de la décantabilité des boues (**Lacroix, 2008**).

### Introduction

Dans la wilaya de Mila il existe plusieurs stations d'épuration (urbaines ou industrielles) fonctionnelles ou en arrêt, et d'autres en projet de réalisation. Parmi ces dernières, la station d'Oeud Athmania qui a été dimensionnée pour épurer les eaux usées d'origines domestique et pluviales des deux communes Oeud Athmania et Chelghoum Laid par le procédé d'épuration à boues activées (voir les figures n°07, n°08) (**STEP Oeud Athmania**).



**Figure n°07 :** Localisation de la station d'épuration des eaux usées d'Oeud Athmania (google earth, 2015).



**Figure n°08 :** Vue de la station d'épuration des eaux usées d'Oued Athmania (STEP Oued Athmania).

### **1. Situation géographique de la STEP**

La station d'épuration des eaux usées de la daïra de Chelghoum Laid est de type Boues activées à faible charge située à la sortie de la commune d'Oued Athmania. Elle s'étend sur une superficie de 06 Hectares avec une capacité de 45.000 équivalent habitant. Elle a été mise en service en 1995 et elle traite les eaux usées de la ville d'Oued Athmania qui sont collectées par une station de relevage et celles de Chelghoum Laid qui sont collectées par deux stations de relevage. Les eaux épurées sont déversées dans oued Rhumel qui alimente le barrage de Beni Haroun.

Cette station, comme toutes les stations d'épuration par boues activées, comprend dans tous les cas : déversoir d'orage, dégrilleur, dessableur-déshuileur, bassin d'aération, clarificateur, épaisseur et lits de séchage (voir les figures n°09, n°10, n°11, n°12, n°13, n°14, n°15) (STEP Oued Athmania).

Notre région d'étude se caractérise par :

➤ **L'activité socio-économique**

La région d'étude « Chelghoum Laid et Oued Athmania » est a vocation principalement à l'agriculture et l'élevage de différents types d'animaux domestiques **(DSA de la wilaya de Mila, 2013)**.

Mis à part l'usine des détergents et l'usine de Latina à l'Est ainsi que le marché de gros des fruits et légumes, la région n'a connu que l'implantation de quelque petites unités industrielles, On dénombre sur l'ensemble du territoire de la circonscription, 16 unités de production dans diverses branches d'activité : produits d'entretien et détergents, industrie alimentaire, transformation du bois et dérivés. Il existe également 23 carrières productrices d'agréats et de sable en même temps que la création des entreprises publiques locales **(DSA de la wilaya de Mila, 2013)**.

➤ **Les activités agricoles**

La région d'étude est généralement dominée par la culture des céréales et des légumes **(DSA de la wilaya de Mila, 2013)**.

Il faut signaler que les eaux usées de la ville de Chelghoum Laid et Oued Athmania sont évacuées vers la station d'épuration sujet de l'étude. De même ; l'usine de détergent Henkel ENAD Algérie de Chelghoum Laid contient sa propre station d'épuration. Ce qui est à prendre en considération **(DSA de la wilaya de Mila, 2013)**.



**Figure n°09 : Déversoir d'orage (STEP Oued Athmania).**



**Figure n°10 : Dégrilleur automatique (STEP Oeud Athmania).**



**Figure n°11 : Désableur-déshuileur (STEP Oeud Athmania).**



**Figure n°12 : Bassins d'aérations (STEP Oeud Athmania).**



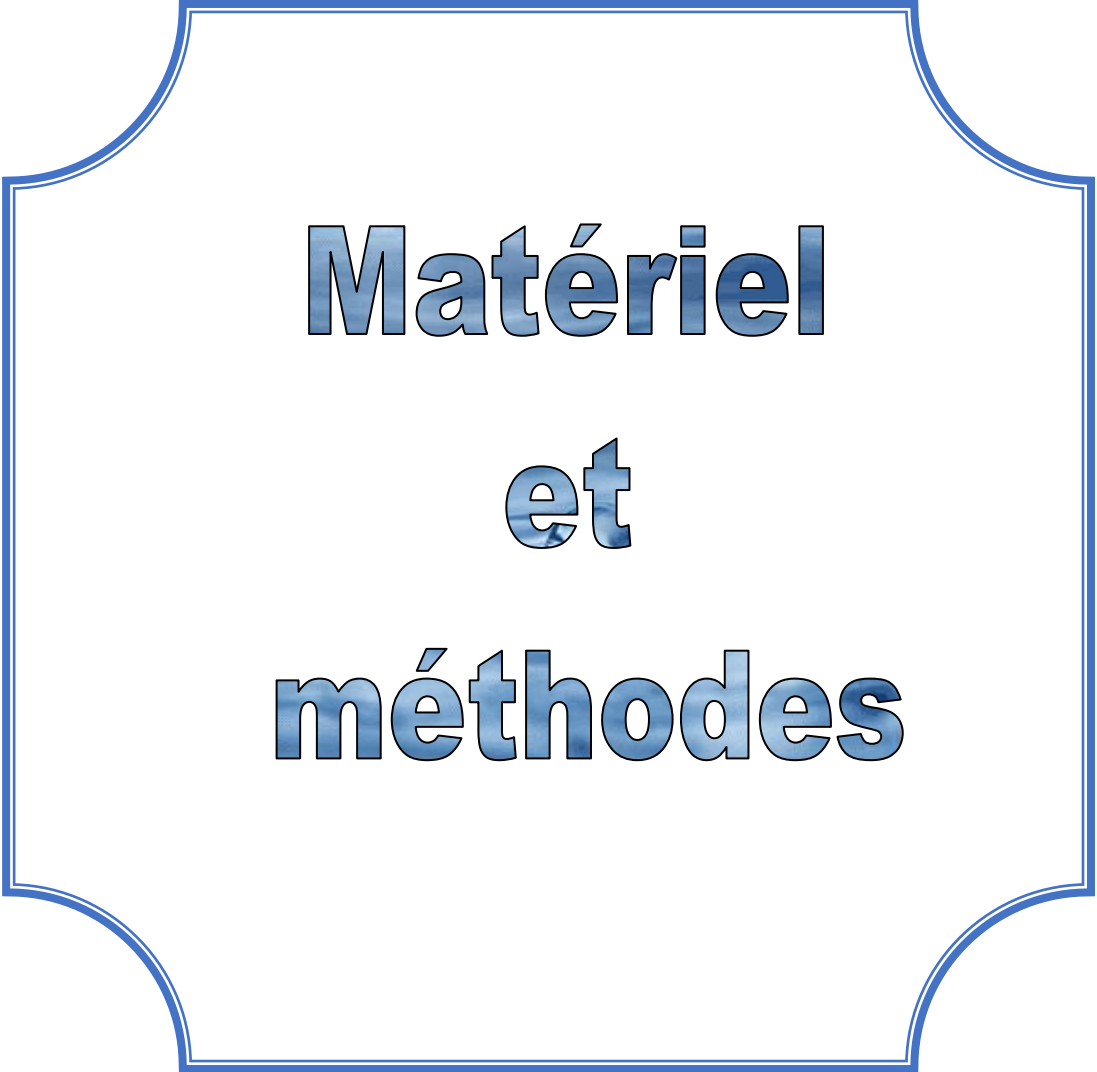
**Figure n° 13 : Clarificateur (STEP Oeud Athmania).**



**Figure n° 14 : Epaississeur (STEP Oeud Athmania).**



**Figure n° 15 : lits de séchage de boues (STEP Oeud Athmania).**



# **Matériel et méthodes**

## **Introduction**

L'objectif de cette étude est d'assurer des analyses physico-chimiques et biochimiques des eaux usées de la station d'épuration d'Oeud Athmania, afin de, contrôler l'efficacité de l'élimination de la matière minérale et organique de l'eau. Une étude biostatistique de corrélation entre les paramètres physico-chimiques et biochimiques est prévue pour pouvoir identifier la relation qui existe entre ces paramètres.

### **1. Période et sites de prélèvement**

Les prélèvements ont été réalisés une fois par mois pendant une période de cinq mois (du 25/11/2014 au 31/03/2015).

Deux sites de la STEP ont été choisis, pour la réalisation des prélèvements d'eaux brutes et épurées dans des endroits d'études définies :

- **Premier point** : L'entrée de la STEP (Figure n°16).
- **Deuxième point** : la sortie de la STEP (Figure n°17).



**Figure n°16 :L'entrée de la STEP  
(STEP Oeud Athmania)**



**Figure n°17 : la sortie de la STEP  
(STEP Oeud Athmania)**

### **2. Prélèvement**

Le prélèvement d'un échantillon d'eau est une opération délicate à laquelle le plus grand soin doit être apporté. Il conditionne les résultats analytiques et l'interprétation qui en sera donnée. L'échantillon doit être homogène, représentatif et obtenu sans modifier les caractéristiques physico-chimiques de l'eau (gaz dissous, MES...) (Rodier, 1996).

Ces échantillons sont mis dans des flacons en verre avec étiquettes. Ces flacons sont placés dans une glacière qui servira à leur transport jusqu'au laboratoire, et les analyses sont effectuées juste après.

### **3. Analyse de l'eau**

Dans cette partie nous avons présenté les différentes méthodes et le matériel utilisés pour mesurer les paramètres physicochimiques et biochimiques importants pour apprécier la qualité de l'eau.

Les analyses des eaux ont été effectuées dans le laboratoire de la station pour les paramètres physicochimiques et celles des paramètres biochimiques ont été effectuées dans le laboratoire du centre universitaire de MILA.

#### **3.1. Les paramètres physicochimiques**

##### **3.1.1. Température**

La détermination de la température de l'échantillon a été faite au laboratoire de la station à l'aide d'un thermomètre étalonné plongé à l'intérieur du flacon (figure n°18). La température est donnée en degré Celsius (°C) (**STEP d'Oued Athmania**).

##### **3.1.2. Le potentiel d'Hydrogène (pH)**

La mesure du pH est réalisée à l'aide d'un pH mètre (figure n°19), muni d'une électrode préalablement étalonné avec des solutions tampon pH = 4 puis pH = 7. Cette électrode est plongée dans l'échantillon contenu dans un bêcher et homogénéisé par un agitateur magnétique.



**Figure n°18 : Thermomètre digital  
(STEP Oeud Athmania).**



**Figure n°19 : pH mètre portable  
(STEP Oeud Athmania).**

### **3.1.3. La conductivité**

Elle permet de connaître la quantité globale de sels dissous ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{PO}_4^{2-}$ ) et traduit la facilité avec laquelle l'eau conduit un courant électrique. La conductivité augmente avec la quantité de sels dissous et est fonction de la température (Gomella et Guerree, 1983).

La conductivité électrique de la solution à examiner est déterminée par un conductimètre (figure n°20) et mesurée en siemens par mètre (S/m) ou en micro siemens par centimètre ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ).

### **3.1.4. Dosage des Matières en Suspension MES**

Ce paramètre exprimé en mg/l correspond à la pollution insoluble particulaire, c'est à-dire la totalité des particules solides véhiculées par les ERI. Les MES sont mesurés par peser après filtration ou centrifugation et séchage à  $105^\circ\text{C}$ . Les procédés de séparation par filtration font appel, soit à des disques en fibres de verre, soit à des couches d'amiante (Koller, 2004., Larkem et Bacel, 2005).

L'analyse est effectuée grâce au spectrophotomètre HACH (figure n°21). Elle consiste à lire la densité optique des eaux brutes et épurées contre un blanc d'eau distillé.



**Figure n°20 : Conductimètre**  
**(STEP Oeud Athmania).**



**Figure n°21 : Spectrophotomètre**  
**(STEP Oeud Athmania).**

**3.1.5. Dosage des nitrates ( $\text{NO}_3^-$ )**

Les ions nitrates sont dosés par spectrophotométrie. Un réactif nitra ver 05 est ajouté à un échantillon de 10 ml d'eau épurée et à un autre échantillon d'eau usée. La lecture de la concentration est effectuée après 5 minutes en mg/l.

**3.1.6. Dosage des nitrites ( $\text{NO}_2^-$ )**

Même méthode que les nitrates sauf pour le réactif qui est remplacé par nitri-ver 3 et le temps d'agitation est plus court et le temps de repos « 20 min » est plus long.

**3.1.7. Dosage de l'azote ammoniacal ( $\text{NH}_3$ )**

L'azote ammoniacal est dosé, aussi, par spectrophotométrie. 0,1ml (eau usée ou épurée) est mis dans un tube en verre puis additionné de réactif de calicyclate d'ammoniaque et le réactif de cyanurât d'ammoniaque. Après 20 minutes, la lecture au spectrophotomètre est effectuée contre un tube qui contient 0.1 ml d'eau sans ammoniaque et un blanc d'eau distillée. La concentration de l'azote ammoniacale est mesurée en mg/l.

**3.1.8. Dosage du Phosphore total (PT)**

Le phosphore se trouve dans les ERI sous formes : d'orthophosphate, soluble  $\text{PO}_4\text{H}_2^-$ , de polyphosphate qui a tendance à s'hydrolyser en orthophosphate et 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).

La méthode de dosage consiste à mettre 5 ml d'échantillon (eau brute et épurée) dans un tube en verre dans lequel on ajoute le réactif de potassium. Les tubes sont incubés dans un réacteur de DCO (HACH) pendant 30 minutes.

Après 20 minutes de refroidissement, 2 ml du réactif d'hydroxyde de sodium et 0.5ml de molybdovandate sont ajoutés au contenu de chaque tube. Ces derniers sont incubés pendant 7 minutes puis le dosage est effectué par lecture au spectrophotomètre contre un blanc d'eau distillée (l'unité de mesure est mg/l).

### **3.1.9. Dosage d'orthophosphate (P-PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>)**

Ces ions sont dosés par spectrophotométrie. La préparation des échantillons est effectuée dans des cuves rondes dans lesquelles sont mis 0.1ml d'eau épurée ou 0.2ml d'eau brute plus un volume suffisant d'eau distillée pour avoir 10ml comme volume total. Le réactif utilisé est le phospho-ver.

Après 2 minutes la lecture est effectuée contre un blanc d'eau distillé. La concentration des PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> est mesurée en mg/l.

### **3.1.10. La mesure de la DCO**

C'est la mesure de la quantité d'oxygène nécessaire qui correspond à la quantité des matières oxydables par oxygène renfermé dans un effluent. Elles représentent la plus part des composés organiques (détergents, matières fécales). Elle est mesurée par la consommation d'oxygène par une solution de dichromate de potassium en milieu sulfurique en présence de sulfate d'argent et de sulfate de mercure II (complexant des chlorures), à chaud pendant 2 heures ( **Bernie et Cordonnier, 1991., Rodier et al, 1996., Salghi, 2006., Mekhalif, 2009**).

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

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

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



**Figure n°22 : Réacteur DCO (STEP Oeud Athmania).**

### **3.1.11. La mesure de la DBO<sub>5</sub>**

La DBO<sub>5</sub> exprime la quantité d'oxygène nécessaire à la destruction ou à la dégradation des matières organiques par les microorganismes du milieu. Elle est mesurée par la consommation d'oxygène à 20°C à l'obscurité pendant 5 jours d'incubation d'un échantillon préalablementensemencé. C'est le temps qui assure l'oxydation biologique des matières organiques carbonées (**Bernie et Cordonnier, 1991., Rodier et al, 1996., Mizi, 2006**).

La DBO<sub>5</sub> est mesurée au bout de cinq jours à 20°C. Selon le système de DBO manométriques Oxitop® (figure n°23 et n°24). Dans deux bouteilles de 500 ml, on met 164 ml d'eaux brute et 365ml d'eau épurée, ensuite on les met dans l'incubateur à 20°C avec un barreau magnétique pour assurer une agitation continue. Les deux bouteilles restent ouvertes pendant une heure du temps. Ensuite on met l'inhibiteur de dénitrification et 3 pastilles de soude (NaOH) dans deux cupules en caoutchouc et on ferme par les calculateurs Oxitop®.

La DBO<sub>5</sub> est enregistrée chaque 24 heures ce qui permet d'avoir la DBO<sub>5</sub> pendant cinq jours et en mg/l.



**Figure n°23 : DBO manométriques**

**Oxitop® (STEP Oued Athmania)**



**Figure n°24 : l'incubateur à 20°C**

**(STEP Oued Athmania)**

### **3.2. Paramètres biochimiques**

Le dosage des paramètres biochimiques a été réalisés dans le laboratoire du centre universitaire de MILA.

#### **3.2.1. Dosage des polysaccharides :**

La méthode colorimétrique utilisée ici est celle établie par Dubois et al. (1956).

L'échantillon est chauffé en présence d'acide sulfurique et de phénol. Les polysaccharides sont hydrolysés, durant le chauffage, par l'acide sulfurique puis les monosaccharides sont déshydratés par le phénol (coloration orange) (**Anthony, 2004**).

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

Le protocole opératoire de dosage des polysaccharides est décrit dans le tableau n°09.

**Tableau n° 09** : protocole de dosage des polysaccharides (**Anthony, 2004**).

| Dans un tube à essai :                         |
|------------------------------------------------|
| 1 mL de Phénol à 5% m/V                        |
| + 1 mL d'échantillon                           |
| Homogénéisation au vortex                      |
| 5mL d'H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> concentré |
| Bain marie à 100°C pendant 5 min               |
| Repos 30 min à l'obscurité                     |
| Lecture à 492nm contre un blanc réactif        |

La concentration en carbohydrates est déterminée en g/l.

### 3.2.2. Dosage des protéines

D'après **Dubois et al (1956)**, il y a trois méthodes classiques de dosage des protéines par colorimétrie qui se distinguent dans la littérature : la méthode de Lowry et al (1951), la méthode de Bradford et al (1976) et la méthode de l'acide bicinchonique BCA (Smith et al. 1985). Chaque méthode présente des avantages et des inconvénients (**Dubois et al., 1956**).

Nous avons choisi la méthode de Lowry car elle est capable de mesurer des composés contenant au moins deux liaisons peptidiques (**Lowry et al, 1951**).

La méthode de Lowry s'appuie sur deux réactions chimiques. La première est la réaction de de biuret où les liaisons peptidiques des protéines réagissent avec le sulfate de cuivre en milieu alcalin. La deuxième réaction est la réduction du réactif phosphomolybdique-phosphotungstique (folin-ciocalteu) par le complexe protéinique préalablement formé. Une coloration bleue est le résultat de ces réactions l'absorption étant mesurée à 660nm (**Lowry et al, 1951**)

Comme cette méthode nécessite une courbe d'étalonnage, une solution mère de BSA est préparée à une concentration de 100 mg/l selon **Arnaud, (2004)**.

Ensuite des solutions filles de concentration : 80 mg/l, 60 mg/l ,40 mg/l ,20 mg/l, 5 mg/l sont préparés par dilution dans une solution de Na Cl à 9 g/l (**Perrin, 2011**).

Le protocole opératoire de dosage des protéines est décrit dans le tableau n°10

**Tableau n°10 : protocole de dosage des protéines (Lowry, 1951).**

| <b>Dans un tube à essai :</b>                          |                                                          |
|--------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| <b>5 ml de (F)</b>                                     | Avec :                                                   |
| <b>+ 1 ml d'échantillon</b>                            | <b>(A) : CuSO<sub>4</sub>.5H<sub>2</sub>O (1% m/V)</b>   |
| <b>Homogénéisation au vortex</b>                       | <b>(B) : Tartrate de Potassium et de Sodium (2% m/V)</b> |
| <b>Repos pendant 10 minutes à température ambiante</b> | <b>(C) : NaOH (0,2M)</b>                                 |
| <b>+ 0,5 ml de (G)</b>                                 | <b>(D) : Carbonate de Sodium (4% m/V)</b>                |
| <b>Homogénéisation au vortex</b>                       | <b>(E) : Réactif de Folin (2N)</b>                       |
| <b>Repos 30 min à l'obscurité</b>                      | <b>(F) : 49mL (D) + 49mL (C) + 1mL (A) + 1mL (B)</b>     |
| <b>Lecture à 660 nm contre un blanc réactif</b>        | <b>(G) : (E) / 2</b>                                     |
|                                                        | <b>(H) : 49mL (D) + 49mL (C) + 1mL eau + 1mL (B)</b>     |

#### **4. Analyse biostatistique :**

Le traitement des résultats obtenus, après dosage des protéines et des glucides, a été réalisé en utilisant :

- Excel 2013 pour calculer, organiser et représenter les données sous formes des histogrammes.
- Le logiciel SPSS 20 pour faire le test T et la matrice de corrélation.



# **Résultats et discussion**

## 1. Les paramètres physico-chimiques

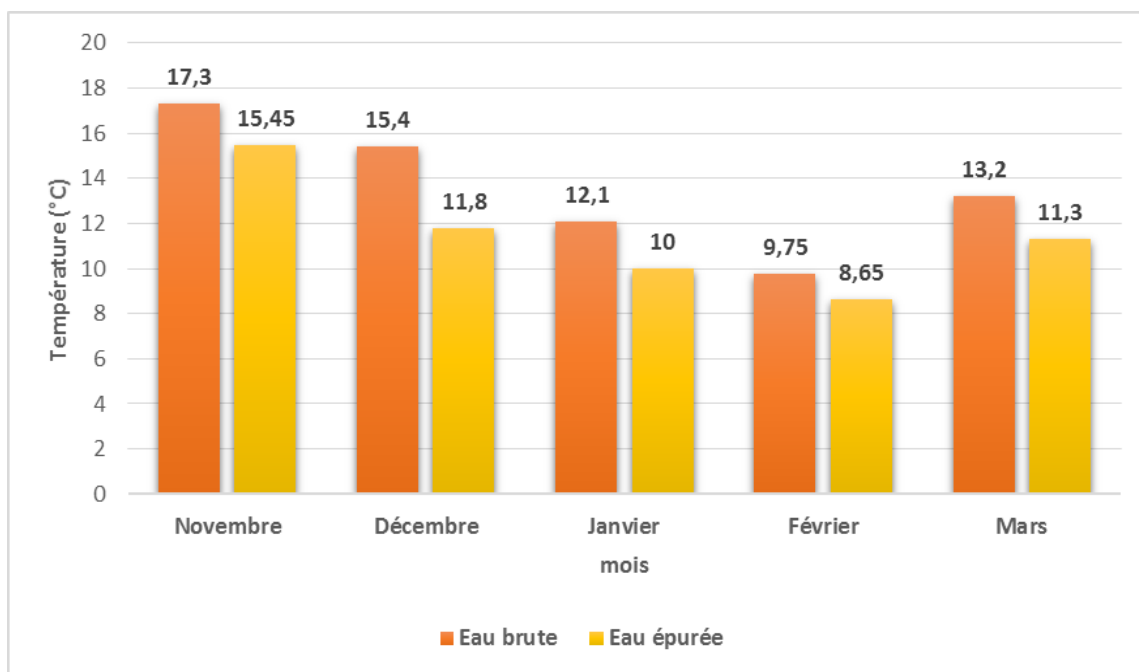
### 1.1. La température

Concernant ce paramètre, les résultats obtenus des eaux brutes et épurées sont représentées dans la figure n°25.

La température maximale de l'eau brute est 17.3 °C au mois de novembre et la minimale est 9.75°C au mois de février. La température maximale de l'eau épurée est 15.45°C au mois de novembre et la valeur minimale est 8.65 °C au mois de février.

Nos résultats sont conformes à ceux obtenus par **Amira et Chebbah. (2014)** qui ont enregistré les valeurs de la température des eaux usées brutes entre 13,3 °C et 17,1°C, et des valeurs qui varient entre 13.3°C et 16.3°C dans les eaux épurées. Les valeurs ne dépassent pas les normes de l'OMS (30 °C) (**Ladjel et al., 2011**).

En fait, la température joue un rôle important dans la solubilité des sels et surtout des gaz (en particulier O<sub>2</sub>) dans l'eau ainsi que la détermination du pH et la vitesse des réactions chimiques. La température agit aussi comme facteur physiologique sur le métabolisme de croissance des microorganismes vivants dans l'eau (**Botta et Bellon, 2001., Mechat, 2006**).



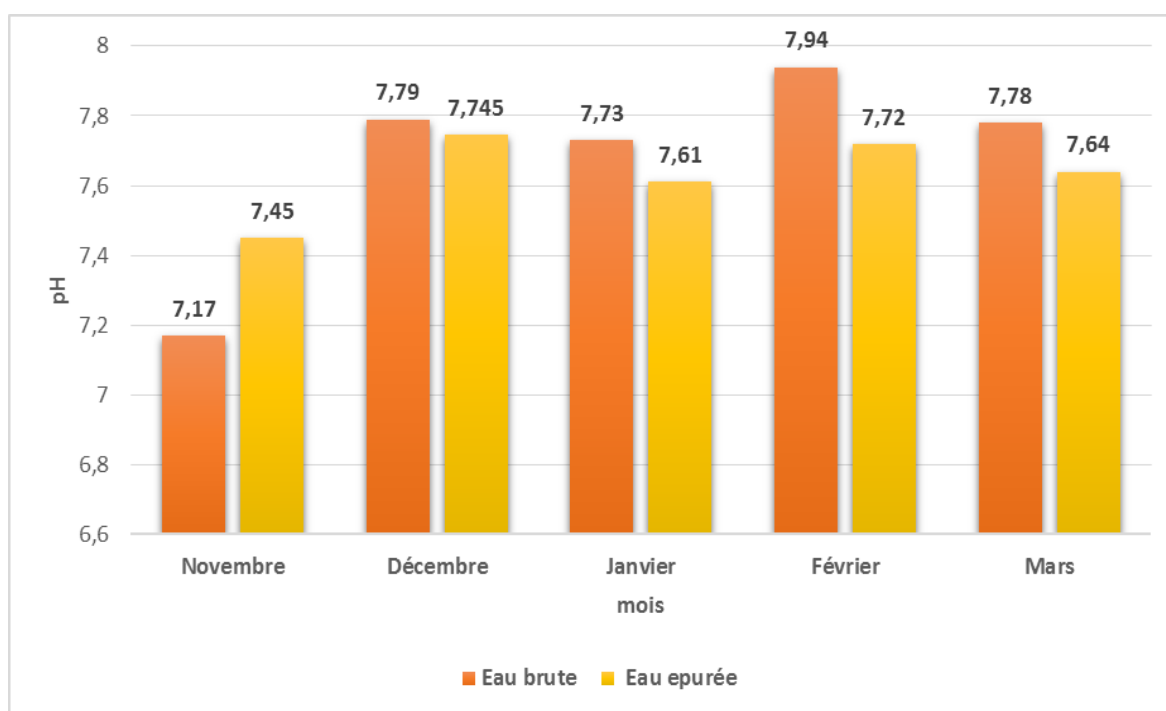
**Figure n°25 : Evolution de la température dans les eaux usées et les eaux épurées (STEP Oued Athmania).**

## 1.2. Le potentiel d'Hydrogène (pH)

La figure 26 montre l'évolution des valeurs du pH des eaux dans la STEP d'Oued Athmania .Ces valeurs varient entre 7,17 enregistré au mois de novembre et 7.94 enregistré au mois de février ce qui indique que le pH est neutre à alcalin. Il y a diminution de pH de l'entrée vers la sortie, exception enregistrée au mois de novembre où il y a augmentation de pH.

Ces résultats sont conformes à ceux obtenus par **Djeddi (2007)** dans la STEP d'Ibn Ziad où les valeurs du pH ont révélé une diminution de l'entrée (8,31) vers la sortie (8,16). De même ils sont conformes aux résultats obtenus par **Elhachemi (2012)** qui a trouvé les écarts atténué entre les valeurs de pH à l'entrée et à la sortie de station de Figuig, ne dépassant pas une unité de pH, et ceci dans la période allant de novembre à avril.

Donc ce paramètre répond aux normes Algérienne, qui varient de 6.5 à 9 (**Ladjel et al., 2011**). Les eaux usées sont alcalines, elles proviennent généralement des rejets domestiques (**Djeddi, 2007**). La valeur du pH caractérise un grand nombre d'équilibre physicochimique. Elle altère la croissance des microorganismes existant dans l'eau (la gamme de croissance est comprise entre 5 et 9) (**Mizi, 2006 et Mechat, 2006**).



**Figure n°26 :** Evolution de pH dans les eaux usées et les eaux épurées.  
(STEP Oued Athmania).

### 1.3. Dosage des Matières en Suspension MES

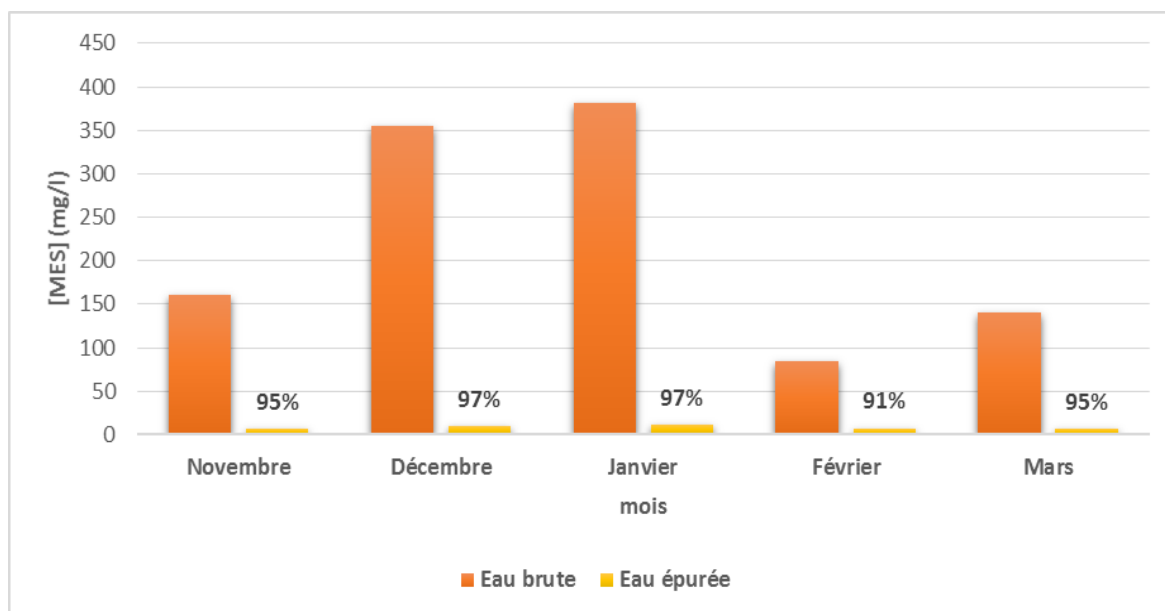
Ce paramètre exprimé en mg/l correspond à la pollution insoluble particulaire, c'est-à-dire la totalité des particules solides véhiculées par les ERI (Koller, 2004 ; Larkem et Bacel, 2005).

Les résultats obtenus des MES mesurées dans les eaux brutes et les eaux épurées pendant cinq mois sont présentés dans la figure n°27. Ils permettent de constater que la valeur maximale dans les eaux brute a été signalée au mois de janvier (381mg/l) et la valeur minimale a été enregistrée au mois de février (84mg/l), alors que les valeurs des MES dans les eaux épurées sont comprises entre 6.5 mg/l et 11mg/l. Ces résultats permettent de dire qu'après épuration la MES diminue d'un pourcentage qui varie entre 91% et 97%.

Nos résultats sont similaires à ceux trouvés par Djeddi (2007) où l'analyse des MES révèle une diminution importante des valeurs de l'entrée (273,4 mg/l) vers la sortie (8,47 mg/l) de la station d'épuration d'Ibn Ziad.

Donc les valeurs observées ne dépassent pas les normes de l'OMS appliqué en Algérie (30 mg/l) (Ladjel et al, 2011).

Il faut noter que les matières en suspensions (MES) provoquent un déséquilibre dans le milieu aquatique en accroissant la turbidité et peuvent avoir un effet direct qui causera une diminution de la clarté de l'eau, en limitant ainsi la biosynthèse végétale (Rejsek, 2002)



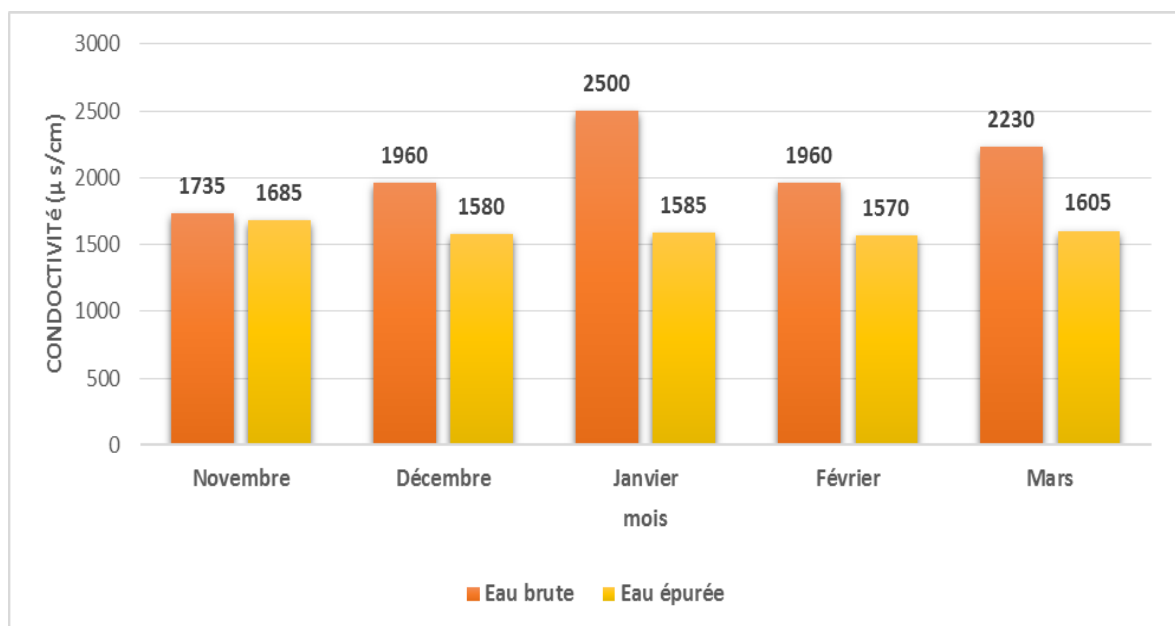
**Figure n °27 :** Evolution de la teneur en MES dans les eaux usées et les eaux épurées. (STEP Oued Athmania).

#### 1.4. La conductivité

Les résultats obtenus dans les eaux brutes et les eaux épurées sont représentées dans la figure n°28. La conductivité maximale de l'eau brute est 2500  $\mu\text{S}/\text{cm}$  au mois de janvier et la minimale est 1960  $\mu\text{S}/\text{cm}$  au mois de décembre et février. La conductivité maximale de l'eau épurée est 1685  $\mu\text{S}/\text{cm}$  au mois de novembre et la valeur minimale est 1570  $\mu\text{S}/\text{cm}$  au mois de février. Nos résultats permettent de dire qu'après épuration le taux d'abattement dans la STEP d'Oued Athmania est plus fort que celui dans la STEP D'Ibn Ziad où les valeurs de la conductivité électrique enregistrées au sein de cette station d'épuration variaient de 1773  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , à l'entrée, à 1718  $\mu\text{S}/\text{cm}$  à la sortie (Djeddi, 2007).

La conductivité est la propriété que possède une eau à favoriser le passage d'un courant électrique. Elle fournit une indication précise sur la teneur en sels dissous (salinité de l'eau). Elle s'exprime en micro siemens par centimètre et elle est l'inverse de la résistivité qui s'exprime en ohm par centimètre. La mesure de la conductivité permet d'évaluer la minéralisation globale l'eau (Regesk, 2002).

Sa mesure est utile car au-delà de la valeur limite de la salinité correspondant à une conductivité de 2500  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , la prolifération de microorganismes peut être réduite d'où une baisse du rendement épuratoire (Metahri, 2012). Donc les valeurs enregistrées dans la STEP de Oued Athmania sont acceptables.



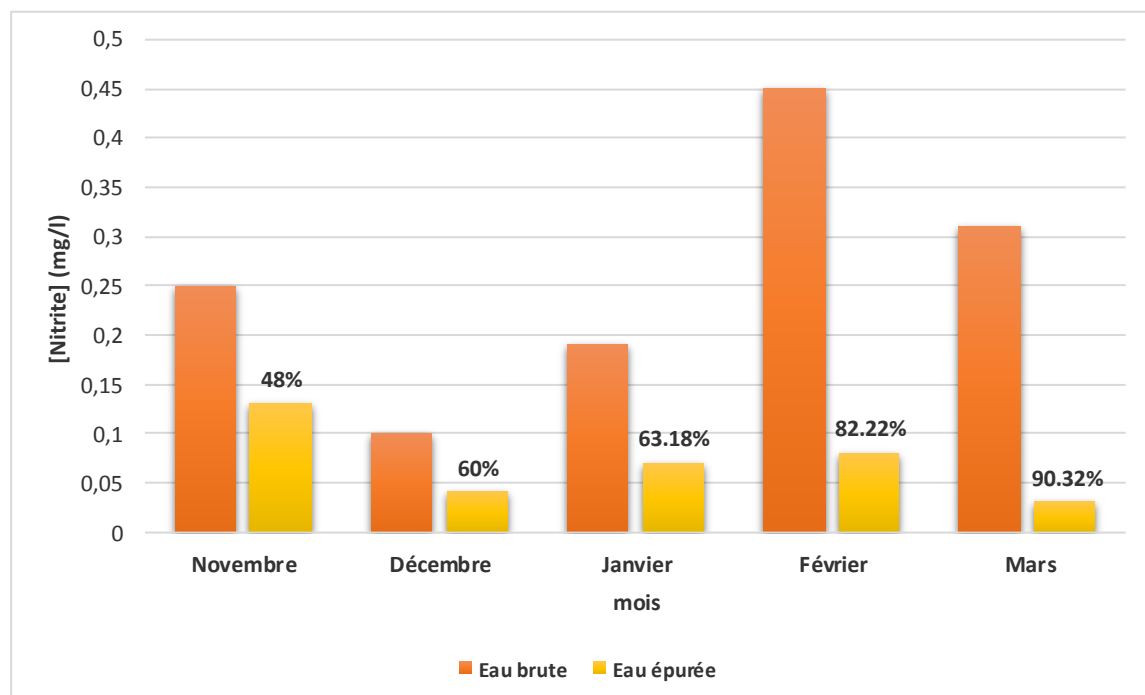
**Figure n° 28 :** Evolution de la conductivité dans les eaux usées et les eaux épurées.  
(STEP Oeud Athmania).

### 1.5. La concentration des nitrite

La figure n°29 représentant la variation des concentrations de nitrite dans les eaux brutes et épurées. La valeur minimale enregistrée est 0.1 mg/l et la valeur maximale est 0.45mg/l dans l'eau brute enregistrée respectivement au mois de décembre et février. Alors que les valeurs dans l'eau épurée sont comprises entre 0.03 mg/l au mois de mars et 0.13 mg/l au mois de novembre.

Ainsi, le taux d'abattement augmente progressivement de novembre au mois de mars avec des valeurs allant de 48% à 90.32%.

Ces résultats sont différents de ceux obtenus par **N'diaye et al (2011)** dans la ville de Nouakchott au niveau des eaux brutes où les concentrations des nitrites sont très faibles et varient entre 0,022 mg/L et 0,029 mg/L. Ainsi nos valeurs sont inférieures à celles enregistrées par **Amira et Chebbah (2014)** que ce soit à l'entrée ou à la sortie de la station où la valeur relevée à l'entrée varie entre 0,23 et 0,7 mg/l, et la valeur à la sortie était de l'ordre de 0,09 et 0,1 mg/l.



**Figure n°29 :** Evolution de la teneur en nitrite dans les eaux usées et les eaux épurées (STEP Oeud Athmania).

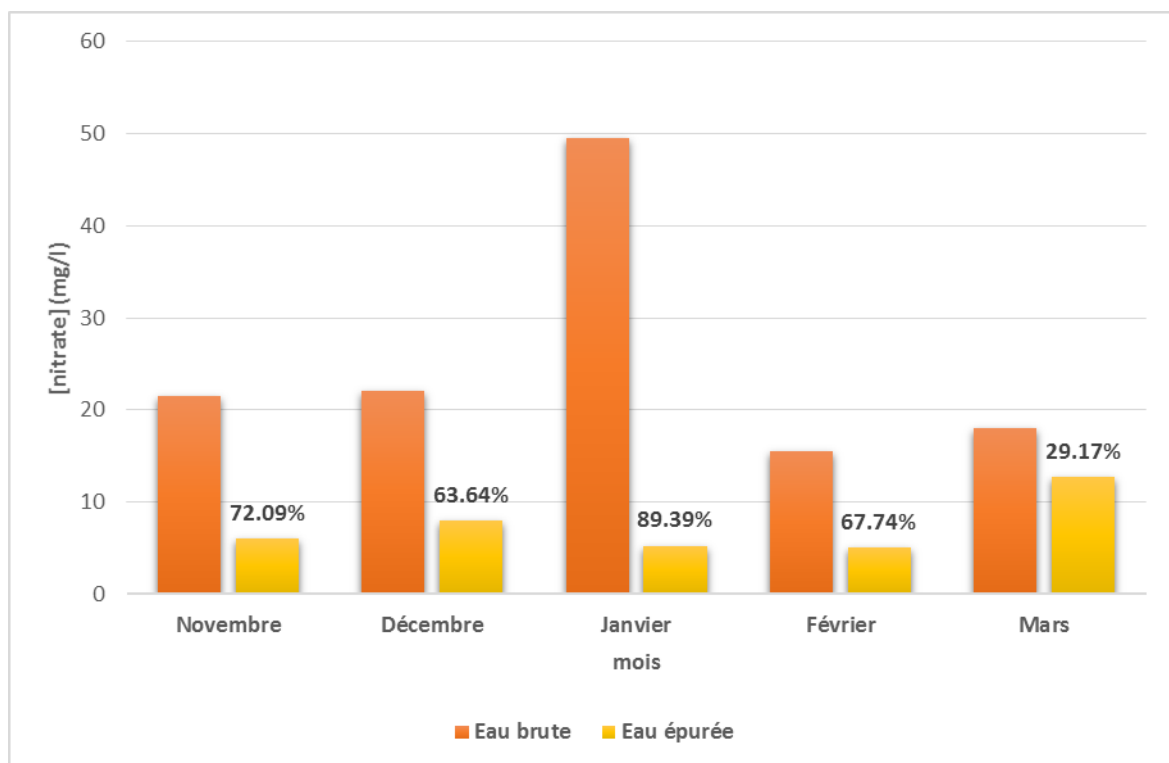
### 1.6. La concentration de nitrate

En ce qui concerne la variation de la concentration de nitrate représentée dans la figure n° 30, la valeur maximale de 49.5mg/l a été enregistrée au mois de janvier et la valeur minimale 15.5mg/l a été mesurée au mois de février dans l'eau brute.

Mais dans l'eau épurée, la valeur maximale de 12.75 mg/l a été enregistrée au mois de mars et 5mg/l comme valeur minimale au mois de février. Dans la STEP d'Oued Athmania les concentrations des nitrates dans l'eau brute sont plus fortes que celles enregistrées dans la STEP de Nouakchott. Elles varient entre 1,2 mg/L et 2,7 mg/L (N'diaye et al, 2011).

En outre, nos résultats sont similaire à ceux trouvés dans la STEP de Sidi Merouane (Amira et Chebbah, 2014) où les valeurs des nitrates à l'entrée varient entre 9 et 25,5 mg/l et présentent des valeurs qui varient entre 4 et 10 mg/l à la sortie.

Par conséquent, le taux d'abattement paraît important avec des valeurs allant de 63.64% à 89.39% exception faite pour le mois de mars où le taux mesuré est égale à 29.17%.



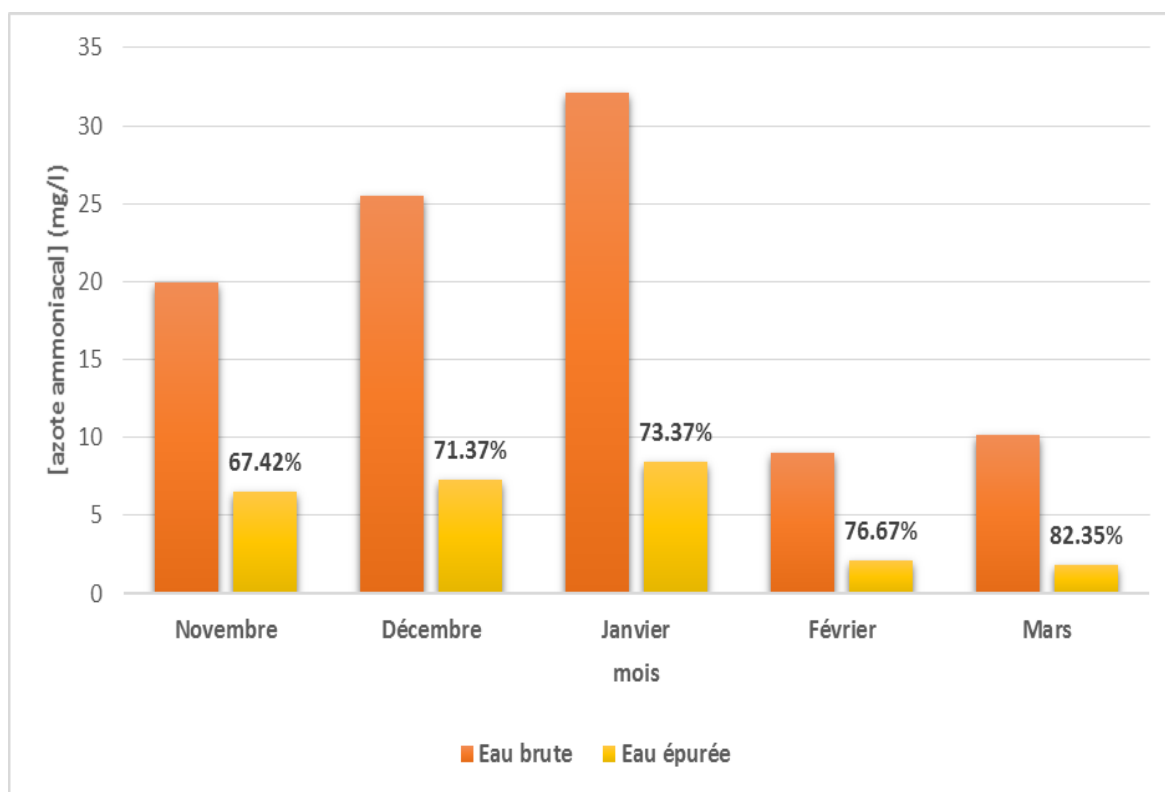
**Figure 30 :** Evolution de la teneur en nitrate dans les eaux usées et les eaux épurées (STEP Oeud Athmania).

### 1.7. La concentration azote ammoniacal (NH<sub>3</sub>)

La figure 31 montre l'évolution des concentrations de NH<sub>3</sub><sup>+</sup> des eaux dans la STEP d'Oued Athmania. Les valeurs varient entre 9 mg/l enregistrée au mois de février et 32.15mg/l enregistrée au mois de janvier dans l'eau brute. Dans l'eau épurée les valeurs se situent entre 1.8 mg/l au mois de mars et 8.45mg/l au mois de janvier.

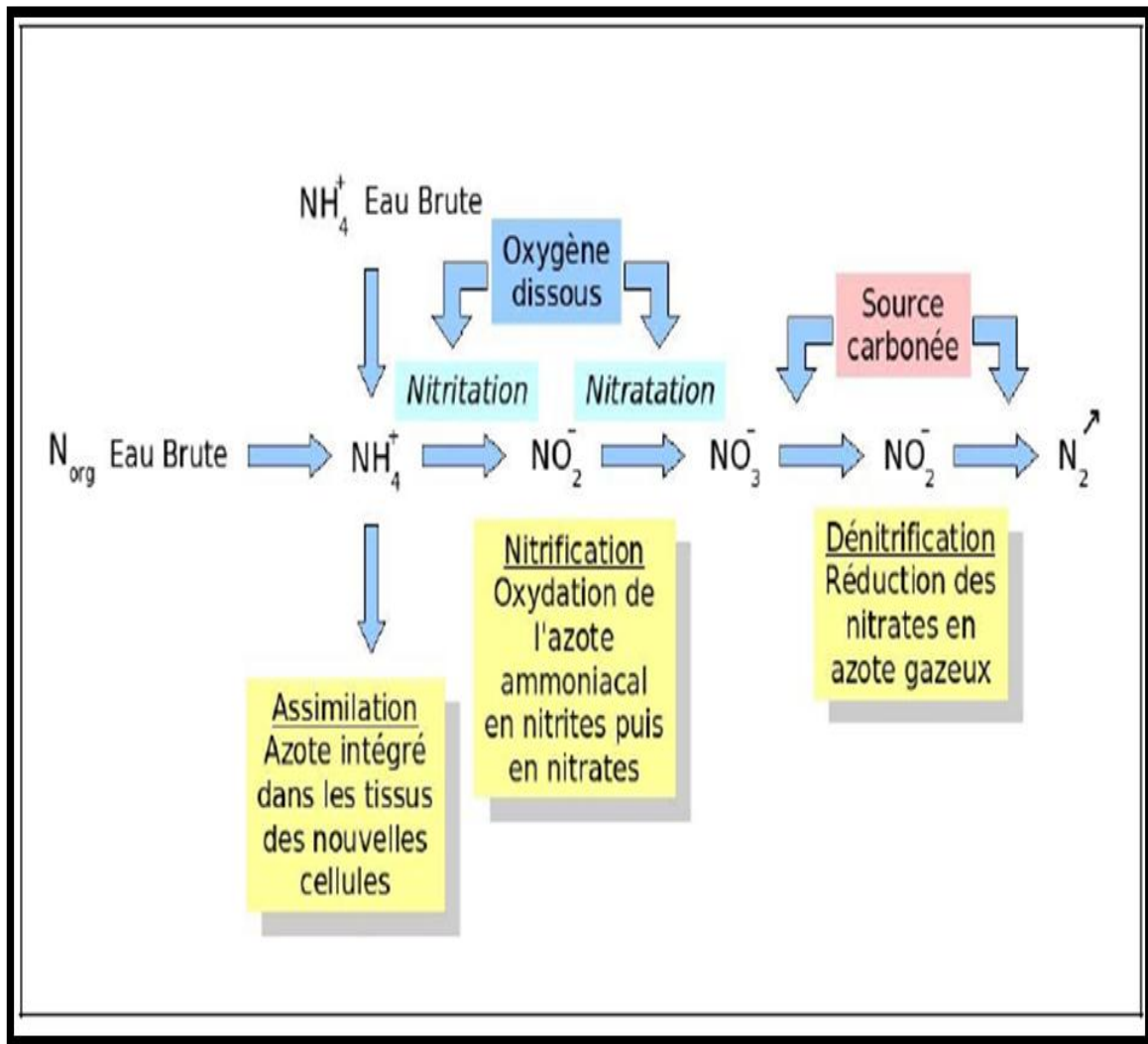
D'une part, ces résultats sont différents à ceux obtenus par **Djeddi (2007)** qui a noté que les teneurs en azote ammoniacal diminuent de l'entrée (3,42 mg/l) vers la sortie (0,35 mg/l). De même, ces résultats diffèrent de ceux trouvés par **Amira et Chebbah (2014)** qui ont noté que les teneurs en azote ammoniacal diminuent de l'entrée (120 mg/l) vers la sortie (1 mg/l). Ceci indique que les eaux qui arrivent à la STEP d'Oued Athmania sont moyennement chargées en azote ammoniacal.

D'autre part, le taux d'abattement durant les 5 mois de l'étude est compris entre 67.42% et 82.35%.



**Figure 31 :** Evolution de concentration de l'azote ammoniacal dans les eaux usées et les eaux épurées (STEP Oeud Athmania).

L'azote peut être séparé des eaux usées par différents mécanismes : physique (par décantation lorsqu'il est lié aux matières en suspension), physico-chimique (stripping sous forme de gaz ammoniac lorsque le pH est basique, oxydation et réductions chimiques) et biologique (incorporation aux bactéries produites, transformation en nitrates puis en azote gazeux lors de processus de nitrification-dénitrification) (figure n°32) (Lourenco da Silva, 2008)



**Figure n°32 :** Les étapes du processus d'élimination biologique de l'azote)  
(Lourenco da Silva, 2008)

### **1.8. Phosphate total**

La figure n°33 montres l'évolution des concentrations de PT des eaux usées et des eaux épurées. Dans l'eau brute, la valeur maximale est 23.35mg/l et la valeur minimale est 16.4 mg/l, elles ont été enregistrées respectivement en janvier et février. Alors que les valeurs mesurées dans l'eau épurée sont comprises entre 3.1 mg/l au mois de février et 13 mg/l au mois de mars.

Ces résultats sont similaires à ceux trouvés par **Amira et Chebbah (2014)** qui ont noté la diminution des teneurs en phosphates de l'entrée de la station (25,8 mg/l) vers la sortie (0.4 mg/l).

Ainsi, le traitement des eaux usées permet l'élimination de 63.78% à 81.1% du PT exception enregistrée au mois de mars où le taux d'abattement est égal à 22.62%.

### **1.9. Orthophosphate**

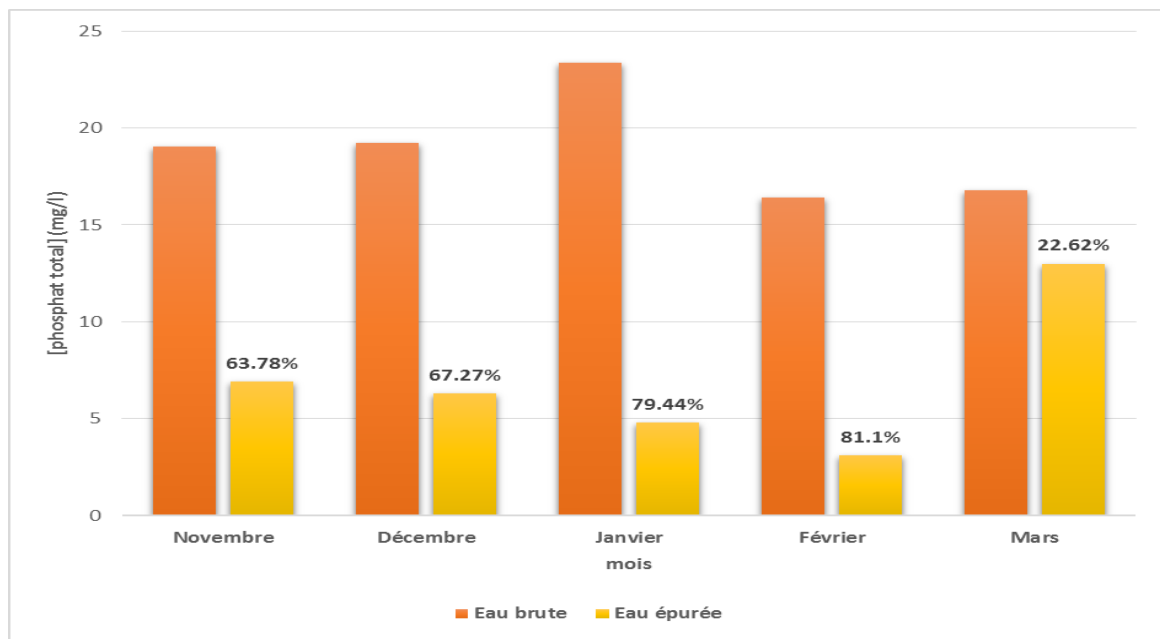
La figure n°34 montres l'évolution des concentrations de  $\text{PO}_4^{3-}$  dans les eaux brutes et les eaux épurées.

Dans l'eau brute la valeur minimale de 1.52 mg/l et la valeur maximale de 4.32mg/l, ont été enregistré respectivement en décembre et janvier. Alors que les valeurs prises dans l'eau épurée sont comprises entre 1.02mg/l au mois de mars et 1.85mg/l au mois de janvier.

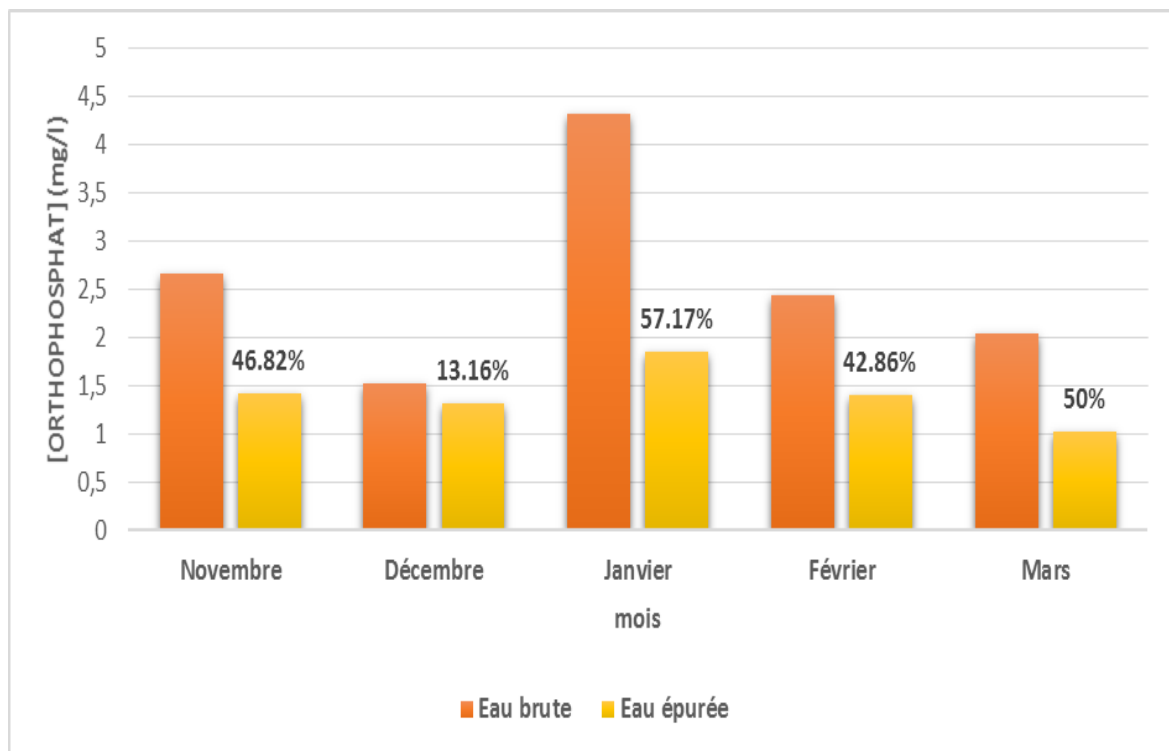
Ces résultats supérieurs à ceux obtenus par **Amira et Chebbah (2014)**, la valeur maximale de phosphate relevée à l'entrée était de (1.05 mg/l), quant à la valeur minimale était de 0,2 mg/l à la sortie de la station de Sidi Merouane.

Ces résultats sont différents de ceux obtenus par **Attab (2011)** ; les valeurs des ions orthophosphates ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) varient du minimum de 1.44 mg/l au maximum de 5.4 mg/l au niveau des eaux brutes mais les concentrations oscillent entre 2.1 mg/l à 10.7 mg/l à la sortie de la STEP de Haoud Berkaoui de Ouargla.

Ainsi le taux d'élimination de l'orthophosphate varie de 13.16% à 57.17%



**Figure n° 33 :** Evolution de la concentration du PT dans les eaux usées et les eaux épurées (STEP Oeud Athmania)



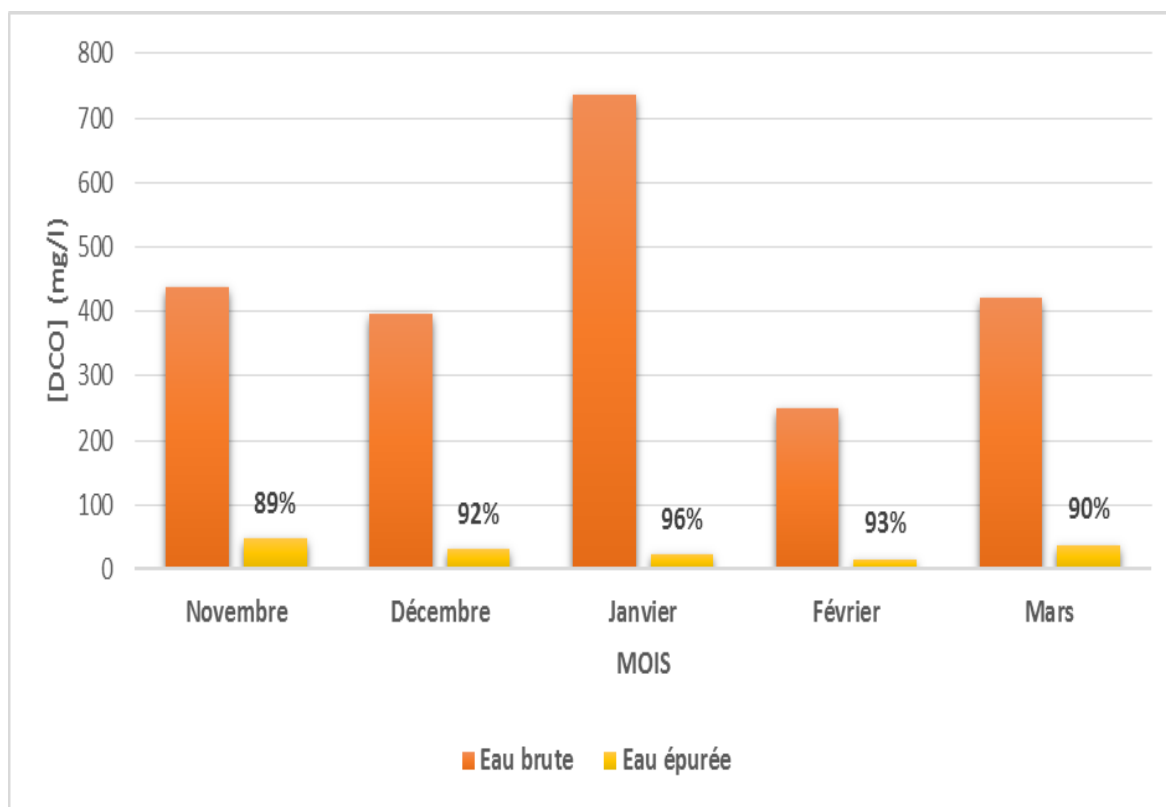
**Figure n° 34 :** Evolution de la concentration de  $\text{PO}_4^{3-}$  dans les eaux usées et les eaux épurées (STEP Oeud Athmania).

### 1.10. Demande chimique en oxygène (DCO)

La figure n° 35 montre l'évolution de la DCO dans les eaux brutes et les eaux épurées entre novembre et mars.

Dans les eaux brutes, la DCO présente des valeurs minimales et maximales de 251 mg/l au mois de février et 735 mg/l à janvier respectivement. Dans les eaux épurées, la valeur minimale était enregistrée au mois de février avec 2 mg/l, alors que la valeur maximale était mesurée au mois de novembre étant de 48 mg/l.

Ainsi les eaux usées de la STEP présentent une DCO élevée à l'entrée de la station, et celle-ci diminue considérablement, après le traitement, à la sortie de station avec des pourcentages compris entre 89% et 96%.



**Figure n° 35 :** Evolution de la DCO dans les eaux usées et les eaux épurées.  
(STEP Oeud Athmania)

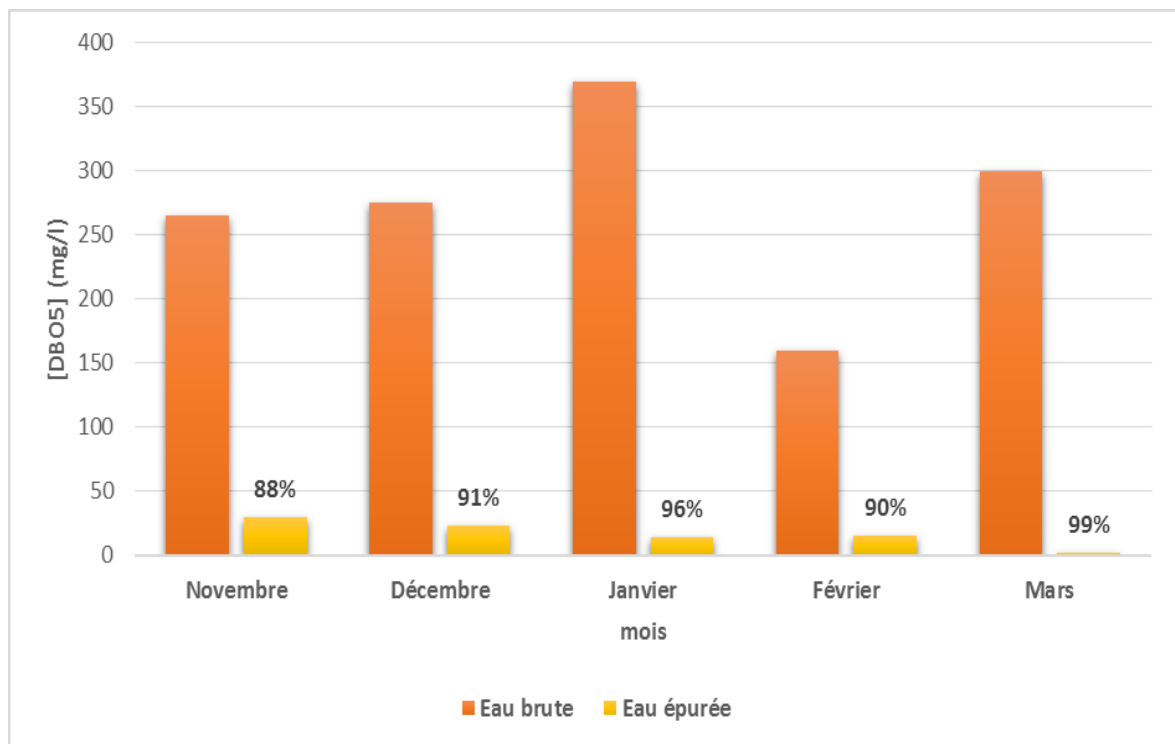
### 1.11. Demande biologique en oxygène DBO<sub>5</sub>

La figure n°36 montre l'évolution de la DBO<sub>5</sub> dans les eaux brutes et les eaux épurées entre novembre et mars.

Dans les eaux brutes la DBO<sub>5</sub> présente des valeurs minimales et maximales de 160 mg/l au mois de février et 370 mg/l au janvier respectivement.

Dans les eaux épurées, la DBO<sub>5</sub> est variable ; la valeur minimale était enregistrée au mois de mars avec 2 mg/l, alors que la valeur maximale était mesurée au mois de novembre étant 30 mg/l. Ce qui donne un rendement maximal de l'ordre de 99% au mois de mars.

Nos résultats sont similaires à ceux obtenus par **Djeddi (2006)**. Les valeurs de la DBO<sub>5</sub> enregistrées au sein de la station d'épuration d'Ibn Ziad varient de 168,75 mg/l à l'entrée vers 16,7 mg/l à la sortie.



**Figure n° 36 :** Evolution de la DBO<sub>5</sub> dans les eaux usées et les eaux épurées (STEP Oeud Athmania).

### 1.12. Le rapport DCO/DBO<sub>5</sub>

Le rapport DCO/DBO<sub>5</sub> donne une idée sur la biodégradabilité (Ouali, 2008). Les résultats sont enregistrés dans le tableau n°11.

**Tableau n° 11 : Le niveau de la biodégradabilité mensuel (STEP Oeud Athmania).**

| MOIS     | Type d'eau | DCO/DBO <sub>5</sub> | Biodégradabilité |
|----------|------------|----------------------|------------------|
| Novembre | EB         | 1.65                 | moyenne          |
|          | EE         | 1.6                  | moyenne          |
| Décembre | EB         | 1.43                 | moyenne          |
|          | EE         | 1.36                 | moyenne          |
| Janvier  | EB         | 1.98                 | moyenne          |
|          | EE         | 1.62                 | moyenne          |
| Février  | EB         | 1.56                 | moyenne          |
|          | EE         | 1.06                 | Bonne            |
| Mars     | EB         | 1.4                  | Moyenne          |
|          | EE         | 19                   | Faible           |

Ces valeurs montrent un niveau moyen de biodégradabilité durant la période de l'étude, exception faite au mois de février où le niveau de biodégradabilité est bon dans les eaux épurées et faible au mois de mars dans les eaux épurées.

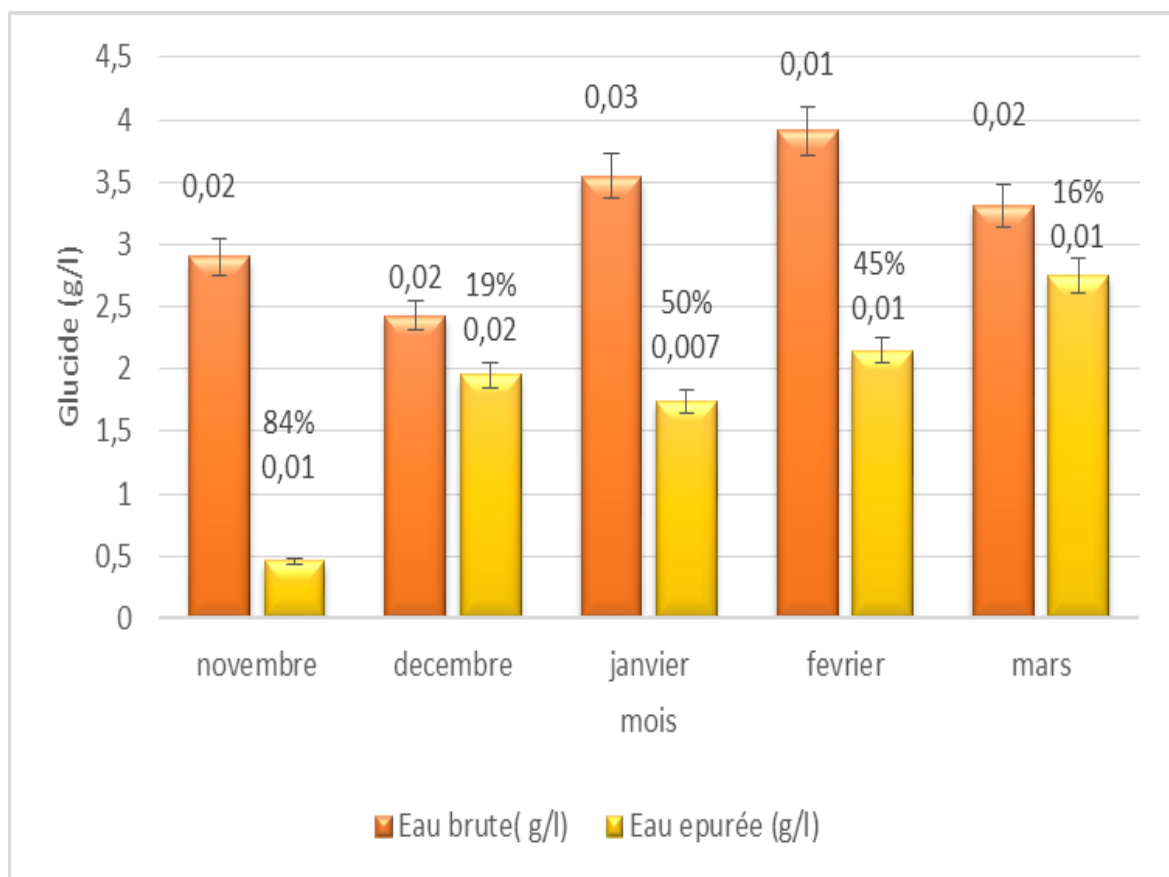
## 2. Paramètres biochimiques

### 2.1. Glucides

Les concentrations des glucides mesurées dans les eaux brutes et les eaux épurées pendant cinq mois sont présentées dans la figure n°37.

La concentration maximale des glucides dans les eaux brutes était enregistrée au mois de février (3.91g/l) alors que la concentration minimale était enregistrée au mois de décembre (2.43 g/l). De même, dans les eaux épurées la concentration maximale des glucides était enregistrée au mois de mars (2.95 g/l) alors que la concentration minimale était enregistrée au mois de novembre (0.46g/l).

Statistiquement, la diminution enregistré dans la concentration des glucides est non significative pendant les cinq mois de l'étude ( $p>0.05$ ). Nos résultats sont différents a ceux obtenus par **Chebta et Zeghilet (2014)** dans la station d'épuration de Sidi Merouane concernant le mois de janvier, mais sont similaires aux résultats du mois de février et mars.



**Figure n° 37 :** Evolution de la teneur en glucides dans les eaux usées et les eaux épurées (STEP Oeud Athmania).

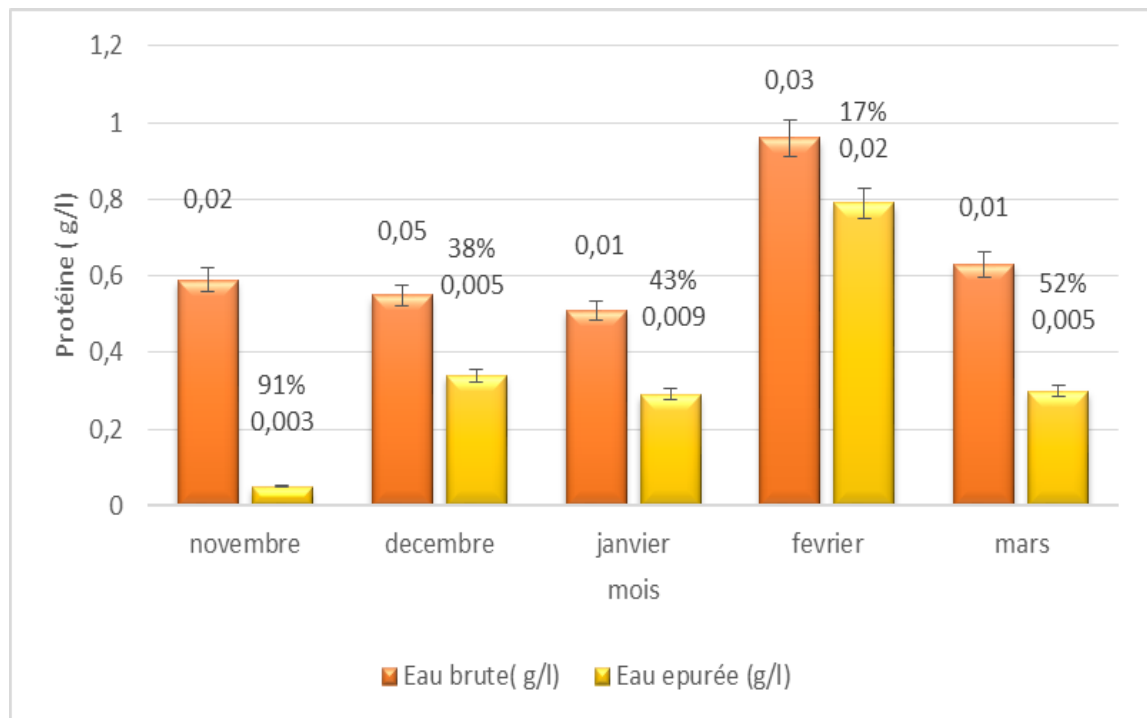
## 2.2. Protéines

Les concentrations des protéines mesurées dans les eaux brutes et les eaux épurées pendant cinq mois sont représentées dans la figure n°38.

La concentration maximale des protéines dans les eaux brutes était enregistrée au mois de février (0.96 g/l) alors que la concentration minimale était enregistrée au mois de janvier (0.51g/l). De même, dans les eaux épurées, la concentration maximale des protéines était enregistrée au mois de février 0.79g/l alors que la concentration minimale était enregistrée au mois de novembre (0.05 g/l).

Statistiquement, la diminution de la concentration des protéines, après l'épuration, est significative dans les trois mois novembre, janvier et février ( $p < 0.05$ ) et non significative dans les mois de décembre et mars ( $p > 0.05$ ). Nos résultats sont différents de ceux obtenus par **Chebta et Zeghilet (2014)** dans la station d'épuration de Sidi Merouane concernant le mois de janvier et février, mais sont similaires aux résultats du mois de mars.

Ces résultats montrent que les protéines et les glucides, qui constituent une partie de la matière organique soluble, n'étaient pas dégradé par la boue activé durant les cinq mois de l'étude, exception faite pour la concentration des protéines qui a diminué significativement le mois de novembre, janvier et février.



**Figure n°38 :** Evolution de la teneur en protéines dans les eaux usées et les eaux épurées (STEP Oeud Athmania).

### 3. Etude de la corrélation

**Tableau n°12 :** Matrice de corrélation entre les paramètres biochimiques et physicochimiques.

|                                   | <b>Protéine</b> | <b>Glucide</b> |
|-----------------------------------|-----------------|----------------|
| <b>Température</b>                | -0.300          | -0.163         |
| <b>pH</b>                         | 0.274           | 0.394*         |
| <b>MES</b>                        | 0.213           | 0.455**        |
| <b>Conductivité</b>               | 0.277           | <b>0.598**</b> |
| <b>NO<sub>2</sub><sup>-</sup></b> | <b>0.641**</b>  | <b>0.626**</b> |
| <b>NO<sub>3</sub><sup>-</sup></b> | 0.168           | <b>0.593**</b> |
| <b>NH<sub>3</sub><sup>+</sup></b> | 0.098           | 0.360*         |
| <b>PT</b>                         | 0.302           | <b>0.689**</b> |
| <b>PO<sub>4</sub><sup>+</sup></b> | 0.256           | <b>0.551**</b> |
| <b>DBO<sub>5</sub></b>            | 0.358*          | <b>0.604**</b> |
| <b>DCO</b>                        | 0.430**         | <b>0.610**</b> |

D'après la matrice de corrélation : coefficient de corrélation et test de significativité on peut déduire les relations suivantes :

- Une faible corrélation négative non significative entre la concentration des glucides et la température.
- Une faible corrélation positive significative entre la teneur en glucide et le pH et  $\text{NH}_3^+$ .
- Cette corrélation est hautement significative avec la teneur en MES.
- Enfin, la concentration des glucides présente une forte corrélation positive et hautement significative avec la conductivité, la teneur en nitrite et en nitrate, PT,  $\text{PO}_4$ , DCO,  $\text{DBO}_5$ . Ceci est probablement liée au fait que les microorganismes transforment la pollution organique biodégradable en composés inorganiques tels que  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{H}_2$  (**Pasquini, 2013**) au dépens des glucides .

La corrélation est positivement significative entre les glucides et pH, DCO,  $\text{NH}_3^+$ . Ceci peut être expliqué par le fait que l'activité métabolique est favorisée à des valeurs supérieures au pH neutre (**Bioma.co, 2006**)

La corrélation établie entre les glucides et la température, faible et négative pourrait s'expliquer par la diminution de l'activité métabolique des micro-organismes avec la baisse de la température du système (**Bioma.co, 2006**) et la plupart des réactions chimiques vitales sont ralenties voire arrêtées par un abaissement important de température (**Mizi, 2006**)

En ce qui concerne la concentration des protéines on constate :

- Une faible corrélation négative non significative avec la température.
- La teneur en protéine est corrélée d'une manière faible, positive et non significative avec le pH, MES, conductivité,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ , PT, DCO.
- La corrélation est positive et hautement significative avec la  $\text{DBO}_5$
- Enfin, la concentration des protéines présente une forte corrélation positive et hautement significative avec les  $\text{NO}_2^-$ . Ceci est dû au fait que la pollution azotée est contenue dans les protéines et l'urée (**Pasquini, 2013**)

La température est corrélée négativement et significativement avec les protéines. Ce résultat peut s'expliquer par l'influence de la température des eaux usées sur l'efficacité du procédé de traitement, par exemple, la décantation est plus efficace à des températures élevées (**Bioma.co, 2006**).

De plus, l'activité biologique prenant place lors du traitement décroît avec le froid, la vitesse de nitrification est très ralentie en dessous de  $10^\circ\text{C}$  (**Martin, 1979**)

La corrélation est positive et hautement significative avec la DBO<sub>5</sub> car l'augmentation des concentrations de la DBO<sub>5</sub> de l'eau brute et traitée respectivement est en relation avec la charge en matières organiques biodégradable (**Attab, 2011**).

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

Conclusion

La ville de MILA est exposée à la contrainte de fournir de l'eau à l'est algérien par sa situation en milieu à climat méditerranéen. Ceci pousse les autorités à penser au traitement des eaux usées, et ce pour son double avantage de protection des ressources hydriques souterraines et de production d'une nouvelle source d'eau qu'est l'eau usée traitée, et qui peut être réutilisée en agriculture.

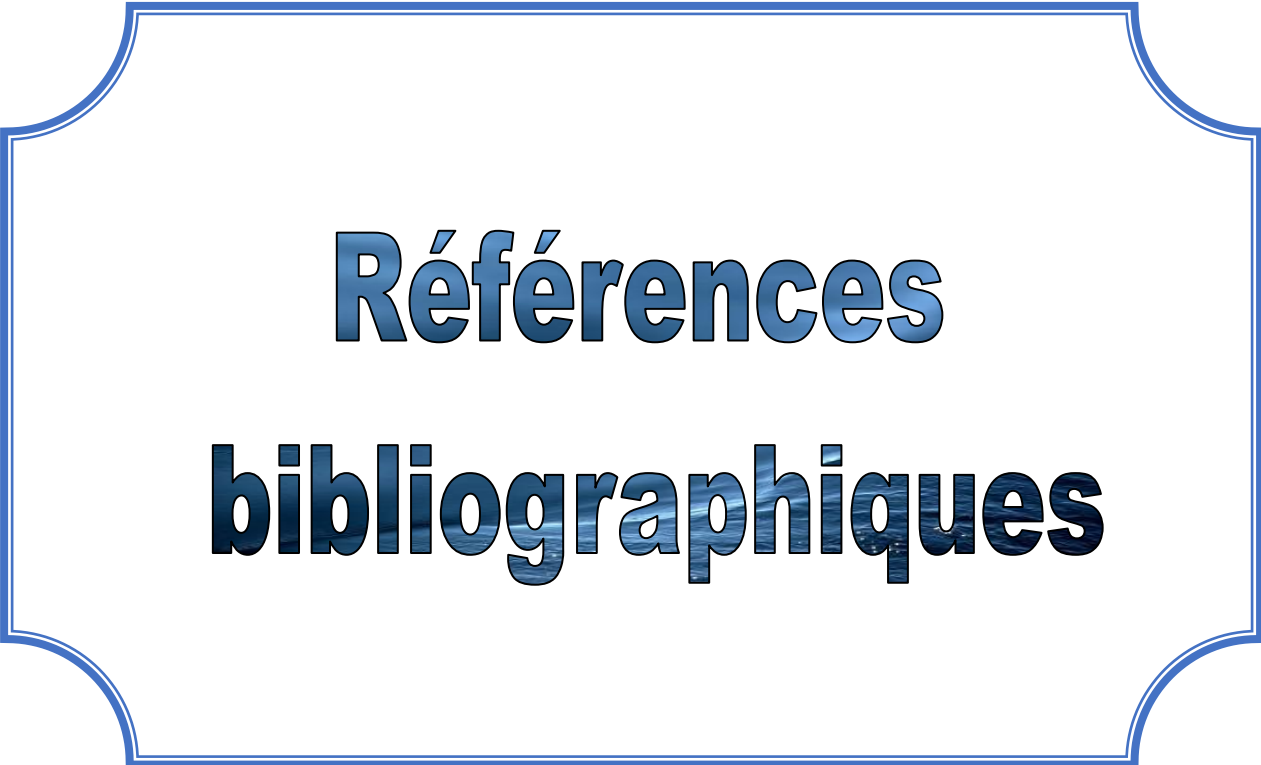
Ce travail a été réalisé dans la station d'épuration des eaux usées de la ville d'Oued Athmania. Il s'est donné pour objectif l'étude de la corrélation entre la qualité physico-chimique et biochimique de ces eaux usées après ses caractérisations en amont et en aval de la STEP.

Au terme de notre étude, et selon les résultats d'analyses effectuées, nous remarquons la grande différence entre les valeurs des paramètres physicochimiques des eaux épurées et celles des eaux usées. En fait les paramètres relatifs à la pollution organique (matières en suspension, demande chimique et biochimique en oxygène) diminuent largement après épuration. Cela reflète le degré d'efficacité de l'épuration biologique des eaux usées par boue activée. Tandis que, les teneurs des protéines et des glucides n'ont connu une grande réduction, exception faite pour la teneur des protéines pendant le mois de novembre, janvier et février où nous avons enregistré une diminution significative.

Les résultats d'analyses obtenus au cours des cinq mois d'expérimentation ont montrés une forte corrélation hautement significative entre la teneur en glucide et nitrite, nitrate, conductivité, PT, DBO<sub>5</sub>, DCO, orthophosphate. En outre, l'étude de ces paramètres avec les protéines a montré une forte corrélation hautement significatives seulement avec les nitrites et d'une manière significative avec DBO<sub>5</sub> et DCO.

Les eaux usées de la ville de Oued Athmania sont traitées puis rejetées dans l'oued Rhumel et par la suite le barrage de Beni Haroune en attendant leur utilisation dans le périmètre d'irrigation et leur potabilisation.

En perspectives, il serait très important de mener une étude s'étalant sur une plus longue période afin d'observer l'avènement des conditions de climat sur le fonctionnement de la STEP et de suivre la corrélation avec les autres paramètres biochimiques (lipides et acide nucléique).



# **Références bibliographiques**

**A**

- [01]-**Abert G., 1977** .Intoxication, maladie par agent physique, édition Technique Paris, Volume1.
- [02]-**Afee., 1974**. Pollution des eaux par l'agriculture et la sylviculture : actes du séminaire organisé par le comité des problèmes de l'eau de la Commission économique pour l'Europe des Nations Unies, (Vienne, octobre 1974).
- [03]-**Akpo Y.,2006** .Evaluation de la pollution des eaux usées domestiques collectées et traitées a la station d'épuration de camberene (Dakar).Memoire de diplome d'études approfondies de productions animales. Universite Cheikh Anta Diop De Dakar 10p.
- [04]-**Alinsafi.A., khemis.M., Pons.M.N., LeclercJ.P., Yaacoubi.A., Benhammou et Nedjmeddine.A., 2005**. Electro-coagulation of réactive textile dyes and textile wastewater, chemical engineering and processing 44.461-470.
- [05]-**Amira L et Chebbah R., 2014**. Evaluation des paramètres physico-chimiques des eaux usées dans la station d'épuration de Sidi Merouane (W-MILA). Mémoire de master en Biologie Appliqué et Environnement. Centre universitaire Abdelhafid Boussouf. P52-68
- [06]-**Amir S., 2005**. Contribution à la valorisation de boues de stations d'épuration par compostage : devenir des micropolluants métalliques et organiques et bilan humique du compost. Le titre de docteur de l'institut national polytechnique de Toulouse.p6
- [07]-**Anred., 1988**. La valorisation agricole des boues de la station d'épuration .Cahier technique.23.117p.
- [08]-**Arrignon J., 1976**. Aménagement écologique et piscale des eaux douce, Edition Gauthier-Villard, Paris, 320 P.
- [09]-**Asano T., 1998**. Wastewaterreclamation and reuse. Water quality management library, 1475 p.
- [10]-**Attab S., 2011**. Amélioration de la qualité microbiologique des eaux épurées par boues activées de la station d'épurations Haoud Berkaoui par l'utilisation d'un filtre a sable local. Mémoire de magister en microbiologie appliquée. Université Kasdi Merbah-Ouargla, 4-23
- [11]-**Aussel H., 2004**. Le traitement des eaux usées, institut national de recherche et de sécurité, p1, 2.
- [12]-**Avella vasquez A C ., 2010**. Substances polymériques extracellulaires dans les procédés de traitement des eaux usées. Thèse de doctorat. Université de Nancy.

**B**

- [13]-**Bassompierre C., 2007.** Procédé à boues activées pour le traitement d'effluents papetiers : de la conception d'un pilote à la validation de modèles. Thèse doctorat, institut national polytechnique de Grenoble, pp 25-42
- [14]-**Baumont S., Camard J.P ., Le franc A et Franconi A., 2005.** Réutilisation des eaux usées épurées : risques sanitaires et faisabilité en Ile de France, institut d'aménagement et d'urbanisme de la région Ile de France, p15-16.
- [15]-**Bernie F et Cordonnier J., 1991.**Traitement des eaux. TCHNIP. France. Novembre.
- [16]-**Bioma agro ecology co a,** Copyright 2006 Switzerland.
- [17]-**Botta A et Bellon L., 2001.** Pollution de l'eau et santé humaine. Laboratoire de biogénotoxicologie et mutagenèse environnementale. Université Euro- Méditerranée tehys.
- [18]-**Boudjedjou S et Boukriba R., R. 2014.** L'étude de la composition microbiologique de la boue activée de la station d'épuration des eaux usées de Sidi Merouane. Mémoire de Master.Centre universitaire Abdelhafid Bousouf –MILA.p10.
- [19]-**Bouziane M., 2000.** L'eau de la pénurie aux maladies, Edition Iben Khldoune, 247P.
- [20]-**Braun F., 2012.** Impact des communautés microbiennes sur la dynamique de dégradation de micropolluants organiques au sein d'écosystèmes épuratoires et sur l'expression de leur toxicité. Thèse de doctorat. Université montpellier II .p27

**C**

- [21]-**Charbonneau J., 1977.**Encyclopédie de l'écologie, Edition librairie Larousse, 471P.
- [22]-**Chebta K et Zeghilet H ., 2014.** L'analyse biochimique des eaux usées et des eaux épurées par la station d'épuration de Sidi Merouane. Mémoire de Master en Biochimie et microbiologie appliquée. Centre universitaire abdelhafid bousouf , P62-63

**D**

- [23]-**Degrement., 1978-** Mémento technique de l'eau, 1236p
- [24]-**Degremont., 1989.** Mémento technique de l'eau : vol. 1, 9ème édition. Edition Technique et Documentation Lavoisier, pp 592.
- [25]-**Degremont., 2005.**Mémento technique de l'eau. Tome 1, 2ème édition Cinquantenaire, Paris, pp 109-599.
- [26]-**De la Souchère MP., 2009.** L'eau en 150 questions. Ellipses Edition, France, 213 p.
- [27]-**Direction de l'environnement., 1990.** Les stations d'épuration d'effluents domestiques. Ed.Ministère de l'intérieur. 24p.

[28]-**Djeddi H., 2007.** L'utilisation des eaux d'une station d'épuration pour l'irrigation des essences forestières urbaines. Mémoire de Magistère en Ecologie et Environnement. Université Mentouri Constantine .p 98-102

[29]-**DSA. , 2013 :** Direction des services agricole de la wilaya de Mila.

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

[31]-**Duchene., 1990.** Amélioration du traitement de l'azote des effluents.

### ***E***

[32]-**Edeline F., 1997.**L'épuration biologique des eaux. Théorie et technologie Edition CEBEDOC.298p.

[33]-**Effebe K R., 2009.** Lagunage anaérobie : modélisation combinant la décantation primaire et la dégradation anaérobie. Thèse Doctorat. Université de Liège Campus d'ARLON, pp 7-9.

[34]-**El hachemi O., 2012.**Traitement des eaux usées par lagunage naturel en milieu désertique (oasis de figuig) : performances épuratoires et aspect phytoplanctonique.Thèse de doctorat en ecologie végétale. Université Mohammed Premier. p34

### ***F***

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

### ***G***

[36]-**Gamarasni M A., 1984.** Utilisation agricole des boues d'origines urbaines. Source. Paris (F.R).A F E E, 128p.

[37]-**Gomella C et Guerree H., 1983.** Les eaux usées dans les agglomérations urbaines ou rurales : le traitement.- 2<sup>e</sup> édition.- Paris : eyrolles.- 260 p.

[38]-**Guivarch A., 2001.**Valeur fertilisante à court terme du phosphore des boues de stations d'épuration urbaines. Thèse de Docteur de l'Institut National Polytechniques, en sciences agronomiques.275p.

[39]-**Guy A., 2003.** Les boues d'épuration Et leurs perspectives de gestion en Île-de-Francep136 3.rapport Adopté par le CESR.

### ***H***

[40]-**Haslay C et Leclerc H., 1993.** Microbiologie des eaux d'alimentation. Edition Techniques et documentations, Paris, pp 309-347.

**J**

- [41]-Jarde, E., Mansuy, L et Faure, P., 2003. Characterization of the macromolecular organic content of sewage sludges by thermally assisted hydrolysis and methylation-gas chromatography-mass spectrometer (THM-GC/MS). J. Anal. Appl. Pyrol., 68-69, 331-350.
- [42]-Jaroz J., 1985. Le traitement des boues des stations d'épuration, centre de formation et de documentation sur l'environnement industriel, Paris06-France.

**K**

- [43]-Koller E., 2004. Traitement des pollutions industrielles eau, air, sols, boues. Ed. Dunod. 424p.
- [44]-Karoune S., 2008. Effets des boues résiduelles sur le développement des semis du chêne liège (*Quercus suber* L.). Mémoire de magistère. Université Mentouri Constantine. p6-31

**L**

- [45]-Lacroix S., 2008. Étude des mécanismes physiologiques et moléculaires de la filamentation de *Sphaerotilus natans*, bactérie modèle du foisonnement invasif en boues activées. L'Institut des Sciences et Industries du Vivant et de l'Environnement (agroParisTech), P 35-39
- [46]-Ladjet F et Boucheref S., 2011. Exploitation d'une STEP à boues activées niveau II, ministère de formation aux métiers de l'assainissement, p5, 10 ,12.
- [47]-Larkem F et Bacel S., 2005. Traitements des eaux usées "effluents" de la raffinerie de SKIKDA. Mémoire d'ingénieur. Université de Constantine
- [48]-Lehyaric R., 2009. Caractérisation, traitabilité et valorisation des refus de dégrillage des stations d'épurations. Thèse Doctorat de l'Institut National des Sciences appliquées de Lyon, pp 30-34
- [49]-Lourenco da silva M D C., 2008. Effet de la variabilité du fractionnement de la pollution carbonée sur le comportement des systèmes de Traitement des eaux usées par boues actiées. Thèse de doctorat, université de nancy. p15,16
- [50]-Lowry O H., Rosebrough N J., Lewis Farr A et Randall R J. 1951. Protein measurement with folin phenol reagent. Washington university school of medicine .p 265-275.

**M**

- [51]-Madigan M et Martinko J., 2007. Biologie des microorganismes. 11ème édition, Pearson/éducation, Paris, pp 918-932.

- [52]-**Martin G., 1979.** Le problème de l'azote dans les eaux. Ed technique et documentation, Paris, 279p.
- [53]-**Mathian R., 1986.** Les procédés physico-chimiques d'épuration des eaux usées urbaines. I.R.C.H.A, documents techniques.
- [54]-**Mechati F., 2006.** Etude des paramètres physico-chimique avant et après traitements des rejets liquides de la raffinerie de Skikda. Mémoire de magister. Université de 20 aout 1955.
- [55]-**Mekhalif F, 2009.** Réutilisation des eaux résiduaires industrielles épurées comme eau d'appoint dans un circuit de refroidissement. Mémoire de Magister. L'Université du 20 Août 1955 SKIKDA, p
- [56]-**Metahri M S., 2012.** Elimination simultanée de la pollution azotée et phosphatée des eaux usées traitées, par des procédés mixtes .cas de la STEP est de la ville de Tizi-Ouzou.Thèse De Doctorat. Université de Mouloud Mammeri De Tizi-Ouzou.7-31
- [57]-**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. Annaba.p 34-42

**N**

- [58]-**N'diaye A D, Kankou M O S A, Baidy LO et Ibno Namr K., 2011.** Etude de la qualité physicochimique des eaux usées brutes de la ville de Nouakchott. La science en liberté .2-12.
- [59]-**Nsom zamo A. C., 2003.** Pollution par les eaux usées : Analyse parasitologique des eaux usées brutes et des cultures maraîchères, étude de la viabilité des helminthes et évaluation du risque sanitaire humain dans la région du Gharb (Kénitra). Thèse de Doctorat de Parasitologie : Kénitra ; p152.

**O**

- [60]-**Ouali M.S., 2001.** Cours de procédé unitaires biologiques et traitement des eaux office des publications universitaires Alger, p12
- [61]-**Ouali M.S., 2008.** Cours de procédés unitaires biologiques et traitement des eaux ,2<sup>ème</sup> édition, Ben Aknoun, Alger, p 31,32

**P**

- [62]-**Paing J., 2001.** Bilan du carbone et du soufre dans le lagunage anaérobie : contrôle de l'émission d'H<sub>2</sub>S pour la réduction des nuisances olfactives. Thèse Doctorat, Université Montpellier I, pp 255.

[63]-**Pasquini L., 2013.** Micropolluants issus de l'activité domestique dans les eaux urbaines et leur devenir en station d'épuration. Thèse de doctorat en Géosciences. Université de Lorraine. France. P8.

[64]-**Pisson C., 2000.** Impacte de l'épandage agricole des boues résiduares urbaines sur la qualité des productions céréalières en particulière en particulier sur l'aspect des éléments traces métalliques. Mémoire d'Ingéniorat en Génie Sanitaires. L'Ecole de la Santé Publique .p46.

[65]-**Poulenc R., 1995.** Manuel environnement à l'usage des industriels, édition AFNOR.

[66]-**Prescott., Harley et Klein., 2007.** Microbiologie. 2ème Edition de Boeck, Paris, pp 837-855.

### R

[67]-**Radoux M., 1995.** Qualité et traitement des eaux. Fondation Universitaire Luxembourgeoise, Station expérimentale de Viville. Bruxelles : FUL.- 153 p.

[68]-**Ramad F., 1982.** Elément d'écologie, Ecologie appliquée, Edition MC Gaw-Hill, Paris , 452P.

[69]-**Regsek F., 2002.** Analyse des eaux, aspect réglementaire et techniques, Edition scrérén CRDPA quitaine ; Bordeaux.

[70]-**Rodier J et al., 1996 .** L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduares, eau de mer. 8ème édition. DUNOD. PARIS.

### S

[71]-**Saggaï M M., 2004.** Contribution à l'étude d'un système d'épuration à plantes macrophytes pour les eaux usées de la ville de Ouargla. Mémoire de magister. Université de Ouargla, P 5.

[72]-**Salghi R., 2006.** Différentes filières de traitements des eaux. Cours. Ecole nationale des sciences appliquées d'AGADIR. Université Iben Zohir. Maroc.

[73]-**Singh K.P., Mohan D., Sinha S et 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.

### V

[74]-**Vandermeersch S., 2006.** Etude comparative de l'efficacité des traitements d'épuration des eaux usées pour l'élimination des micro-organismes pathogènes. Diplôme d'Etudes Spécialisées en Gestion de l'Environnement. Université Libre de Bruxelles. p 4-5.

[75]-**Vilagines R., 2003.** Eau environnement et santé publique – introduction à l'hydraulique. 2ème édition. Edition Tec et Doc, Paris.

**W**

[76]-**Werther J et Ogada T., 1999.** Sewage sludge combustion. Progress in Energy and Combustion Science, 25, 55–116.

**X**

[77]-**Xanthoulis D., 1993.** Valorisation agronomique des eaux usées des industries agroalimentaires. Tribune de l'eau n° 563/3. Ed. CEBEDOC. p 27-32.

**Z**

[78]-**Zongo I., 2009.** Etude expérimentale et théorique du procédé d'électrocoagulation : application au traitement de deux effluents textiles et d'un effluent simulé de tannerie. Thèse de doctorat. Université de Nancy. P5.

**Site internet**

[01]-**<http://www.hc-sc.gc.ca>** : site Internet du ministère de la Santé du Canada

# Annexes

**Annexe 01 : Organisation de station d'épuration à boues activée d'Oued Athmania.**

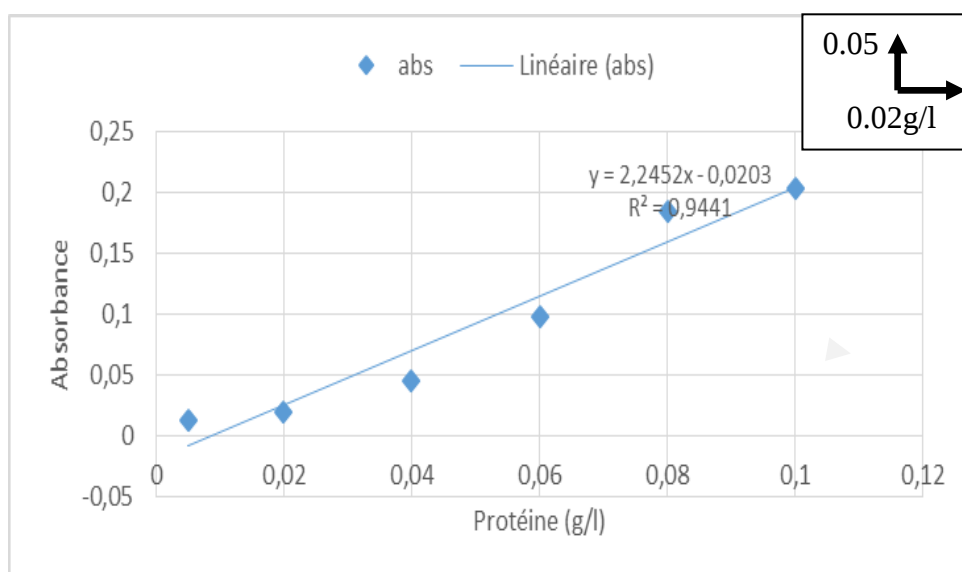
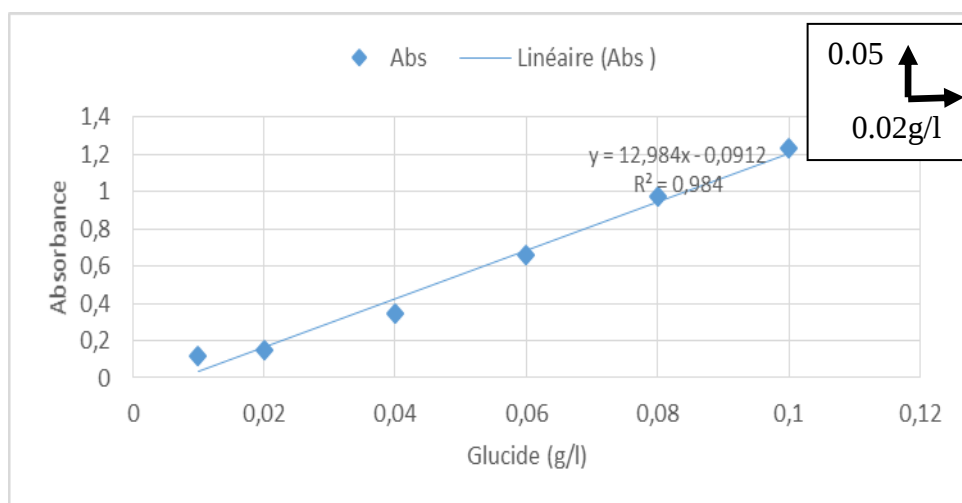


**Annexe 02 : Le rapport DCO/DBO5 et la biodégradabilité (Ouali, 2008).**

| DCO/DBO5 | Valeur      | Biodégradabilité         |
|----------|-------------|--------------------------|
| DCO/DBO5 | ~ 1         | Bonne biodégradabilité   |
| DCO/DBO5 | ~ 1,5 à 2,0 | Biodégradabilité moyenne |
| DCO/DBO5 | - 3,0 à 4,0 | Biodégradabilité faible  |

**Annexe 03 : Le rendement de la STEP est calculé ci-dessous :**

$$R = \frac{\text{Entrée} - \text{sortie}}{\text{Entrée}} * 100 = ..\%$$

**Annexe 04 :** Les courbes d'étalonnages des glucides et des protéines.

**Annexe 05 :** Les méthodes colorimétriques existantes pour le dosage des protéines (Dubois et *al.*, 1956).

| Méthode                                                                     | Avantage                                                                           | Inconvénients                                                                                               |
|-----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Méthode de Lowry et al (1951)<br>(réaction de biuret)                       | Capable de mesurer des composés contenant au moins deux liaisons peptidiques.      | sensibilité faible (méthode non conseillée dans le cas des eaux peu chargées)                               |
| Méthode de Bradford et al (1976)<br>Réaction utilisent le bleu de coomassie | - rapidité de la méthode<br>-Pas d'interférence avec d'autres composés organiques. | -réactivité différente pour les différents types de protéines.<br>-Interférence avec des détergents.        |
| Méthode de l'acide bicinchonique<br>BCA (Smith et al. 1985)                 | -Sensibilité importante                                                            | -Très sensible aux saccharides<br>-Les différentes protéines ont des réponses spectroscopiques différentes. |

## Résumé

L'objectif de notre travail est de déterminer la corrélation entre les paramètres physicochimiques et biochimiques (protéines, glucides) des eaux usées de la station d'épuration des eaux usées à boue activée de Oued Athmania, localisée dans la wilaya de Mila. Cette STEP rejette les eaux épurées à Oued Rumel qui aboutit au barrage de Béni Haroune considéré comme étant une source importante d'eau dans la région. Les résultats, basés principalement sur les dosages permettent de confirmer un niveau moyen de pollution et un taux d'abattement acceptable les résultats révèlent aussi la présence des fortes corrélations hautement singificative entre la teneur en glucide et nitrite, nitrate, conductivité, PT, DBO5, DCO, orthophosphate. En outre, l'étude de ces paramètres avec les protéines a montré une forte corrélation hautement significative seulement avec les nitrites.

**Mots clés :** Corrélation. Epuration, Paramètres physicochimiques, Paramètres biochimiques, STEP d'Oued Athmania.

## Abstract

The objective of our work was to determine the corrélation between physicochemical and biochemical parameters (proteins, carbohydrates) of wastewater rejected by the épuration station of Oued Athmania, located in the wilaya of Mila. This STEP rejects the treated water in Oued Rumel then in the dam Beni Haroune which is considered as an important source of water in the region. The results, based primarily on the assays used to confirm an average level of pollution and an acceptable turnover rate results also reveal the presence of highly singificative strong correlations between the content of carbohydrate and nitrite, nitrate, conductivity, PT, DBO5, DCO, orthophosphate. In addition, the study of these paramètres with proteins showed a strong highly significant corrélation only with nitrites.

**Keywords :** Corrélation, épuration, Physicochemical paramètres, Biochemical paramètres, STEP of Oued Athmania.

## ملخص

الهدف من عملنا هو تحديد الارتباط بين العوامل الفيزيائية الكيميائية والحيوية (البروتينات والكربوهيدرات) لمياه الصرف الصحي لمحطة التصفية لوادي العثمانية التي تقع في ولاية ميلة. هذه المحطة ترمي المياه المصفاة في واد الرمال الذي يصب بسد بنى هارون الذي يعتبر مصدرا هاما من مصادر المياه في المنطقة. النتائج تستند في المقام الأول على المعايرة للتأكد من وجود مستوى متوسط من التلوث ونسبة انخفاض مقبولة وهذه النتائج تظهر ارتباطات قوية للغاية بين محتوى الكربوهيدرات والنترت و النترات، والناقلية، PT، DBO5، DCO، الفوسفاتية. بالإضافة إلى ذلك، أظهرت دراسة هذه العوامل مع البروتينات وجود علاقة عالية وقوية فقط مع النترت وبشكل كبير مع DBO5 و DCO.

الكلمات المفتاحية: الارتباط، التصفية، القياسات الفيزيائية، القياسات البيو كيميائية، محطة التصفية واد العثمانية .