

*République Algérienne Démocratique et Populaire.*  
*Ministère de L'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique.*  
*Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou.*  
*Faculté des Sciences Biologiques et Sciences Agronomiques.*  
*Département Des Sciences Agronomiques.*



## *Mémoire de fin de cycle*

**En vue d'obtention du diplôme de MASTER.**  
*Spécialité : Traitement et valorisation des ressources hydriques.*

### *Thème*

*Contrôle du rendement épuratoire de la station  
d'épuration de Baraki « ALGER »*

***Présenté par:***

M<sup>elle</sup>. BOUBEKKI Thinhinan.

M<sup>elle</sup>. BOUDJEMA Hayat.

***Soutenu publiquement, devant le jury d'examen composé de :***

|                               |                         |           |                |
|-------------------------------|-------------------------|-----------|----------------|
| M. MERIDJA.S                  | Maître de conférences B | U.M.M.T.O | Président.     |
| M. METAHRI.M <sup>ed</sup> .S | Maître de conférences B | U.M.M.T.O | Promoteur.     |
| M <sup>me</sup> . BERROUANE.N | Chargé de cours         | U.M.M.T.O | Co-promotrice. |
| M. BERRADJ.O                  | Maître assistant A      | U.M.M.T.O | Examineur.     |

***Promotion : 2015-2016***

## ***REMERCIEMENTS***

Ce travail a été réalisé au laboratoire de la SEAAL à la station d'épuration de Baraki ALGER.

Nous tenons à exprimer nos plus vifs remerciements à monsieur METAHRI MS, notre promoteur qui nous a fait l'honneur de diriger ce travail de fin d'études.

Nous tenons également à exprimer nos vifs remerciements à notre Co-promotrice madame BERROUANE N, pour sa réactivité, sa disponibilité et ses conseils concernant les orientations de notre mémoire.

Nous voudrions également adresser nos plus sincères remerciements aux membres du service d'accueil « SEAAL » :

Madame IKHLEF N, chef de centre du groupe SEAAL de la station d'épuration de Baraki.

Madame BOUHALOUANE Y, ingénieur de laboratoire de la station de Baraki.

Nous tenons également à exprimer nos sincères remerciements aux égards des membres de jury pour avoir accepté d'examiner et de juger ce travail:

Monsieur MERIDJA.S, Maître de conférences B à l'Université Mouloud Mammeri de TIZI-OUZOU.

Monsieur BERRADJ.O, Maître assistant A à l'Université Mouloud Mammeri de TIZI-OUZOU.

Enfin, nous remercions tous ceux qui nous ont aidés de près ou de loin à réaliser ce modeste travail.

*MERCI A TOUS*

# Dédicaces



Je remercie tout d'abord le bon DIEU tout puissant qui m'a donné la force  
et le courage pour terminer ce travail.

Je dédie ce modeste travail à :

Mon très cher père *KACI*, qui sans lui je ne serais pas arrivée jusqu'ici, qui m'a toujours encouragée,  
conseillée et soutenue dans mon travail. A ma très chère et douce mère *FAROUDJA* pour m'avoir mise au  
monde et pour m'avoir accompagnée tout le long de ma vie.

Ma très chère sœur *MERIEM*. Mes chers frères : *HAKIM* et sa fiancée *LAMIA*, *HACENE* et sa  
femme *JEANNE-MARIE*.

A la personne qui m'a toujours aidée et encouragée, qui était toujours à mes côtés, mon cher  
*BRAHIM* et sa famille « *BOUSBAINE* ».

A ma cousine *SABRINA*, son mari et ses adorables filles « *KENZA* et *YASMINE* ». Ainsi toute ma  
famille « *BOUDJEMA* ».

A toutes les personnes que je porte dans mon cœur, mes très chers amis (es) :

Mes adorables amies *DJURA* et *LAMIA* avec qui j'ai partagée tous les moments, merci de m'avoir  
soutenue et encouragée.

*SAID* et sa femme *DALIA* ainsi toute sa famille « *FERHATI* ».

*KARIM* et sa femme *MARION*.

*MELHA*, *FATMA*, *WISSAM*, *ANIA*, *TAOUES*, *NAWEL*, *SARAH*, *DYHIA*.

*DJILALI*, *MASSI*, *FERHAT*, *NOURRDINNE* sans oublier *MOHAMED AMINE*.

A mon binôme *BOUBEKKI THINHINAN* et sa famille.



*HAYAT...* 

# Dédicaces



Je remercie d'abord le bon dieu tout puissant qui m'a donné, la force  
et le courage pour terminer ce travail.

Je dédie ce modeste travail au deux personnes que j'aime le plus dans la vie, ma raison de vivre qui méritent tout le respect du monde qu'ils trouvent ici le témoignage de mon profond amour et mon dévouement infini :

Ma mère, *TAOUS* source de compassion et de tendresse, l'exemple de patience et de sacrifice, la raison de mon existence et le support de ma vie ;

Mon très cher père, *HOCINE* l'homme le plus parfait dans le monde, mon grand exemple et le secret de ma réussite ;

Que DIEU les protège et leur réserve une longue vie pleine de bonheur et de santé.

A mon très cher frère : *YANIS (MOHAND)*

A ma très chère sœur : *DYHIA*

A mes meilleurs amis surtout : *LILIA, LYNDA, DJOHRA, RADIA, HASSIBA, NINANE, ASMA*, avec  
qui j'ai passée tous les bons et les mauvais moments.

A mon binôme : *HAYAT et sa famille.*

A mes voisines : *HAYAT, NAWAL, FAZIA, FARROUDJA.*

A toute la promo de TVRH en particulier : *ZAHIA, DJODJA, SALIHA, DYHIA, ZINEB, LILIA,*  
*TAMAZOUZT.*

A tous ceux qui sont proches de mon cœur et dont je n'ai pas cité leur nom.



*THINHINAN...* 

# ***SOMMAIRE***

**Liste des abréviations.**

**Liste des figures.**

**Liste des tableaux.**

|                             |    |
|-----------------------------|----|
| Introduction générale ..... | 01 |
|-----------------------------|----|

## ***PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE***

### ***Chapitre I : Eaux usées.***

|   |   |
|---|---|
| Introduction.....                                   | 2 |
| 1. Définition des eaux usées.....                   | 2 |
| 2. Origine des eaux usées.....                      | 2 |
| 2.1. Eaux d'origine domestique .....                | 2 |
| 2.2. Eaux d'origine industrielle .....              | 2 |
| 2.3. Eaux d'origine agricole.....                   | 2 |
| 2.4. Eaux de ruissellement .....                    | 3 |
| 3. Réseaux d'assainissements .....                  | 3 |
| 3.1. Réseau unitaire (tout à l'égout) .....         | 3 |
| 3.2. Réseau séparatif.....                          | 4 |
| 3.3. Réseau pseudo-séparatif.....                   | 4 |
| 4. Pollution de l'eau.....                          | 4 |
| 4.1. Définition .....                               | 4 |
| 4.2. Les types de pollution .....                   | 5 |
| 4.2.1. La pollution physique .....                  | 5 |
| 4.2.2. La pollution chimique.....                   | 5 |
| 4.2.3. La pollution microbiologique.....            | 5 |
| 4.2.4. La pollution organique.....                  | 5 |
| 5. Paramètre des eaux usées.....                    | 6 |
| 5.1. Paramètres physico-chimiques .....             | 6 |
| 5.1.1. Température.....                             | 6 |
| 5.1.2. Potentiel d'hydrogène (pH).....              | 6 |
| 5.1.3. Conductivité électrique .....                | 6 |
| 5.1.4. Turbidité.....                               | 6 |
| 5.1.5. Matières en suspension (MES).....            | 7 |
| 5.1.6. Matières volatiles en suspension (MVS) ..... | 7 |
| 5.1.7. Matières minérales sèches (MMS) .....        | 7 |
| 5.1.8. Demande biochimique en oxygène (DBO) .....   | 7 |

|  |   |
|--|---|
| 5.1.9. Demande chimique en oxygène (DCO) .....           | 7 |
| 5.1.10. Carbone total organique (COT) .....              | 8 |
| 5.1.11. Teneurs en azote et en phosphore .....           | 8 |
| 5.2. Paramètres biologiques .....                        | 8 |
| 5.2.1. Bactérie .....                                    | 8 |
| 5.2.2. Helminthe .....                                   | 8 |
| 5.2.3. Virus .....                                       | 8 |
| 5.2.4. Protozoaire .....                                 | 8 |
| 6. Notion d'équivalent habitant (EH) .....               | 9 |
| 7. Normes de rejet .....                                 | 9 |
| 7.1. Normes OMS .....                                    | 9 |
| 7.2. Les normes algériennes de rejet des effluents ..... | 9 |

## *Chapitre II : Les procédés d'épuration des eaux usées.*

|   |    |
|---|----|
| Introduction .....                                | 11 |
| 1. Prétraitement .....                            | 11 |
| 1.1. Dégrillage .....                             | 11 |
| 1.2. Dessablage .....                             | 11 |
| 1.3. Déshuilage-Dégraissage .....                 | 11 |
| 1.4. Tamisage .....                               | 12 |
| 2. Traitement primaire .....                      | 12 |
| 2.1. Décantation physique .....                   | 12 |
| 2.2. Coagulation-floculation .....                | 12 |
| 2.3. Filtration .....                             | 13 |
| 2.4. Flottation .....                             | 13 |
| 3. Traitement secondaire .....                    | 13 |
| 3.1. Cultures libres .....                        | 13 |
| 3.1.1. Procédés intensifs .....                   | 13 |
| 3.1.2. Procédés extensifs .....                   | 15 |
| 3.2. Cultures fixées .....                        | 16 |
| 3.2.1. Procédé intensif .....                     | 16 |
| 3.2.2. Procédés extensifs .....                   | 16 |
| 4. Traitement tertiaire (complémentaire) .....    | 18 |
| 4.1. Elimination de l'azote et du phosphore ..... | 18 |
| 4.1.1. Elimination de l'azote .....               | 18 |
| 4.1.2. Elimination de du phosphore .....          | 19 |
| 4.2. Désinfection .....                           | 19 |
| 5. Traitement des boues .....                     | 20 |
| 5.1. Stabilisation .....                          | 20 |
| 5.2. Épaississement .....                         | 20 |
| 5.3. Déshydratation .....                         | 20 |
| 5.4. Séchage .....                                | 21 |

## ***Chapitre III : Epuration des eaux usées par les boues activées.***

|  |    |
|--|----|
| Introduction.....  | 22 |
| 1. Méthode de dimensionnement .....                            | 22 |
| 2. Composants d'une station d'épuration à boues activées ..... | 22 |
| 3. Paramètres de fonctionnement des stations à boues .....     | 23 |
| 3.1. Charge volumique.....                                     | 23 |
| 3.2. Charge massique.....                                      | 23 |
| 3.3. Âge des boues.....  | 24 |
| 3.4. Indice de mohlman .....                                   | 24 |
| 3.5. Indice de boue .....                                      | 24 |
| 4. Décantabilité des boues .....                               | 24 |
| 5. Aération dans les bassins à boues activées .....            | 24 |
| 6. Paramètres influençant les bassins à boues activées .....   | 25 |
| 6.1. Effet de la température.....                              | 25 |
| 6.2. Effet du pH.....  | 25 |
| 6.3. Effet de quelques toxiques .....                          | 25 |
| 7. Micro-organismes des boues activées .....                   | 25 |
| 7.1. La microflore.....  | 25 |
| 7.2. La microfaune.....  | 26 |

## ***PARTIE EXPERIMENTALE***

### ***Chapitre I : Présentation de la station d'épuration de BARAKI « ALGER ».***

|   |    |
|---|----|
| 1. Présentation de l'organisme d'accueil « SEAAL ».....     | 27 |
| 1.1. Historique.....  | 27 |
| 1.2. Présentation de la SEAAL .....                         | 27 |
| 2. Présentation de la station d'épuration de BARAKI .....   | 27 |
| 3. Fonctionnement de la station d'épuration de BARAKI ..... | 29 |
| 3.1. Filière eau.....                                       | 30 |
| 3.1.1. Relevage de l'eau.....                               | 30 |
| 3.1.2. Prétraitement.....                                   | 30 |
| 3.1.3. Décanteur primaire .....                             | 31 |
| 3.1.4. Traitement secondaire.....                           | 32 |
| 3.2. Filière boues .....                                    | 34 |
| 3.2.1. Epaissement.....                                     | 34 |
| 3.2.2. Digestion anaérobie .....                            | 34 |
| 3.2.3. Déshydratation.....                                  | 35 |

## ***Chapitre II : Matériels et méthodes.***

|  |    |
|--|----|
| 1. Prélèvement.....                                | 36 |
| 2. Echantillonnage .....                           | 36 |
| 2.1. Filière eau.....                              | 36 |
| 2.2. Filière boue.....                             | 36 |
| 3. Appareils de mesures .....                      | 36 |
| 4. Protocole des analyses .....                    | 37 |
| 4.1. Filière eau :.....                            | 37 |
| 4.1.1. Mesure du pH .....                          | 37 |
| 4.1.2. Mesure de Température.....                  | 37 |
| 4.1.3. Mesure de la conductivité .....             | 38 |
| 4.1.4. Mesure des MES :.....                       | 38 |
| 4.1.5. Mesure de la DBO <sub>5</sub> .....         | 39 |
| 4.1.6. Mesure de la DCO .....                      | 40 |
| 4.1.7. Mesure de l'azote total.....                | 41 |
| 4.1.8. Mesure de phosphore .....                   | 41 |
| 4.1.9. Mesure de l'ammonium : .....                | 41 |
| 4.1.10. Mesure de nitrite .....                    | 42 |
| 4.1.11. Mesure de nitrate .....                    | 42 |
| 4.2. Filière boues .....                           | 42 |
| 4.2.1. Test de décantation D <sub>30</sub> : ..... | 42 |
| 4.2.2. Détermination des MES .....                 | 43 |
| 4.2.3. Mesure de la matière sèche .....            | 44 |
| 4.2.4. Mesure de la matière volatile (MVS).....    | 44 |

## ***Chapitre III : Résultats et discussion.***

|   |    |
|---|----|
| 1. Filière eau.....   | 45 |
| 1.1. Potentiel hydrogène (pH).....                                      | 45 |
| 1.2. Température (T).....   | 46 |
| 1.3. Conductivité électrique .....                                      | 46 |
| 1.4. Matière en suspension (MES) .....                                  | 47 |
| 1.5. Demande biochimique en oxygène à 5 jours (DBO <sub>5</sub> ) ..... | 49 |
| 1.6. Demande chimique en oxygène (DCO) .....                            | 50 |
| 1.7. Azote total (N <sub>t</sub> ) .....                                | 52 |
| 1.8. Ammonium (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ).....                      | 53 |
| 1.9. Nitrite (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> ).....                       | 53 |
| 1.10. Nitrate (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) .....                     | 54 |
| 1.11. Phosphore total (P <sub>t</sub> ).....                            | 55 |
| 2. Filière boue.....  | 56 |
| 2.1. Test de décantation D <sub>30</sub> .....                          | 56 |
| 2.2. Matière en suspension (MES) .....                                  | 56 |

|   |    |
|---|----|
| 2.3. Matière sèche (MS).....            | 57 |
| 2.4. Matière volatile sèche (MVS) ..... | 58 |
| Conclusion générale .....               | 59 |

**Références bibliographiques**

**Annexes**

**Résumé**

## *Liste des abréviations*

**ADE:** Algérienne Des Eaux.  
**Avr :** Avril.  
**BA:** Boue activée.  
**BD:** Boue déshydratée.  
**BE:** Boue épaissie.  
**BP:** Boue primaire.  
**BR:** Boue de retour.  
**BS :** Boue digérée.  
**Ce :** Conductivité électrique.  
**C<sub>m</sub> :** Charge massique.  
**COT :** Carbone total organique.  
**C<sub>v</sub>:** Charge volumique.  
**D<sub>30</sub> :** Test de décantation.  
**DBO:** Demande biochimique en oxygène.  
**DCO:** Demande chimique en oxygène.  
**EB:** Eau brute.  
**ED:** Eau décantée.  
**EE:** Eau épurée.  
**Eq/hab:** Equivalent habitat.  
**ERI:** Eau résiduaire industrielle.  
**ERU:** Eau résiduaire urbaine.  
**IB:** Indice de boue.  
**IM:** Indice mohلمان.  
**JORAD:** Journal Officiel de la République Algérienne.  
**MA :** Matière azotée.  
**MES :** Matière en suspension.  
**MMS :** Matière minérale sèche.  
**MO :** Matière organique.  
**MP :** Matière phosphorée.  
**MS :** Matière sèche.  
**MVS :** Matière volatile sèche.  
**N<sub>org</sub> :** Azote organique.  
**N<sub>t</sub> :** Azote total.  
**NTU :** Turbidités usuelles (Nephelometric turbidity unit).  
**OMS :** Organisation Mondiale de la Santé.  
**ONA:** Office National de l'Assainissement.  
**PE:** Polyéthylènes (Thermoplaste).  
**pH :** Potentiel d'hydrogène.  
**PR:** Poste de relevage.  
**P<sub>t</sub>:** Phosphore total.  
**PVC:** Chlorure de polyvinyle.  
**RN8:** Route nationale numéro 8.  
**SEAAL:** Société des Eau et d'Assainissement d'Alger.  
**STEP:** Station d'épuration.  
**T:** Température.  
**UV:** Ultraviolet.  
**V:** Volume.

## *Liste des figures*

### ***PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE***

|  |    |
|--|----|
| <b>Figure 01</b> : Exemple d'application de la coagulation floculation .....                 | 12 |
| <b>Figure 02</b> : Schéma de la filière lits bactériens .....                                | 14 |
| <b>Figure 03</b> : Schéma de la filière disques biologiques .....                            | 15 |
| <b>Figure 04</b> : Schéma de la filière filtre planté vertical .....                         | 17 |
| <b>Figure 05</b> : Schéma de la filière filtre planté horizontal .....                       | 18 |
| <b>Figure 06</b> : Schéma d'une station d'épuration par boues activées moyennes charge ..... | 23 |

### ***PARTIE EXPERIMENTALE***

|  |    |
|--|----|
| <b>Figure 07</b> : Localisation satellite de la STEP de BARAKI .....   | 28 |
| <b>Figure 08</b> : L'arrivée des eaux usées .....  | 30 |
| <b>Figure 09</b> : Vis d'Archimède.....  | 30 |
| <b>Figure 10</b> : Dessableur/Déshuileur .....   | 31 |
| <b>Figure 11</b> : Décanteur primaire .....  | 32 |
| <b>Figure 12</b> : Bassins d'aérations .....   | 33 |
| <b>Figure 13</b> : clarificateurs .....  | 33 |
| <b>Figure 14</b> : Epaissement.....  | 34 |
| <b>Figure 15</b> : Digesteur .....   | 35 |
| <b>Figure 16</b> : Matériel utilisé pour déterminer les MES .....  | 39 |
| <b>Figure 17</b> : OXITOP et l'incubateur.....   | 40 |
| <b>Figure 18</b> : Matériels utilisés pour déterminer la DCO .....   | 40 |
| <b>Figure 19</b> : Mesure du D <sub>30</sub> .....   | 43 |
| <b>Figure 20</b> : Matériels utilisés pour la centrifugation .....   | 43 |
| <b>Figure 21</b> : Variation du pH à l'entrée et la sortie de la STEP de BARAKI .....                        | 45 |
| <b>Figure 22</b> : Variation de la température à l'entrée et la sortie de la STEP de BARAKI.....             | 46 |
| <b>Figure 23</b> : Variation de la conductivité électrique à l'entrée et la sortie de la STEP de BARAKI..... | 47 |
| <b>Figure 24</b> : Variation de MES de l'EB, l'ED et l'EE de la STEP de BARAKI .....                         | 48 |
| <b>Figure 25</b> : Rendement des MES de la STEP de BARAKI .....  | 48 |
| <b>Figure 26</b> : Variation de DBO <sub>5</sub> de l'EB, l'ED et l'EE de la STEP de BARAKI .....            | 49 |
| <b>Figure 27</b> : Rendement de la DBO <sub>5</sub> de la STEP de BARAKI .....                               | 50 |
| <b>Figure 28</b> : Variation de la DCO de l'EB, l'ED et l'EE de la STEP de BARAKI.....                       | 51 |
| <b>Figure 29</b> : Rendement de la DCO de la STEPde BARAKI.....  | 51 |
| <b>Figure 30</b> : Variation de l'azote total de l'EB et l'EE de la STEP de BARAKI.....                      | 52 |
| <b>Figure 31</b> : Rendement d'azote total de la STEPde BARAKI .....   | 52 |
| <b>Figure 32</b> : Variation de l'ammonium de l'EB et l'EE de la STEP de BARAKI.....                         | 53 |

|   |    |
|---|----|
| <b>Figure 33</b> : Variation du nitrite de l'EB et l'EE de la STEP de BARAKI .....                                    | 54 |
| <b>Figure 34</b> : Variation du nitrate de l'EB et de l'EE de la STEP de BARAKI .....                                 | 54 |
| <b>Figure 35</b> : Variation du phosphore total d'EB et EE de la STEP de BARAKI.....                                  | 55 |
| <b>Figure 36</b> : Rendement du phosphore total de la STEPde BARAKI .....   | 55 |
| <b>Figure 37</b> : Résultats de test de décantation D <sub>30</sub> de la boue activée de la STEP de BARAKI.<br>..... | 56 |
| <b>Figure 38</b> : Variation de MES de la BP, la BA et BR de la STEP de BARAKI.....                                   | 57 |
| <b>Figure 39</b> : Variation de MS de la BE, la BS et la BD de la STEP de BARAKI .....                                | 57 |
| <b>Figure 40</b> : Variation de MVS de la BP, la BA, la BR, la BE, la BS et la BD STEP de<br>BARAKI .....             | 58 |

## ***ANNEXES***

**Figure 41** : Principales filières de traitement des eaux usées.

**Figure 42** : Schéma général de la STEPde Baraki.

## *Liste des tableaux*

### ***PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE***

|   |    |
|---|----|
| <b>Tableau 01</b> : Classes de turbidité usuelles (NTU) .....   | 6  |
| <b>Tableau 02</b> : Valeur de la DCO selon l'origine des eaux.....  | 7  |
| <b>Tableau 03</b> : Normes de rejets internationales .....  | 9  |
| <b>Tableau 04</b> : Valeurs limite des paramètres de rejets dans un milieu récepteur (JORAD, 2006) .....                                    | 10 |
| <b>Tableau 05</b> : Quelques concentrations d'ions métalliques qui réduisent l'efficacité du traitement biologique par boues activées ..... | 25 |
| <b>Tableau 06</b> : Type de boue activée selon la charge massique et l'âge de boue.....   | 26 |

### ***PARTIE EXPERIMENTALE***

|   |    |
|---|----|
| <b>Tableau 07</b> : Caractéristiques générales de la station d'épuration de BARAKI « ALGER ». ..... | 29 |
| <b>Tableau 08</b> : Récapitulatif des données de base de la STEP pour état actuelle 2015.....       | 29 |
| <b>Tableau 09</b> : Les appareils de mesure utilisés .....  | 37 |

### ***ANNEXES***

|  |  |
|--|--|
| <b>Tableau 10</b> : Les valeurs de potentiel hydrogène (pH), Température et conductivité avant et après traitement des eaux usées à la STEP de BARAKI.     |  |
| <b>Tableau 11</b> : Les teneurs de matière en suspension avant et après traitement des eaux usées et le taux de rendement épuratoire de la STEP de BARAKI. |  |
| <b>Tableau 12</b> : Les valeurs de la DBO <sub>5</sub> , DCO et DCO/DBO <sub>5</sub> avant et après traitement des eaux usées à la STEP de BARAKI.         |  |
| <b>Tableau 13</b> : Les teneurs en forme azotée et phosphorée des eaux usées de la STEP de BARAKI.   |  |
| <b>Tableau 14</b> : Les valeurs de test de décantation D <sub>30</sub> , MES, MS et MVS de différents types des boues de la STEP de BARAKI.                |  |

# *Introduction générale*

La ressource en eau est une véritable richesse, elle est précieuse, fragile et limitée, et doit faire l'objet d'une gestion cohérente et rationnelle. Indispensable à la vie et à toutes les activités économiques, l'eau est utilisée pour des usages domestiques, industriels et agricoles qui requièrent toute en abondance une eau de qualité. Mais à travers ces diverses utilisations, l'eau perd sa qualité naturelle. Elle est rejetée sous forme d'effluent plus ou moins pollué qui peut engendrer à court ou à long terme des conséquences graves, tant sur la santé et l'hygiène publique ainsi que sur l'environnement et avoir des répercussions économiques non négligeables (**LARBI F, 2008**).

En raison du développement urbain et l'accroissement de la population qui deviennent très importants, de nouvelles problématiques apparaissent en matière d'approvisionnement et de traitement de l'eau. Les débits des eaux usées augmentent considérablement et leur teneur en contaminants est généralement plus élevée, ce qui nécessite l'installation des stations d'épuration pour traiter les eaux usées avant les rejeter dans le milieu récepteur.

L'épuration des eaux usées s'est donc imposé pour préserver la qualité des milieux naturels et notamment les eaux de surface et souterraine. L'eau épurée est actuellement en majorité rejetée. La généralisation de la réutilisation de ces eaux peut donc contribuer à combler en partie le déficit d'eau de première main. Le recyclage de l'eau dans les industries et l'utilisation de l'eau pour l'arrosage des espaces récréatifs peuvent par conséquent contribuer à diminuer la pression exercée sur les ressources naturelles de bonne qualité. L'utilisation d'une eau non conventionnelle dans l'agriculture peut contribuer à la création de nouveaux périmètres irrigués ou constituer une source d'appoint pour des périmètres existants. Elle est pratiquée aussi bien dans les pays développés que dans les pays en développement (**ATTAB S, 2011**).

Notre travail est effectué afin de tester l'efficacité de traitement par des procédés boues activées de la station d'épuration de Baraki et d'évaluer la performance épuratoire de ce procédé afin d'améliorer la gestion et le fonctionnement de cette station.

Ce travail débutera par une partie bibliographique avec trois chapitres, dont le premier traite la nature et l'origine des eaux usées ainsi que les différents types de pollutions, le second présente les différents procédés d'épuration des eaux usées, pour le dernier chapitre présente le procédé d'épuration par les boues activées. La partie expérimentale composée de trois chapitres, le premier sera consacrée à la présentation de la station d'épuration de Baraki et les phases de traitement, le deuxième chapitre présente les différentes méthodes et matériels utilisées au niveau du laboratoire et pour le dernier chapitre résume les résultats des analyses physico-chimiques obtenus et interprétation.

Nous terminerons notre travail par une conclusion générale.

*PARTIE*

*BIBLIOGRAPHIQUE*

*Chapitre 1*

**EAUX USEES**

L'eau disponible pour l'humanité est entraînée de se raréfier et de se polluer. Cette pollution ou contamination touche des eaux de surface (océans, rivières et lacs) et les eaux souterraines qui circulent dans le sol. Elle peut avoir comme origine les activités humaines, l'accroissement de la population, l'industriel, la carence en récupération et en recyclage.

### 1. Définition des eaux usées

Les eaux sont utilisées pour des usages domestiques, industriels ou même agricoles, constituant après un effluent pollué, qui sont rejetées dans un émissaire d'égout. Elles regroupent les eaux usées domestiques (les eaux de vannes et les eaux ménagères), les eaux de ruissellement et les effluents industriels (eaux usées des usines) **(BAUMONT.S ; CAMARD.J.P ; LEFRANC.A, 2004).**

### 2. Origines des eaux usées

Les eaux usées, appelées aussi eaux résiduaires urbaines (ERU), qui arrivent à la station d'épuration sont un mélange de plusieurs types d'eaux.

#### 2.1. Eaux d'origine domestique

Les eaux usées domestiques constituent généralement l'essentiel de la pollution et se composent :

- Des eaux de cuisine qui contiennent des matières minérales en suspension provenant du lavage des légumes, des substances alimentaires à base de matières organiques, et des produits détergents utilisés pour le lavage de la vaisselle et ayant pour effet la solubilisation des graisses ;
- Des eaux de salle de bains chargées en produits utilisés pour l'hygiène corporelle, généralement des matières grasses hydrocarbonées ;
- Des eaux de vannes qui proviennent des sanitaires (WC), très chargées en matières organiques hydrocarbonées, en composés azotés, phosphorés et en microorganismes **(REJSEK.F, 2002).**

#### 2.2. Eaux d'origine industrielle

La composition des eaux usées industrielles est liée au type d'industrie implantée dans la commune ; la quantité de la pollution est parfois très importante. Elle peut être organique, minérale ou toxique selon l'activité de l'industrie.

Le branchement des industries n'est pas obligatoire mais doit faire l'objet d'une convention entre la commune et l'industriel, et respecter le fonctionnement de la station d'épuration pour éviter de surcharger de traitement des eaux usées **(RAJSEK.F, 2002).**

#### 2.3. Eaux d'origine agricole

Elles proviennent essentiellement des fermes et cultures, elles se caractérisent par de fortes teneurs en sels minéraux (azote, phosphore, potassium) issus des purins et lisiers d'élevage, ainsi que l'utilisation irrationnelle des engrais lors de l'épandage.

Les différents polluants d'origine agricole ne peuvent pas donc être recueillis et traités ultérieurement dans une station d'épuration. De ce fait, ils atteignent les cours d'eau par ruissellement de surface ou par l'écoulement souterrain (**LEGARE.S et HEBERT.S, 2000**).

## **2.4. Eaux de ruissellement**

Comprennent l'eau de pluie, les eaux de lavages et eaux de drainage. Ces eaux sont polluées par les matières qu'elles entraînent en provenance des trottoirs et des chaussées (huiles, mazoutes, graisse, sables...etc.). Elles contiennent également du zinc, du plomb, et du cuivre. Les eaux de drainage peuvent provenir de la montée d'une nappe phréatique dans le sol, elles sont généralement peu polluées (**BOUTOUX.J, 1983**).

## **3. Réseaux d'assainissements**

Le réseau d'assainissement est composé de l'ensemble des ouvrages chargés de la collecte et du transport des ERU jusqu'à la station d'épuration. Il comprend l'ensemble des canalisations mais aussi des postes de relevage et les ouvrages particuliers comme les bassins d'orage ou de décantation. En règle générale, la circulation de l'eau se fait de manière gravitaire selon la pente donnée aux canalisations. A certains endroits du réseau, il est obligatoire de relever le niveau des canalisations afin que la circulation continue à se faire de manière gravitaire. Dans ce cas, on met en place un poste de relevage ou de relèvement qui, grâce à une pompe, qui permet de relever le niveau de plusieurs mètres.

Le réseau ne doit pas perdre en route la pollution qu'il transporte, ni drainer les eaux souterraines ou de surface qu'il côtoie et qui pourraient perturber le fonctionnement de la station d'épuration, il doit donc être le plus étanche possible. Les effluents canalisés doivent arriver « frais » (non fermentés) à la station d'épuration, ce qui implique une circulation rapide des effluents (**RAJSEK.F, 2002**).

Il existe trois types principaux de réseau :

### **3.1. Réseau unitaire (tout à l'égout)**

Un seul collecteur assure le transport à la fois des eaux domestiques et des eaux pluviales. En principe, toutes ces eaux doivent arriver à la station avec un effluent de qualité et de quantité très variables. Pour limiter les problèmes, des ouvrages de déviation sont prévus sur le réseau pour qu'il n'amène pas à la station un débit supérieur à un débit maximum préfixé.

De conception simple, il réduit l'encombrement du sous-sol, dans la mesure où un seul collecteur est utilisé pour le transport des eaux usées. Il est également économique car le dimensionnement du réseau est calculé en fonction des eaux pluviales dont le débit est plus important que celui des eaux domestiques.

L'inconvénient majeur provient de la variabilité en quantité et en qualité de la pollution qui arrive à la station d'épuration. Lors d'un orage, par exemple, les eaux domestiques seront fortement diluées par fort débit des eaux pluviales et donc un volume important de pollution diluée arrivera au niveau de la station d'épuration. Par contre, lors des premières pluies, après une longue période de sécheresse, le lessivage des sols peut entraîner

un flot de pollution conséquente qui se rajoute à la pollution des eaux domestique (RAJSEK.F, 2002).

### 3.2. Réseau séparatif

Deux réseaux distincts sont mis en place, l'un pour évacuer les eaux pluviales et l'autre pour évacuer les eaux usées.

Dans ce système, seules les eaux domestiques arrivent à la station d'épuration, il permet:

- De diminuer le diamètre moyen du réseau de collecte des eaux domestiques car son flux est beaucoup plus faible que celui des eaux pluviales ;
- De garantir une meilleure exploitation de la station d'épuration car la qualité et la quantité d'eau usée à traiter restent identiques quelles que soient les conditions atmosphériques ;
- De limiter certains coûts d'exploitation, en particulier de relevage des effluents.

L'inconvénient majeur est le coût de la mise en place car il faut deux réseaux dont le pluvial reste d'un diamètre important (RAJSEK.F, 2002).

### 3.3. Réseau pseudo-séparatif

Le système pseudo-séparatif, actuellement peu préconisé dans la conception d'un nouvel équipement, est un système dans lequel on divise les apports d'eaux pluviales en deux parties :

- L'une provenant uniquement des surfaces de voirie, qui s'écoule par des ouvrages particuliers déjà conçus pour cet objet par les services de la voirie municipale : caniveaux, aqueducs, fossés avec évacuations directes dans la nature ;
- L'autre provenant des toitures et cours intérieures qui sont raccordées au réseau d'assainissement, à l'aide des mêmes branchements que ceux des eaux usées domestiques, on regroupe ainsi les évacuations des eaux d'un même immeuble.

Ce système a été retenu dans de nombreuses zones suburbaines où les habitations sont relativement proches les unes des autres (SATIN.M et SELML.B, 2003).

## 4. Pollution de l'eau

### 4.1. Définition

La pollution de l'eau est un problème global dont la gravité et la nature varient d'une région à l'autre. Dans de nombreux endroits, en particulier dans les pays en développement, le principal problème est la contamination de l'eau par les germes pathogènes (RAVEN.P.H et al, 2009).

## 4.2. Les types de pollution

### 4.2.1. La pollution physique :

#### ➤ La pollution thermique

Il y a pollution thermique quand de l'eau chaude produite au cours de certains processus industriels est rejeté dans des voies navigables. De nombreuses industries comme les centrales qui utilisent de la vapeur pour produire de l'électricité, pompent de l'eau pour refroidir leurs installations. L'eau devenue chaude est ensuite légèrement refroidie avant d'être rejetée dans les cours d'eau mais sa température reste plus chaude qu'elle ne l'était à l'origine, le cours d'eau récepteur est donc légèrement réchauffé.

L'augmentation de la température d'une masse d'eau a des effets chimique, physique et biologique. Les réactions biochimiques comme la décomposition des déchets se produisent plus rapidement, consommant plus d'oxygène dissous. De plus, l'oxygène se dissout moins dans l'eau chaude que dans l'eau fraîche et la concentration de l'eau en oxygène dissous a des effets importants sur la vie aquatique (RAVEN.P.H et al, 2009).

#### ➤ La pollution radioactive

La radioactivité des eaux naturelles peut être d'origine naturelle (uranium, radium...) ou artificielle (énergie nucléaire). La radioactivité libérée dans l'eau peut provenir d'une radioactivité naturelle (certaines eaux d'origine profondes), ou d'une contamination liée à des retombées atmosphériques (explosions nucléaires), des champs de rayonnements d'origine industrielle ou enfin des contaminations accidentelles de l'eau à partir des rejets des installations des centrales nucléaires (BOUZIANI.M, 2000).

### 4.2.2. La pollution chimique

La pollution chimique de l'eau est due essentiellement aux déversements des pollutions organiques et des sels de métaux lourds par unités industrielles. Le plus souvent, ces industries rejettent vers le milieu naturel plusieurs catégories de polluants, dont les plus menaçants sont les métaux lourds. L'enrichissement des sols par diverses catégories d'engrais et de pesticides pour intensifier l'agriculture, est également à l'origine de la pollution chimique (BOUZIANI.M, 2000).

### 4.2.3. La pollution microbiologique

La pollution microbiologique des eaux se traduit par une forte contamination par de nombreux agents pathogènes (bactéries et virus). Elle soulève dans bien des cas de redoutables problèmes d'hygiène publique qui ne sont pas limités aux seuls pays du tiers-monde (RAMADE.F, 2005).

### 4.2.4. La pollution organique

Elle provient des eaux domestiques et de certaines industries (agro-alimentaires). Les matières organiques déversées en milieu aquatique sont dégradées par les bactéries qui pour cela doivent consommer massivement l'oxygène de l'eau et finissant par asphyxier la faune et la flore aquatique (BOURGOIN.A et BAREILLE.S, 2000).

## 5. Paramètre des eaux usées

### 5.1. Paramètres physiques

#### 5.1.1. Température

La température est un facteur écologique important du milieu, son élévation peut perturber fortement la vie aquatique (pollution thermique). Certains rejets présentent des écarts de température importants avec le milieu récepteur : ce sont par exemple, les eaux de refroidissement des centrales nucléaires thermiques induisant ainsi une forte perturbation du milieu (GAUJOUS, 1995).

Il est important de connaître la température de l'eau avec précision, car celle-ci joue un rôle dans la solubilité des sels et des gaz, dans la détermination du pH et nous permet de connaître l'origine de l'eau et des mélanges éventuels, etc. (RODIER J *et al*, 2005).

#### 5.1.2. Potentiel d'hydrogène (pH)

Le pH est un paramètre qui permet de mesurer l'alcalinité ou la basicité d'une eau (GOMELLA et GUEREE, 1978). Sa mesure doit s'effectuer sur place de préférence par la méthode potentiométrique. La mesure électrique, quoique délicate, peut seule donner une valeur exacte, car elle est indépendante du potentiel d'oxydoréduction, de la couleur du milieu, ou de la turbidité et des matières colloïdales (RODIER.J *et al*, 1996).

#### 5.1.3. Conductivité électrique

C'est une mesure simple, qui se pratique avec une électrode et fournit une indication précise sur la concentration totale en sels dissous. Par comparaison avec la conductivité de l'eau potable, il est ainsi possible de juger rapidement si des apports importants, en particulier industriel, ont lieu dans le réseau d'assainissement. Le résultat est donné en micro-siémens par centimètre ( $\mu$  S/cm) (SATIN.M et SELMLB, 2003).

#### 5.1.4. Turbidité

La turbidité est due aux particules colloïdales en suspension dans l'eau. Quand on sait que la majorité des toxiques, minéraux et organiques, sont adsorbés, à 90 % en moyenne, sur les matières en suspension et colloïdales, on comprend l'importance de la turbidité (VILAGINES.R, 2003).

Le tableau 01 donne les classes de turbidités usuelles (BERNE.F et CORDONNIER.J, 1991).

Tableau 01 : Classes de turbidité usuelles (NTU).

|              |                        |
|--------------|------------------------|
| NTU < 5      | Eau claire             |
| 5 < NTU < 30 | Eau légèrement trouble |
| NTU > 30     | Eau trouble            |

#### 5.1.5. Matières en suspension (MES)

Il s'agit de matières qui ne sont ni solubilisées ni colloïdales. On peut considérer qu'ils représentent un intermédiaire entre les particules minérales du type sable ou poussières de

charbon et les particules minérales du type mucilagineux. Elles comportent des matières organiques et des matières minérales.

La teneur en matière en suspension est obtenue après séchage à 105°C d'un volume connu d'échantillon (GAID.A, 1984).

#### 5.1.6. Matières volatiles en suspension (MVS)

Elles représentent la fraction organique des matières en suspension. Elles sont mesurées par calcination à 650°C d'un échantillon dont on connaît déjà la teneur en MES. Elles constituent environ 70 à 80 % des MES (GAID.A, 1984).

#### 5.1.7. Matières minérales sèches (MMS)

Elles représentent le résultat d'une évaporation totale de l'eau, c'est-à-dire son « extrait sec », constitué à la fois par les matières minérales en suspension et les matières solubles (chlorure, phosphates, etc.) (SATIN.M et SELML.B, 2003).

#### 5.1.8. Demande biochimique en oxygène (DBO)

Elle correspond à la quantité d'oxygène nécessaire pour décomposer par oxydation, et avec l'intervention des bactéries, les matières organiques de l'eau usée.

La DBO est un phénomène évolutif dans la mesure où elle permet d'étudier le comportement d'une charge organique (et plus généralement celui d'un échantillon), il est évident qu'il ne peut y avoir de détermination de DBO que lorsque les micro-organismes présents sont capables d'assimiler les matières organiques de l'échantillon (GAID.A, 1984).

La DBO<sub>5</sub> c'est la consommation d'oxygène à 20°C et dans l'obscurité d'un échantillon préalablement ensemencé pendant cinq jours, temps qui assure l'oxydation biologique d'une fraction des matières organiques carbonées (BERNE.F et CORDONNIER.J, 1991).

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

Elle représente la teneur totale de l'eau en matières organiques biodégradables ou pas présente dans l'eau. Nous noterons cependant que certains composés chimiques ne sont pas oxydés complètement par cette méthode, comme par exemple l'azote organique.

Le principe repose globalement sur la recherche d'un besoin d'oxygène de l'échantillon pour dégrader la matière organique. Mais dans ce cas, l'oxygène est fourni par un oxydant puissant (GAID.A, 1984).

Généralement la valeur de la DCO est présentée dans le tableau 02 :

**Tableau 02 : Valeur de la DCO selon l'origine des eaux (METAHRI.MS, 2012).**

| Valeur de la DCO       | Origine des eaux                |
|------------------------|---------------------------------|
| DCO = 1,5 à 2 fois DBO | Les eaux usées urbaines         |
| DCO = 1 à 10 fois DBO  | L'ensemble des eaux résiduaires |
| DCO > 2,5 fois DBO     | Les eaux usées industrielles    |

### 5.1.10. Carbone total organique (COT)

Il représente la teneur en carbone lié à la matière organique, et repose sur une mesure de CO<sub>2</sub> après oxydation complète. Cette mesure est rapide et ne nécessite qu'un volume réduit d'échantillon, mais difficilement corrélable avec les mesures précédentes. Dans la majorité des cas l'élimination des matières en suspension est nécessaire avant la détermination du COT (Degrémont, 2005).

### 5.1.11. Teneurs en azote et en phosphore

Les teneurs en azote et en phosphore sont également des paramètres très importants. Les rejets excessifs de phosphore et d'azote contribuent à l'eutrophisation des lacs et des cours d'eau. Ce phénomène se caractérise par la prolifération d'algues et la diminution de l'oxygène dissous, ce qui appauvrit la faune et flore des eaux superficielles (cours d'eau, lacs, etc.) (LAGARDETTE MARTIN.J-L, 2004).

## 5.2. Paramètres biologiques

### 5.2.1. Bactérie

Les bactéries sont des micro-organismes unicellulaires, de différentes formes (sphérique, cylindriques, incurvées...), dont la taille est de l'ordre de quelques microns (de 0,5 à 5 µm), à l'exception des bactéries filamenteuses de tailles souvent supérieures (de 10 à plus de 500 µm) et peuvent être pluricellulaires (CANLER .J-P et al, 1999).

### 5.2.2. Helminthe

Ils constituent un groupe de parasites que l'on retrouve très fréquemment et en grand nombre dans les eaux usées. Les helminthes survivent dans l'eau, sous forme de kystes minuscules, visibles à la loupe.

Une fois absorbés, avec l'eau ou les aliments, les kystes se transforment dans les intestins en parasites adultes et se multiplient, entraînant divers types de manifestations cliniques et de graves anémies qui s'accompagnent de malnutritions redoutables surtout chez les enfants. Les helminthes les plus fréquemment rencontrées sont les *Ascaris lombricoïdes*, les oxyures et les giardias (BOUZIANI .M, 2000).

### 5.2.3. Virus

Les virus sont présents eux aussi en quantité dans les effluents urbains (poliovirus, adénovirus, hépatite A, etc.) mais y sont rarement recherchés. En revanche, ces analyses sont un peu plus fréquentes dans les eaux superficielles, bien que cela n'apporte pas beaucoup d'informations supplémentaires par rapport au germe-tests (SATIN.M et SELMLB, 2003).

### 5.2.4. Protozoaire

Les protozoaires sont des organismes unicellulaires munis d'un noyau, plus complexes et plus gros que les bactéries. La plupart des protozoaires pathogènes sont des organismes parasites, c'est-à-dire qu'ils se développent aux dépens de leur hôte. Certains protozoaires adoptent au cours de leur cycle de vie une forme de résistance, appelée kyste. Cette forme peut résister généralement aux procédés de traitement des eaux usées. On peut citer parmi

ceux-ci *Entamoeba histolytica*, responsable de la dysenterie amibienne ou encore *Giardia lamblia* (METAHRI.MS, 2012).

## 6. Notion d'équivalent habitant (EH)

Il correspond à la pollution quotidienne que génère un individu. Ce dernier est censé utiliser 180 à 300 litres d'eau par jour. La quantité de pollution journalière produite par un individu est estimée à 57 g MO, 90 g des MES, 15 g MA et 4 g MP. Enfin, la concentration en germes est généralement de l'ordre de 1 à 10 milliards de germes pour 100 ml (KOLLER.E, 2009).

## 7. Normes de rejet

### 7.1. Normes OMS

La norme est représentée par un chiffre qui fixe une limite supérieure à ne pas dépasser ou une limite inférieure à respecter. La norme est fixée par une loi, une directive, ou bien un décret (BADI.K, 2015).

Les normes internationales selon l'organisation mondiale de la santé (OMS) respective pour les eaux usées sont regroupées dans le tableau suivant (Tableau 03) :

**Tableau 03 : Normes de rejets internationales.**

| Caractéristiques              | Normes utilisées (OMS) |
|-------------------------------|------------------------|
| pH                            | 6.5-8.5                |
| DBO5                          | < 30 mg/l              |
| DCO                           | < 90 mg /l             |
| MES                           | 20 mg/l                |
| NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>  | < 0.5 mg/l             |
| NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>  | 1 mg/l                 |
| NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>  | < 1 mg/l               |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | < 2 mg/l               |
| Température T                 | < 30 C°                |
| Couleur                       | Incolore               |
| Odeur                         | Inodore                |

### 7.2. Les normes algériennes de rejet des effluents

Le décret exécutif n°93-160 du 10 juillet 1993, du Journal Officiel de la République Algérienne réglementant les rejets d'effluents liquides dans son chapitre I, article 2.

Ces mêmes valeurs viennent d'être renforcées par un nouveau texte réglementaire ; le Décret exécutif n° 06-141 du 20 Rabie El Aouel 1427 correspondant au 19 Avril 2006, section (1), article 3.les valeurs limites maximales des rejets d'effluents fixés par ces deux décrets sont regroupées dans le tableau suivant (Tableau 04) :

**Tableau 04 : Valeurs limite des paramètres de rejets dans un milieu récepteur (JORAD, 2006).**

| <b>Paramètres</b>                  | <b>Valeur limites</b> | <b>Unités</b> |
|------------------------------------|-----------------------|---------------|
| <b>Température</b>                 | 30                    | °C            |
| <b>pH</b>                          | 6,5 à 8,5             | -             |
| <b>MES</b>                         | 35                    | mg/l          |
| <b>DBO5</b>                        | 35                    | mg/l          |
| <b>DCO</b>                         | 120                   | mg/l          |
| <b>Azote Kjeldahl</b>              | 30                    | mg/l          |
| <b>Phosphates</b>                  | 02                    | mg/l          |
| <b>Phosphore total</b>             | 10                    | mg/l          |
| <b>Cyanure</b>                     | 0,1                   | mg/L          |
| <b>Aluminium</b>                   | 03                    | mg/l          |
| <b>Cadmium</b>                     | 0,2                   | mg/l          |
| <b>Fer</b>                         | 03                    | mg/l          |
| <b>Manganèse</b>                   | 01                    | mg/l          |
| <b>Mercuré total</b>               | 0,01                  | mg /l         |
| <b>Nickel total</b>                | 0,5                   | mg/l          |
| <b>Plomb total</b>                 | 0 ,5                  | mg/l          |
| <b>Cuivre total</b>                | 0,5                   | mg/l          |
| <b>Zinc total</b>                  | 03                    | mg/l          |
| <b>Huiles et Grasses</b>           | 20                    | mg/l          |
| <b>Hydrocarbures totaux</b>        | 10                    | mg/l          |
| <b>Indice phénols</b>              | 0,3                   | mg/l          |
| <b>Fluor et composés</b>           | 15                    | mg/l          |
| <b>Etain total</b>                 | 02                    | mg/l          |
| <b>Composés organiques chlorés</b> | 05                    | mg/l          |
| <b>Chromes total</b>               | 0,5                   | mg/l          |

Chapitre 11

**LES PROCÉDES D'ÉPURATION**

**DES EAUX USEES**

La filière de l'épuration des eaux usées recommande différentes techniques à divers niveaux technologiques souvent très élaborés ceci est illustré comme étant des méthodes classiques de traitement, ainsi que de nouvelles techniques visant la protection de l'environnement et la sauvegarde le milieu naturel.

### **Procédés d'épuration des eaux usées**

Selon la nature et l'importance de la pollution, différents procédés (Annexe 01) peuvent être mis en œuvre pour l'épuration des eaux résiduaires en fonction des caractéristiques de celles-ci et du degré d'épuration désiré (**KOLLER.E, 2004**).

#### **1. Prétraitement**

La première phase des traitements réalisée en station permet d'éliminer grossièrement les déchets solides qui peuvent gravement endommager les ouvrages en aval (**OTV, 1994**).

##### **1.1. Dégrillage**

L'objectif du dégrillage est de débarrasser l'effluent des matières les plus volumineuses à la surface.

Le dégrillage soulage le travail de la station d'épuration des points de vue biologique et protection mécanique de l'ouvrage, il doit toujours s'effectuer avant une opération de relèvement (**GOMELLA.C et GUERREE.H, 1978**).

##### **1.2. Dessablage**

Le dessablage a pour but d'extraire les graviers, les sables et autres particules inertes contenus dans les eaux usées (**BOUZIANI.M, 2000**). C'est une opération indispensable pour :

- Eviter les dépôts dans les canalisations induisant à leur bouchage ;
- Protéger les pompes et autres organes mécaniques contre l'abrasion ;
- Eviter de perturber les autres stades de traitement, en particulier le réacteur biologique ;
- Réduire la production des boues (**SATIN.M et SELMI.B, 2003**).

##### **1.3. Déshuilage-Dégraissage**

Le déshuilage-dégraissage piège les particules de densité plus faible que l'eau. Il intercepte ainsi les huiles, les graisses, les hydrocarbures, les corps flottants tels que fragment de bois, polystyrène, plastique... Dans le cas d'un rejet par surverse, notamment sans cloison siphon, ce sont autant d'éléments qui se déposent ultérieurement le long des cours d'eau (rives, zones de calme) (**OTV, 1994**).

### 1.4. Tamisage

Le tamisage est un dégrillage poussé, et consiste en une filtration sur toile mettant en œuvre des mailles de différentes dimensions (macro-tamisage et un micro-tamisage) (GAID.A, 1984).

## 2. Traitement primaire

### 2.1. Décantation physique

Le processus principal du traitement primaire est la décantation. La décantation est un phénomène provoqué par les forces gravitaires. Une particule solide charriée par l'eau d'égout comme tout corps pesant, tomberait en mouvement uniformément accéléré, si sa chute n'était contrariée par les forces de frottement créées par son déplacement au sein de l'eau, forces dont l'effet se traduit par une vitesse de chute et de la densité apparente de la particule (GOMELLE.C et GUERREE.H, 1978).

### 2.2. Coagulation-floculation

Les procédés de coagulation et de floculation (figure 01) facilitent l'élimination des MES et des matières colloïdales en les rassemblant sous forme de floc dont la séparation est ensuite effectuée par des systèmes de décantation, flottation et/ou filtration.

Ils constituent les traitements de base appliqués pour corriger tout ou une partie des défauts de l'eau liées aux fractions particulaires inertes ou vivantes ; ils assurent aussi l'élimination de la fraction « floculable » des matières organique, de certains métaux lourds, plus généralement de la fraction des micropolluants associée à ces MES et macromolécules colloïdales (Degrémont, 2005).

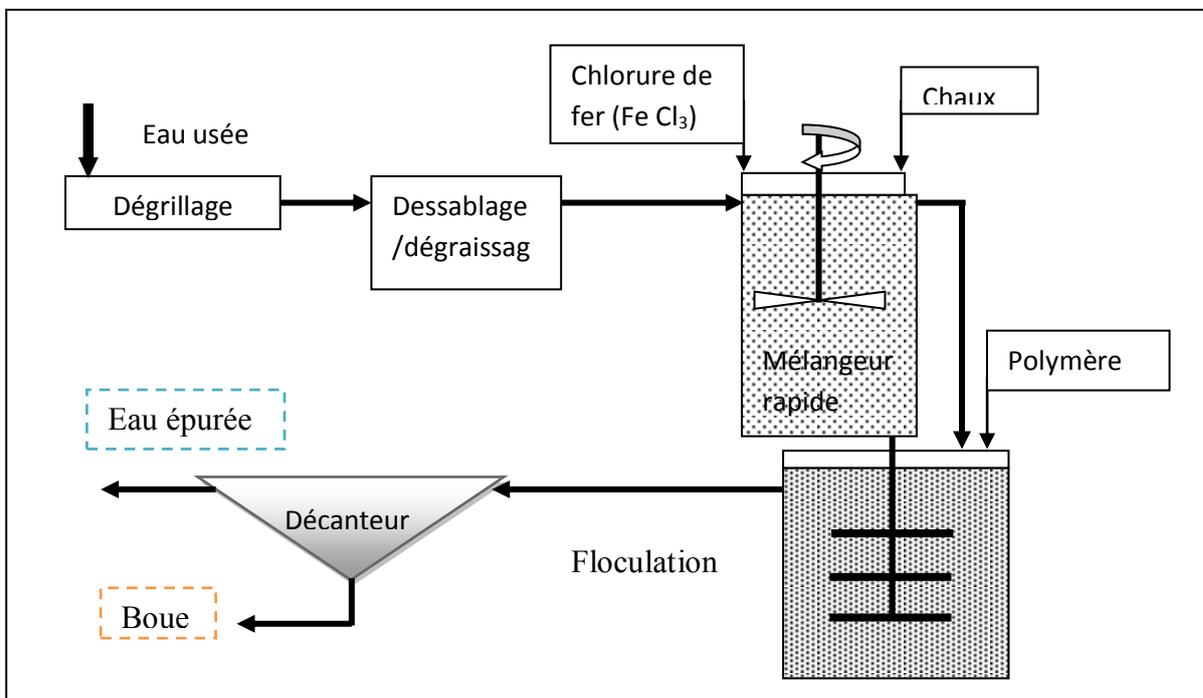


Figure 01: Exemple d'application de la coagulation floculation (MOLETTA, 2009).

### 2.3. Filtration

La filtration est un procédé physique destiné à clarifier un liquide qui contient des matières solides en suspension en le faisant passer à travers un milieu poreux. Les solides en suspension ainsi retenus par le milieu poreux s'y accumulent ; il faut donc nettoyer ce milieu de façon continue ou de façon intermittente.

La filtration, habituellement précédée des traitements de coagulation, de floculation et de décantation, permet d'obtenir une bonne élimination des bactéries, de la couleur, de la turbidité et indirectement de certains goûts et odeurs (DESJARDINS.R, 1997).

### 2.4. Flottation

La flottation est un procédé de séparation solide-liquide. Elle consiste à former un ensemble [particule + bulle d'air + (réactif)] plus léger que l'eau, donc flottation. Elle convient surtout pour éliminer sous forme d'écume de classes également homogènes de particules d'un diamètre compris entre 1 et 400  $\mu\text{m}$ . Mais on peut également flotter des flocs et des ions (EDELIN.F, 1996).

## 3. Traitement secondaire

### 3.1. Cultures libres

On appelle procédé biologique aérobie de type cultures libres, un procédé biologique dans lequel on provoque le développement d'une culture bactérienne dispersée et en suspension, sous forme de flocs au sein du liquide à traiter, tous deux contenus dans une cuve appelée « réacteur biologique » (BEHRA.P, 2013).

#### 3.1.1. Procédés intensifs

##### ❖ Lits bactériens

Le principe de fonctionnement d'un lit bactérien, filtre bactérien ou filtre percolateur, consiste à faire ruisseler les eaux usées, préalablement décantés, sur une masse de matériaux poreux ou caverneux qui sert de support aux micro-organismes (bactéries) (figure 02). C'est la raison pour laquelle les lits bactériens sont également appelés « réacteurs à biomasse fixée », la biomasse étant la quantité de matière vivante dans un écosystème aquatique par unité de surface ou de volume.

Une aération est pratiquée, le plus souvent par tirage naturel et, quelquefois, par ventilation forcée. Cette aération a pour but d'apporter l'oxygène nécessaire au maintien des bactéries aérobies en bon état de fonctionnement. Les matières polluantes contenues dans l'eau et l'oxygène de l'air diffusent à travers le film biologique jusqu'aux micro-organismes assimilateurs, tandis que les sous-produits et le gaz carbonique s'éliminent dans les fluides et les gaz (SATIN.M et SELMI.B, 2003).

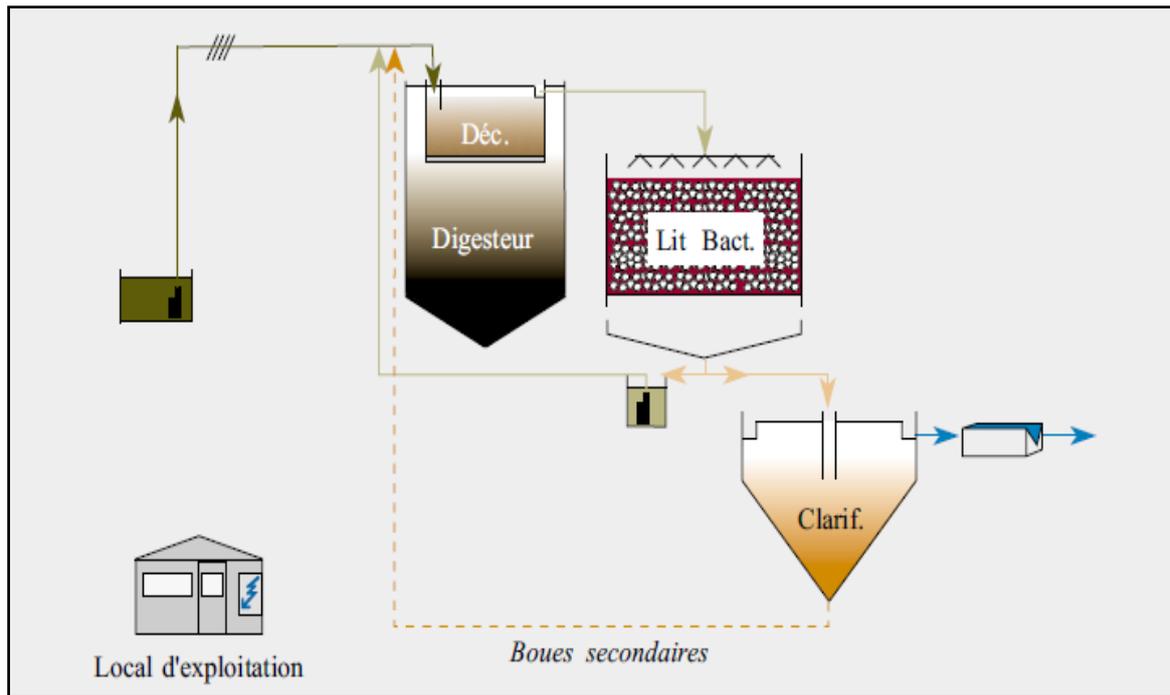


Figure 02 : Schéma de la filière lits bactériens (DERONZIER.G et al, 2001).

#### ❖ Disque biologique (biodisques)

Le principe consiste en l'utilisation de disque tournant autour d'un axe horizontal et baignant en partie dans l'eau traitée. De par la rotation, la biomasse fixée sur les disques se trouve alternativement en contact avec l'eau à traiter et l'oxygène de l'air. Les disques, plats ou présentant des ondulations ou une rugosité créée par les reliefs de façon accroître la surface de fixation de la biomasse, sont réalisés en polystyrène, PVC ou feuilles de PE, leur diamètre est généralement compris entre 2 et 3 m. Espacés de 2 à 3 cm, leur vitesse de rotation est de 1 à 2 tr/min. les surfaces sont de 150 à 200 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup> de disques (schéma de la filière est représenté sur la figure 03).

La biomasse se développe sur le support et le transfert d'oxygène se fait directement à travers la couche liquide. La régulation de l'épaisseur du biofilm se fait naturellement dès que l'assise biologique, en contact avec le support, passe sous des conditions anaérobies liées à une limitation de transfert de l'oxygène. Le décrochage de la boue en excès nécessite la présence en aval d'un dispositif de clarification de l'eau traitée (KOLLER.E, 2009).

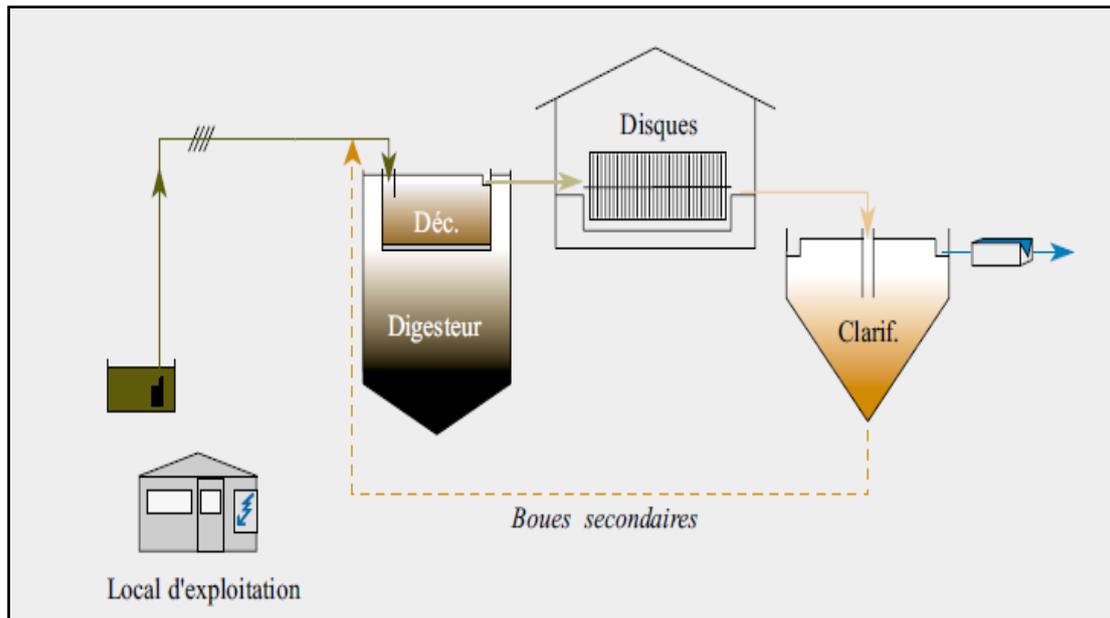


Figure 03 : Schéma de la filière disques biologiques (DERONZIER.G et al, 2001).

### 3.1.2. Procédés extensifs

#### ❖ Lagunage naturel

Le lagunage naturel (ou lagunage à microphytes) est un procédé d'épuration rustique et très extensif. En général, 3 à 5 bassins en série sont mis en œuvre dans ce procédé.

Dans les lagunes naturelles –sans macrophytes- l'épuration de la matière organique des eaux usées est réalisée par une population bactérienne naturelle qui se développe de façon dispersée dans l'eau (non agglomérée sous forme de floccs comme dans les stations d'épuration à boues activées). Ces bactéries en très grand nombre ont besoin de grandes quantités d'oxygène. Or, la quantité d'oxygène qui s'échange par dissolution entre l'air et l'eau est largement insuffisante par rapport à la quantité d'oxygène nécessaire pour assurer la décomposition biologique de matière organique. C'est d'ailleurs ce qui se passe dans les rivières, lorsque les rejets de matières organiques dépassent la capacité d'auto-épuration, c'est essentiellement en raison d'un déficit en oxygène.

Puisque les lagunes naturelles ne sont pas aérées artificiellement, l'oxygène nécessaire est fourni par des végétaux présents dans l'eau effectuant la photosynthèse (CAUCHIA et VIGNOLES.C, 2011).

#### ❖ Lagunage aéré

Les lagunes aérées (vastes bassins) qui constituent un dispositif très proche du procédé à boues activées à faible charge. On y effectue une épuration biologique bactérienne comme celle qui se pratique naturellement dans un étang, en apportant de l'extérieur par insufflation d'air ou oxygénation au moyen d'aérateurs de surface, bien que théoriquement elle ne s'impose pas, une recirculation de l'eau traitée et parfois des boues biologiques en tête de lagune est souvent pratiquée. Elle permet d'améliorer le mélange complet et d'assurer une meilleure répartition de la biomasse. Il est rare, en raison de la concentration relativement

élevée de matière en suspension, que l'on puisse rejeter directement l'effluent traité à l'exutoire sans décantation finale (KOLLER.E, 2009).

### 3.2. Cultures fixées

Un procédé biologique aérobie de type cultures fixées est un procédé dans lequel le développement d'une culture bactérienne, accrochée sur un support fixe ou mobile, sous forme de biofilm, est favorisé. Ce biofilm est régulièrement « arrosé » de bas en haut ou de haut en bas par l'effluent à traiter (BEHRA.P, 2013).

#### 3.2.1. Procédé intensif

##### ❖ Les boues activées

Principe très largement répandu dans l'épuration des eaux usées, la boue activée est une culture libre dans un bassin aéré, suivi d'un clarificateur assurant la décantation des boues biologiques produites dans le bassin d'aération. Pour maintenir une biomasse en quantité adaptée à la charge organique (polluante) des eaux usées alimentant l'installation, une recirculation des boues (recirculation des bactéries-biomasse épuratrices) est réalisée. Une partie des boues ayant sédimenté dans le clarificateur est donc acheminée (recirculée) en tête du bassin d'aération. Le principe de l'activation repose sur cette recirculation de biomasse (CAUCHIA et VIGNOLES.C; 2011).

#### 3.2.2. Procédés extensifs

##### ❖ Filtre planté vertical

Un filtre vertical est alimenté en surface et parcouru de haut en bas (voir figure 04). L'épuration est le résultat de deux processus principaux :

- Dépôt des matières en suspension à la surface du filtre et minéralisation du dépôt pendant les périodes de repos ;
- Dégradation biologique des matières dissoutes par la biomasse « bactérienne aérobie » fixée sur le granulat et les rhizomes du massif filtrant, non saturés, et donc bien oxygénés.

L'oxygénation est favorisée par une alimentation intermittente. Les eaux usées ne sont pas envoyées sur le filtre à mesure de leur arrivée à la station mais accumulées dans un réservoir et libérées en grande quantité (on parle de bâchées), pour créer un effet d'entraînement d'air, donc d'oxygène vers le massif filtrant. Celui-ci est oxygène par la conjonction de plusieurs mécanismes :

- Diffusion de l'air à partir de la surface en phase dénoyée (dans les intervalles de temps entre les bâchées) ;
- Circulation de l'air sous la poussée de la bâchée ;
- Diffusion d'air à partir des drains, prolongés en surface et ouverts à leur extrémité supérieure ;
- Production d'oxygène par les rhizomes (PAULUS.A, 2011).

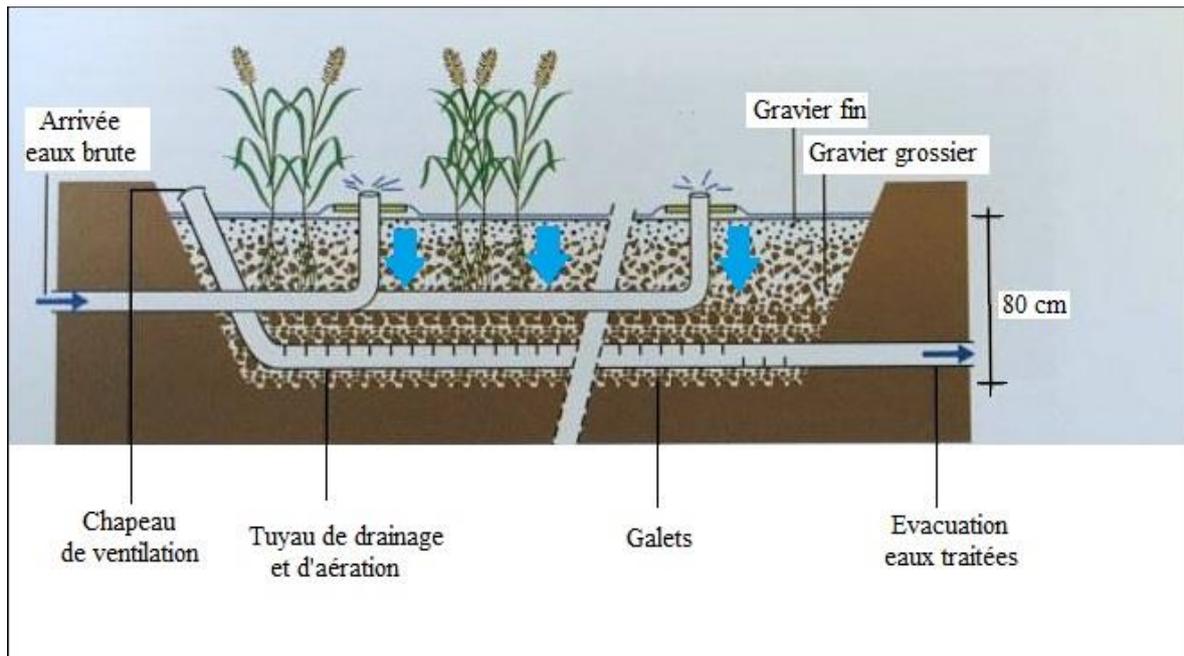


Figure 04 : Schéma de la filière filtre planté vertical (PAULUS.A, 2011).

#### ❖ Filtre planté horizontal

Le filtre horizontal est alimenté en eaux décantées et prétraitées pour éviter le colmatage du massif par les éléments solides transportés par les eaux brutes. L'eau est distribuée sur la largeur du filtre par un système de gabions, de goulottes ou de canalisations perforées. Elle parcourt le massif horizontalement, dans le sens de sa longueur. Elle est collectée à l'aval dans un granulat plus grossier et évacuée par une canalisation de sortie. Le massif peut être maintenu en eau relevant le point de sortie et la figure 05 représente le schéma de ce filtre.

Le massif étant noyé, l'apport d'oxygène (par les rhizomes et par l'air de la couche superficielle non saturée) est faible, quelle que soit la surface. Celle-ci est calculée en fonction des objectifs épuratoires et prend en compte les abattements de pollution dans les équipements amont (le filtre horizontal est un équipement de traitement secondaire et non primaire) (PAULUS.A ; 2011).

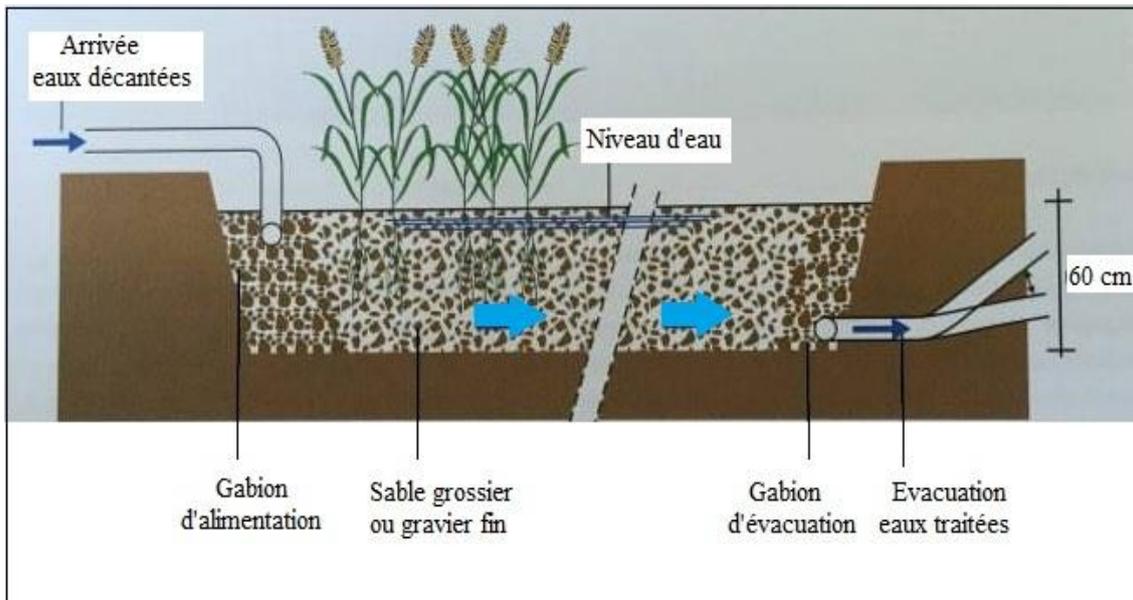


Figure 05 : Schéma de la filière filtre planté horizontal (PAULUS.A, 2011).

#### 4. Traitement tertiaire (complémentaire)

Les traitements complémentaires ont pour but d'obtenir une épuration plus poussée et l'élimination de certains corps nocifs ou de certains germes pathogènes.

##### 4.1. Elimination de l'azote et du phosphore

###### 4.1.1. Elimination de l'azote

Les stations d'épuration classique, prévues pour éliminer les matières carbonées, n'éliminent que des quantités réduites d'azote présent dans les eaux usées. Pour satisfaire aux normes de rejet en zones sensibles, des traitements complémentaires ou tertiaires doivent être mis en place. L'élimination de l'azote est, le plus souvent, obtenue grâce à des traitements biologiques, de « nitrification-dénitrification » ou par échange d'ions (METAHRI.MS ; 2012)

Dans les ERU ainsi que dans de nombreuses ERI, l'azote est essentiellement présent sous forme organique et ammoniacale.

L'élimination biologique de l'azote fait donc intervenir quatre réactions principales :

- L'ammonification : c'est la transformation de l'azote organique en azote ammoniacal
- L'assimilation : c'est l'utilisation d'une partie de l'azote ammoniacal et éventuellement organique pour la synthèse bactérienne ;
- La nitrification : c'est l'oxydation de l'azote ammoniacal en nitrite puis en nitrate. La réaction globale simplifiée peut s'écrire :



- La dénitrification : c'est le processus par lequel certaines bactéries réduisent l'azote nitrique à un état plus faible d'oxydation. Cette réduction se produit à travers différentes réactions que l'on peut schématiser comme suit (**Degrémont, 1989**) :



#### 4.1.2. Elimination de du phosphore

Le principe inconvénient de la forte teneur en phosphore dans les eaux est de favoriser l'eutrophisation des cours d'eau, des lacs et des milieux marins. Ainsi, la réduction des apports phosphorés des eaux usées est en général considérée comme le facteur clé de la lutte contre l'eutrophisation.

Les techniques de déphosphatation qui sont généralement appliquées font appel à des réactions de précipitation (procédés physico-chimiques) ou à des micro-organismes épurateurs qui assurent une sur-élimination du phosphore (procédés biologiques).

- La déphosphatation chimique se fait grâce à l'utilisation de réactifs (tels que les sels de fer et l'aluminium ou la chaux) qui donnent naissance à des précipités ou complexes insolubles séparés de l'eau par des techniques de séparation solide-liquide.
- La déphosphatation biologique repose sur un transfert de phosphore de la phase liquide (eaux usées à épurer) vers la phase solide (boues) par stockage intracellulaire. Cette accumulation conduit à la formation de granules de poly-phosphates (poly-P) et entraîne un enrichissement progressif de la boue en phosphore jusqu'à des teneurs très importantes. Il est alors aisé d'assurer l'élimination du phosphore de l'eau par simple soutirage des boues en excès après une étape de décantation (**JARDE.E, 2002**).

#### 4.2. Désinfection

Par définition, les eaux usées urbaines, contiennent des micro-organismes pathogènes susceptibles d'être à l'origine des maladies (bactéries, virus, parasites...). La désinfection a pour but de détruire les micro-organismes pathogènes. Les différents procédés de désinfection susceptibles d'être mis en œuvre utilisent :

- Le chlore (à l'état gazeux ou sous forme d'hypochlorite de sodium : eau de javel). Ce moyen de désinfection et de stérilisation est le plus utilisé et le mieux maîtrisé ;
- Le bioxyde de chlore ( $\text{ClO}_2$ ) qui est un réactif très performant mais dont la mise-en œuvre est délicate et nécessite une surveillance importante ;
- L'ozone : il est très performant et très efficace pour l'élimination des virus mais il est encore actuellement peu utilisé en raison du coût élevé de sa mise en œuvre (**JARDE.E, 2002**) ;
- Les rayons ultraviolets (UV) sont des produits par des lampes à vapeur de mercure sous très basse pression. Les longueurs d'ondes utilisées pour la stérilisation de l'eau sont comprises entre 2000 et 3000 angströms (**BOUZIANI.M, 2000**).

## 5. Traitement des boues

### 5.1. Stabilisation

La stabilisation vise à réduire les nuisances olfactives de la boue, en limitant toute reprise de la fermentation après traitement. Les techniques de stabilisation permettent également de réduire les agents pathogènes présents dans la boue, assurant ainsi une fonction d'hygiénisation.

Selon leur mode d'action (biologique, chimique ou physique), selon la nature de la boue, trois types de techniques peuvent être utilisées :

- **La stabilisation par voies biologiques :** Ces techniques dégradent les matières volatiles selon des processus biologiques contrôlés ;
  - Procédé anaérobie avec production de biogaz : l'opération est réalisée en milieu clos, et les composés malodorants qu'elle génère sont détruits lors de l'incinération du biogaz ;
  - Procédé aérobie : le fonctionnement biologique de ce procédé s'apparente à celui des boues activées (OTV, 1997).
- **La stabilisation par voies chimiques :** Ces techniques ne dégradent pas les matières volatiles, mais empêchent les micro-organismes de les consommer en les plaçant dans des conditions qui inhibent leur métabolisme (par exemple, modification du pH par injection de réactif) (OTV, 1997) ;
- **La stabilisation par voies physiques :** Ces techniques placent également la boue dans un environnement peu propice à sa dégradation, mais l'opération s'effectue par voies physiques (sans injection de réactif). Une boue de siccité élevée contient très peu d'eau, ce qui empêche tout développement microbien (OTV, 1997).

### 5.2. Épaississement

L'épaississement des boues est une fonction essentielle du traitement des boues. Il a pour but de délivrer une boue dont la concentration et l'état de fraîcheur sont compatibles avec les phases suivantes du traitement (déshydratation, stabilisation biologique, stockage de boues liquides, etc.).

L'épaississement permet d'atteindre une siccité de l'ordre de 2 à 8 %, suivant le dispositif d'épaississement utilisé. On identifie différents types d'épaississement, parmi lesquels :

- Le gravitaire hersé (2 à 3 % pour les boues biologiques et 7 à 9 % pour les boues primaires) ;
- L'épaississement par grille ou toile après conditionnement (6 à 8 % de siccité pour les boues biologiques) ;
- L'épaississement par flottation (4 à 5 % pour les boues biologiques) ;
- L'épaississement par décanteuse-centrifugeuse, après conditionnement (6 à 8 % pour les boues biologiques) (BEHRA.P, 2013).

### 5.3. Déshydratation

La déshydratation permet d'obtenir une boue plus ou moins pelletable et de volume réduit (siccité plus élevée que des boues épaissies), à partir de boues liquides ayant subi une phase d'épaississement. Cela ne s'applique pas pour les procédés de déshydratation par lit de

séchage plantés de roseaux, qui reçoivent des boues liquides issues directement du réacteur biologique aéré.

Parmi les équipements de déshydratation mécaniques, on identifie la déshydratation :

- Par filtration à bandes presseuses (siccité de l'ordre de 18 % pour des boues biologiques) ;
- Par centrifugeuse (siccité de l'ordre de 18 à 20 %, Suivant le taux de conditionnement pour des boues biologiques) ;
- Par filtre presse à planteaux (siccité de 28 %, avec un conditionnement organique de types coagulation et polymère organique, siccité de l'ordre de 35 % avec un conditionnement minéral du types coagulant et lait de chaux) **(BEHRA.P, 2013)**.

#### **5.4. Séchage**

Le séchage élimine l'eau en grande partie ou en totalité par évaporation, soit par voie naturelle (lits de séchage), soit par voie thermique. La technique des lits de séchage se réalise à l'air libre sur des boues liquides et combine évaporation naturelle et drainage de l'eau libre à travers une couche filtrante de sable et de graviers. Le séchage thermique permet une élimination de la quasi-totalité de l'eau (siccité d'environ 95 %). Les boues sont pulvérulentes ou en granulés **(JARDE.E, 2002)**.

*Chapitre III*

**EPURATION PAR LES BOUES**

**ACTIVEES**

Le procédé dit, à boues activées, utilise l'épuration biologique dans le traitement des eaux usées, c'est un mode d'épuration par culture libre. Dans une filière de traitement des eaux, le procédé à boues activées fait partie des traitements secondaires.

Le procédé à boues activées consiste donc à provoquer le développement d'un floc bactérien, dans un bassin alimenté en eau usée à traiter (bassin d'aération), en brassant suffisamment la masse pour éviter la décantation des floc, et en lui fournissant de l'oxygène nécessaire à la prolifération des micro-organismes.

### 1. Méthode de dimensionnement

Une installation de traitement par boues activées des rejets industriels et urbains, requiert la connaissance d'un certain nombre de paramètres qui sont :

- Les caractéristiques de l'élimination de la pollution organique (biodégradabilité, cinétique de métabolisation) et les besoins en élément nutritifs ;
- Les besoins en oxygène ;
- La production de boues en excès ;
- Les caractéristiques de décantation de la biomasse épuratrice (**KOLLER.E, 2009**).

### 2. Composants d'une station d'épuration à boues activées

L'installation d'une station d'épuration par boues activées comprend successivement (Figure 06) :

- En amont de la station on trouve les traitements préliminaires et primaires ;
- Le bassin d'activation (ou bassin d'aération) ;
- Le décanteur secondaire, avec reprise d'une partie des boues (15 %) ;
- L'évacuation des eaux traitées ;
- Le digesteur des boues en excès provenant des décanteurs primaires et secondaires.

Le bassin d'activation, où arrivent les eaux usées, et les boues activées, peut être considéré comme un lieu privilégié de la croissance bactérienne.

Ce processus est en outre favorisé par des dispositifs d'agitation mécaniques des eaux ou de soufflage d'air comprimé (**SATIN.M et SELMI.B, 2003**).

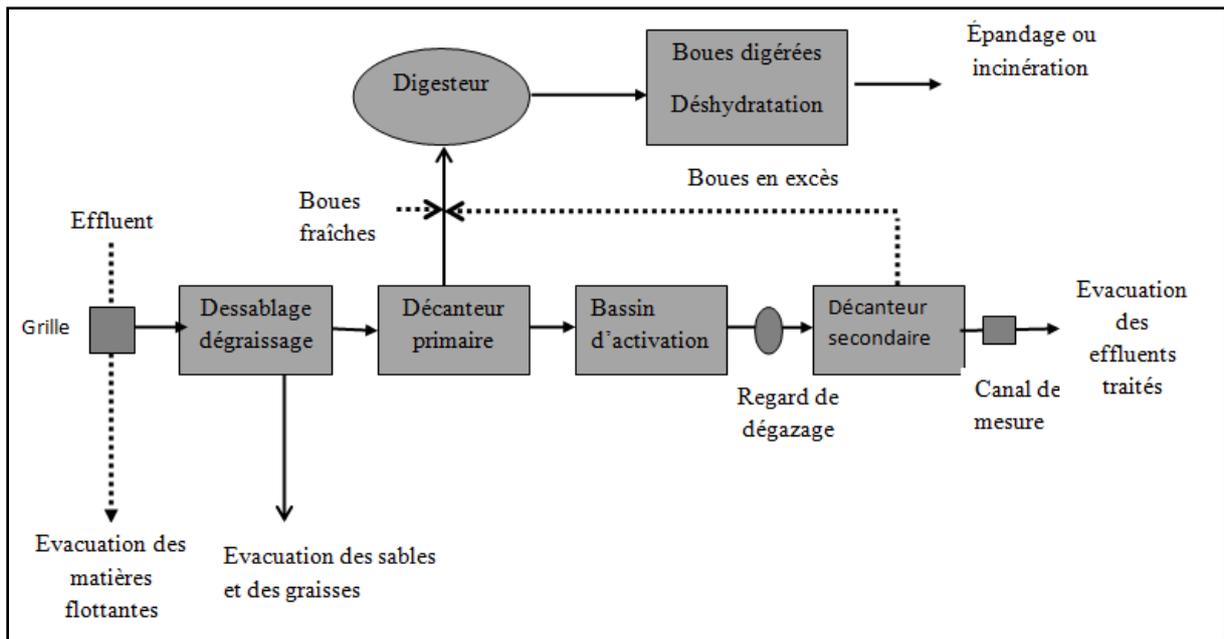


Figure 06 : Schéma d'une station d'épuration par boues activées moyenne charge (SATIN.M et SELMLB, 2003).

### 3. Paramètres de fonctionnement des stations à boues

#### 3.1. Charge volumique

Lorsque quotidiennement, un certain poids de matières organiques exprimé en DBO5 (kg /j) doit être transformé dans un réacteur aérobie de volume  $V$  ( $m^3$ ), on définit la charge volumique ( $C_v$ ), comme étant le rapport de la pollution apportée par unité de volume de bassin (GAID.A, 1984).

Elle s'écrit :

$$C_v \text{ (kg/m}^3 \cdot \text{j)} = \frac{\text{DBO5 entrée (kg/j)}}{\text{volume bassin (m}^3\text{)}}$$

#### 3.2. Charge massique

C'est la masse de nourriture entrant quotidiennement dans le bassin d'aération par rapport à la masse de boue présente dans le réacteur. Elle s'exprime habituellement en  $\text{kg DBO}_5 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{j}^{-1}$  (Degrémont, 2005).

D'après (GAID.A, 1984), elle s'écrit :

$$C_m = \frac{\text{la masse de nourriture entrant quotidiennement dans l'aérateur}}{\text{la quantité de biomasse contenue dans l'aérateur}}$$

$$= \frac{\text{DBO5 entrée (kg/j)}}{\text{masse de boues présentes (kg)}}$$

### 3.3. Âge des boues

L'âge des boues est le rapport entre la masse de MES présente dans le réacteur, et exprimée en kg de MES, et la masse de boue extraite en moyenne et exprimée en kg de MES/d (BAHRA.P, 2013).

Selon (GAID.A, 1984), On note également que l'âge des boues est inversement proportionnel à la charge massique.

Elle s'écrit :

$$A = \frac{S}{Be}$$

**A** : L'âge des boues en jours<sup>-1</sup>.

**S** : la teneur des boues.

**Be** : boues en excès.

### 3.4. Indice de mohlman

L'indice de mohlman (IM en ml/g) ou indice d'épaississement est le volume occupé dans une éprouvette de 1000 ml par 1g de boues, sans dilution, après une décantation de 30 min ; cet indice traduit l'aptitude de la boue à décanter et à épaissir (BEHRA.P, 2013).

### 3.5. Indice de boue

L'indice de boue (IB en ml/g) ou indice de décantation libre est le volume occupé dans une éprouvette de 1 000 ml par 1g de boue, avec dilution, après une décantation de 30 min ; cet indice traduit l'aptitude de la boue à décanter dans un milieu dilué (décantation libre) (BEHRA.P, 2013).

## 4. Décantabilité des boues

Le bon fonctionnement d'une station de boues activées repose sur celui du bassin d'aération, mais également sur celui du clarificateur, pour que ce dernier puisse séparer efficacement la biomasse de l'eau, cette dernière doit être correctement floculée.

Les micro-organismes présentent la propriété de s'agglomérer en floc dans certaines conditions. Durant la phase de croissance exponentielle, les bactéries restent dispersées dans le milieu de culture. Au moment du passage en phase ralentie, elles s'agglomèrent en flocons de couleur brunâtre d'aspect déchiqueté pouvant atteindre couramment quelques millimètres (Degrémont, 2005).

## 5. Aération dans les bassins à boues activées

L'apport d'oxygène dans une eau se fait par contact intime entre l'air dispersé sous forme de bulles au sein du liquide et l'eau. A l'interface des deux fluides, la couche limite se sature en oxygène dès sa formation, en même temps que s'amorce la diffusion des gaz vers les couches d'eau plus profondes (Degrémont, 2005).

L'importance de l'apport d'oxygène dépend :

- De la valeur des interfaces entre l'air et l'eau et du renouvellement de celles-ci ;
- Du gradient d'oxygène entre l'air et l'eau ;
- Du temps disponible pour la diffusion de l'oxygène (Degrémont, 1989).

## 6. Paramètres influençant les bassins à boues activées

### 6.1. Effet de la température

L'influence de la température est importante dans les phénomènes biologiques, dans la mesure où elle intervient sur la vitesse de croissance des bactéries.

La relation suivante met en évidence l'effet de la température :

$$K_T = K_{20} \alpha^{(T-20)}$$

$K_T$  : Vitesse de dégradation des matières organiques à la température (T) ;

$T$  : Température de référence (20 °C) ou bien (10 °C) ;

$\alpha$  : Coefficient d'activité microbienne (GAID.A, 1984).

### 6.2. Effet du pH

Les systèmes biologiques tolèrent une gamme de pH allant de 5 à 9 avec une zone optimale de 6 à 8 (GAID.A, 1984).

### 6.3. Effet de quelques toxiques

La nature des toxiques est souvent d'origine métallique, la présence de ces substances toxiques dans l'effluent à traiter se traduira par une inhibition partielle ou totale de l'activité des micro-organismes. Le tableau 05 résume quelque concentration d'ions métalliques qui réduisent l'efficacité du traitement biologique par boues activées (GAID. A, 1984)

**Tableau 05 : Quelques concentrations d'ions métalliques qui réduisent l'efficacité du traitement biologique par boues activées (GAID.A, 1984).**

| Métal | Concentration du métal dans l'effluent mg/l |
|-------|---|
| Cu    | 1 – 2                                       |
| Ni    | 1 – 4                                       |
| Zn    | 3 – 10                                      |
| Pb    | 5 – 15                                      |
| Hg    | 0,5 – 2                                     |
| Al    | 2 – 5                                       |

## 7. Micro-organismes des boues activées

Les grandes lignes de la classification des êtres vivants permettent de les classer en deux catégories : le règne animal et le règne végétal.

Les bactéries sont à la limite des deux règnes. On peut y distinguer une microflore et une microfaune (GAID.A, 1984).

### 7.1. La microflore

Peut constituer  $10^{11}$  à  $10^{12}$  de bactéries par g des matières sèches. Elle est constituée de bactéries Gram négative, aérobies, mobiles grâce à leurs flagelles, leur origine est diverses

c'est-à-dire qu'elles proviennent du sol, des eaux ect, on trouve dans les boues activées traitant les eaux usées urbaines, une variété telles que les lophomonas, les alcalignés, les pseudomonas, et les arthobacter.

Le métabolisme de ce type de bactéries est le même que celui des autres types, c'est-à-dire : adsorption de la pollution, synthèse et dégradation.

Chez ces bactéries, il semble que seulement 15 à 35 % du substrat soit catabolisé aussi bien pour les sucres que pour les acides aminés, 20 à 30 % sert à la croissance cellulaire, alors que le reste 40 à 60 % est utilisé pour les sécrétions de lipides ou de polymères à haut poids moléculaire appelés polysacchaides (GAID.A, 1984).

## 7.2. La microfaune

Cette population intéresse en premier lieu l'observateur par la rapidité de l'analyse microscopique. De plus, par leur observation et identification, ils peuvent nous donner des indications sur la qualité de traitement et révéler d'éventuelles anomalies de fonctionnement.

La microfaune est composée d'animaux microscopiques de populations importantes puisque l'on dénombre des populations de l'ordre de  $10^7$  individus par litre de liqueur aérée, essentiellement représentés par :

- **Des protozoaires** : qui peuvent composer jusqu'à 5 % du poids sec des matières en suspension, de taille moyenne comprise entre 5 à 300  $\mu\text{m}$  et de formes très variables.
- **Des métazoaires** : animaux multicellulaires de taille pouvant être supérieur au millimètre.

L'ensemble de ces individus à des temps de génération très différents, ces facteurs intervient dans la sélection des populations par intermédiaires de l'âge de boue du système.

En effet, l'âge de boue, donc celui de la culture, est très différent selon le domaine de charge de l'installation, les ordres de grandeur sont représentés dans le tableau 06 suivant (CANLER.J-P et al, 1999) :

**Tableau 06 : Type de boue activée selon la charge massique et l'âge de boue (CANLER.J-P et al, 1999).**

| Type de boue activée | Charge massique<br>(kg DBO <sub>5</sub> /Kg MVS.j) | Âge de boue             |
|----------------------|--|-------------------------|
| Très forte charge    | (Cm > 1)   | Quelques heures         |
| Fort charge          | (Cm ≈ 1)   | Quelques heures au jour |
| Moyenne charge       | (Cm < 0,5)   | Quelques jours          |
| Faible charge        | (Cm < 0,2)   | Supérieur à 10 jours    |
| Aération prolongée   | (Cm < 0,1)   | Supérieur à 20 jours    |

***PARTIE***

***EXPERIMENTALE***

*Chapitre 1*

**PRESENTATION DE LA STEP**

**DE BARAKI « ALGER »**

## 1. Présentation de l'organisme d'accueil « SEAAL »

### 1.1. Historique

La société des Eaux et d'Assainissement d'ALGER « SEAAL » est née en 2006 de la volonté politique des autorités algériennes d'améliorer rapidement la quantité et le cadre de la vie des citoyens, en particulier dans la capitale (SEAAL, 2015).

### 1.2. Présentation de la SEAAL

La SEAAL est une société publique par action, l'algérienne des eaux (ADE) détient les 70 % des parts sociales, le reste soit 30 % est détenu par l'Office Nationale de l'Assainissement (ONA).

Elle gère sur les périmètres d'ALGER et Tipaza plus de 4 500 km de réseau d'eaux usées qui permet d'acheminer les eaux vers 7 stations d'épuration, 52 postes de relevage sur ALGER et 8 sur Tipaza, dont le principal rôle est de pomper les eaux au fil des variations topographiques des terrains vers les sites de traitement.

**Sur ALGER :** Baraki, Béni Messous, Reghaia, Staoueli.

**Sur Tipaza :** Hadjout, Chenoua, Koléo (SEAAL, 2015).

Les principales missions de la SEAAL sont :

- La production d'eau potable ;
- La distribution d'eau potable ;
- La collection et traitement des eaux usées (SEAAL, 2015).

## 2. Présentation de la station d'épuration de BARAKI

Le site de la station d'épuration est situé sur le carrefour Sidi Rzine (sur la droite de la RN8). La station d'épuration de BARAKI à une capacité épuratoire de 900 000 EH pour une moyenne théorique de 147 000 m<sup>3</sup>/jour ; cette station traite les eaux communes du grands ALGER.

Initialement mise en service en 1989 ; elle n'a plus fonctionné pendant une longue période, jusqu'à sa réhabilitation récente. La station a doublé sa capacité à 1,8 million EH après la mise en service en 2015 de la 2<sup>ème</sup> tranche (900 000 EH). Alors qu'une 3<sup>ème</sup> tranche de 900 000 EH est à l'étude (préparation de la filière de traitement tertiaire).

La figure ci-dessous représente la localisation satellite de la STEP de BARAKI.



**Figure 07 : Localisation satellite de la STEP de BARAKI (Google, 2016).**

Cette station a reçu en moyenne 63 400 m<sup>3</sup>/jour en 2013 et produisait 12 200 tonnes de boue (23,9 % de siccité).

Les performances de traitement permettent de garantir une conformité aux normes de rejet supérieur à 99 % et un rendement d'élimination de la pollution supérieur à 95 %.

Le bassin de traitement reçoit les eaux évacuées de la station de pompage d'El-Harrach 70 % et 30 % arrivent dans un collecteur de Baba-Ali. Après traitement l'eau est acheminée directement pour être versée dans le milieu récepteur (Oued El-Harrach).

La station de BARAKI est de type boues activées, elle se compose de deux filières :

**Filière Eau** : Elle s'intéresse aux différentes étapes du traitement des eaux usées ;

**Filière Boue** : Son but est de réduire le volume de la boue (SEAAL, 2015).

Le tableau suivant présente les caractéristiques générales de la station de traitement des eaux usées de ville de BARAKI.

**Tableau 07 : Caractéristiques générales de la station d'épuration de BARAKI « ALGER » (SEAAL, 2015).**

| Nom                               | Station d'épuration de BARAKI  |
|-----------------------------------|--------------------------------|
| Adresse                           | Carrefour de Sidi Rzine BARAKI |
| Maitre d'ouvrage/Exploitant       | DRHEE /SEAAL                   |
| Année de mise en route            | 1989                           |
| Type de réseau                    | Unitaire                       |
| Nature d'effluents                | Domestiques et industriel      |
| Capacité nominale                 | 900 000 EH                     |
| Débit moyen journalier            | 147 000 m <sup>3</sup> /j      |
| Débit moyen horaire               | 6 120 m <sup>3</sup> /j        |
| Débit de pointe en temps sec      | 7 920 m <sup>3</sup> /j        |
| Débit de pointe en temps de pluie | 15 840 m <sup>3</sup> /j       |

La station d'épuration de BARAKI a été dimensionnée sur les bases de données suivantes (tableau 08) :

**Tableau 08 : Récapitulatif des données de base de la STEP pour état actuelle 2015 (SEAAL, 2015).**

|             | Eau brute flux nominal journalier | Concentration sur échantillon moyen 24 h |
|-------------|-----------------------------------|--|
| <b>MES</b>  | 66 096 kg /j                      | 30 mg/l                                  |
| <b>DBO5</b> | 44 064 kg /j                      | 40 mg /l                                 |
| <b>DCO</b>  | 73 440 kg /j                      | 120 mg /l                                |

### 3. Fonctionnement de la station d'épuration de BARAKI

Les eaux usées ne devraient pas être rejetées dans le milieu naturel, sans traitement préalable car elles engendrent des problèmes majeurs pour l'environnement et la santé publique.

Pour cela les systèmes d'assainissements doivent assurer la collecte des eaux usées et leur acheminement vers les stations d'épuration pour traitement selon les normes de rejet avant d'être évacuée dans le milieu récepteur. Le traitement par les boues activées est le type de traitement le plus dominant.

Les étapes de fonctionnement de la STEP de BARAKI sont résumées dans l'annexe 02 (SEAAL, 2015):

### 3.1. Filière eau

#### 3.1.1. Relevage de l'eau

##### ➤ Poste de relevage N°1 (PR N°1)

C'est le premier point d'entrée des eaux à la station d'épuration venant de la station de pompage d'El-Harrach et les retours en tête de déshydratation, il est situé à 0.5 m en dessus du niveau de la mer.

Il est constitué de trois vis d'Archimède (deux petites vis avec un débit de 8 640 m<sup>3</sup>/h, et une autre grande avec un débit de 14 400 m<sup>3</sup>/h), deux pompes qui assurent le refoulement des eaux usées (un relèvement d'une côte de 0,45 m NGA jusqu'à 9 m) et une grande grille qui permet d'éliminer les grands déchets.

##### ➤ Poste de relevage N°2 (PR N°2)

Ce poste reçoit les eaux de Baba Ali et les eaux de PR N°1, ainsi que les retours en tête de l'épaississeur. Il comporte une grande grille pour retenir les grands déchets, 3 vis d'Archimède et une pompe, ces derniers assurent le relèvement des eaux usées jusqu'au poste de dégrillage à une hauteur de 15,4 m NGA.

Les figures suivantes (figure 08 et 09) représentent la première étape de traitement.



Figure 08 : l'arrivée des eaux usées.



Figure 09: Vis d'Archimède.

#### 3.1.2. Prétraitement

Les dispositifs des prétraitements sont présents dans toutes les stations d'épuration, ils ont pour but d'éliminer les particules solides les plus grossières susceptibles de gêner les traitements ultérieurs ou d'endommager les équipements : les déchets volumineux (par dégrillage), le sable (par dessablage), et les corps gras (par dégraissage-déshuilages).

Le prétraitement comprend donc les étapes suivantes :

### ➤ Dégrillage

Après le refoulement des eaux usées au poste de dégrillage par les vis d'Archimède, l'eau passe à travers le dégrilleur. Il est constitué de deux dégrilleurs grossiers manuels avec un espacement de 60 mm entre les barreaux, deux autres dégrilleurs fins manuels avec un espacement de 20 mm entre les barreaux, et un autre dégrilleur fin automatiques (20 mm) afin de retenir les déchets. Ces derniers sont évacués par des tapis transporteurs automatiques (qui se trouvent derrière chaque dégrilleur) pour les transporter vers les bennes.

### ➤ Dessableur/Déshuileur

Après le dégrilleur, l'eau passe dans un autre bassin par des conduites souterraines et avec une vitesse ascendante très grande par rapport à la vitesse de l'eau à l'entrée, ce qui assure la décantation du sable qui est ensuite évacué par des racleurs au fonds, puis par des pompes d'aspiration transportant ces derniers vers les classificateurs à sable, et enfin vers la décharge.

Par contre les huiles et les graisses flottent à la surface de l'eau grâce aux bulles d'air comprimés injectées par les supprimeurs d'air se trouvant au fonds du bassin. Les huiles et les graisses sont ensuite raclées à la surface du bassin par un racleur, puis refoulées par des pompes vers les bâches à graisses (voir la figure 10).



**Figure 10 : Dessableur/Déshuileur.**

### 3.1.3. Décanteur primaire

La STEP de BARAKI comporte 4 décanteurs (figure 11), l'étape de décantation permet la séparation solide-liquide. Après la décantation, l'eau est acheminée vers le bassin d'aération et la boue primaire est transportée par des pompes vers l'épaississeur.



**Figure 11 : Décanteur primaire.**

### **3.1.4. Traitement secondaire**

Ce type de traitement recouvre les techniques d'élimination des pollutions carbonées et azotées. Dans la majorité des cas, l'élimination de la pollution s'appuie sur des procédés de nature biologique.

Le métabolisme aérobie est le processus le plus rapide, il s'effectue dans un réacteur où on met en contact les micro-organismes épurateurs et l'eau à épurer en présence de l'oxygène.

#### **➤ Bassins d'aérations**

La STEP de BARAKI constitue de deux bassins d'aération (figure 12) d'un volume unitaire de 18 000 m<sup>3</sup>. Ces bassins fournissent de l'oxygène à l'aide des souffleurs d'air (trois turbocompresseurs), afin de maintenir une concentration constante des bactéries dans l'eau. Ces dernières vont se nourrir de la pollution biodégradable et forment de gros floccs qui décantent ; lesquels à leur tour constituent des masses flocculeuses dites « boues activées ».



**Figure 12 : Bassins d'aérations.**

➤ **Clarificateurs**

La STEP de BARAKI contient 4 clarificateurs circulaires assurant la décantation des boues dans la STEP. Chaque clarificateur est équipé d'un pont racleur où s'effectue la séparation par décantation des floccs biologiques constituée dans le bassin d'aération (boues activées) et de l'eau traitée.

L'eau traitée est évacuée vers un bassin d'eau traitée, puis elle est acheminée vers oued El- Harrach. Une partie des boues sédimentées où les boues en excès sont évacuées du clarificateur vers l'épaississeur par les trois pompes d'extraction des boues, l'autre partie des boues sont réinjectées dans le bassin d'aération afin de maintenir une concentration de biomasse nécessaire à la dégradation de la pollution (boues recyclées ou boues de routeurs).



**Figure 13 : Clarificateurs.**

### 3.2. Filière boue

Les boues passent par une série de traitements afin de réduire leur volume de les rendre stables avant leur évacuation vers la décharge.

#### 3.2.1. Epaissement

C'est la première étape de traitement des boues, elle a pour but de réduire le volume en augmentant la concentration. La STEP de BARAKI est constituée de deux épaisseurs (figure 14) qui ont pour objectif de limiter le volume des boues à transporter vers le digesteur, dans lesquels les boues primaires et les boues en excès sont mélangées. Les boues épaissies sont transportées du fond de l'ouvrage vers les digesteurs à l'aide des trois pompes. L'eau est récupérée par surverse et rejoint le poste de relevage N°2 (PRN°2).



**Figure 14 : Epaissement.**

#### 3.2.2. Digestion anaérobie

Il s'agit d'un procédé qui permet de réduire la masse (matières sèches) et de stabiliser la matière organique et donc de diminuer les nuisances olfactives tout en produisant une énergie valorisable « le biogaz ».

La digestion anaérobie permet une réduction de la matière organique des boues par des bactéries en l'absence d'oxygène. Les boues épaissies fermentent en séjournant au sein d'un digesteur, malaxées avec le gaz digestif et chauffées, elles abandonnent une partie de leur humidité. Sous l'effet des ferments anaérobies qui se développent au sein de la masse de boue, certaines matières organiques sont dissociées en matières minérales et en méthane (CH<sub>4</sub>). Le biogaz peut être valorisé en chaudière, la chaleur produite peut être utilisée pour le chauffage.

La station comprend :

- Deux digesteurs primaires brassés (figure 15) et chauffées alimentées par les boues épaissies ;
- Un digesteur secondaire brassé non chauffé alimenté par les boues digérées primaires.



**Figure 15 : Digesteur.**

### **3.2.3. Déshydratation**

La déshydratation des boues en excès est assurée par les filtres à bande, les boues traitées sont mélangées avec des polymères (pour agglomérer les boues). Le mélange des boues et des polymères est déversé sur un tapis roulant perméable qui permet l'élimination de l'eau des boues, et de modifier son état physique de l'état liquide vers l'état pâteux.

Ces boues sont ensuite stockées dans des sillons de stockage avant d'être envoyés à la décharge, tandis que l'eau de déshydratation rejoint le poste de relevage N°1 (PR N°1).

## Chapitre 11

# MATERIELS ET METHODES

Dans le but de déterminer l'efficacité du traitement physico-chimique de la station d'épuration de Baraki. Des échantillons d'eau et de boue ont été prélevés puis analysés au long de la filière de traitement durant le mois d'Avril 2016.

### 1. Prélèvement

La méthode de prélèvement appliqué à la station d'épuration de Baraki est celle de l'échantillon composite, elle consiste à prélever trois échantillons automatiquement chaque deux heures (à 9 h, à 11 h et à 13 h), un prélèvement en aval du dégrilleur fin pour l'eau brute, un autre après le décanteur primaire pour l'eau décantée et le dernier prélèvement dans la conduite de sortie des eaux traitées.

Le prélèvement des boues est un prélèvement ponctuel qui se fait pour :

- ✓ La boue primaire (BP) et la boue activée du bassin d'aération (BA) ;
- ✓ La boue recyclée (BR) ; et la boue épaissie (BE) ;
- ✓ La boue digérée (BS) et la boue déshydratée (BD).

### 2. Echantillonnage

Les paramètres analysés sont les paramètres physico-chimiques pour les deux filières, filière eau (eau brute, décanté et épurée) et filière boue (boue activée, boue de retour, boue primaire, boue épaissie, boue digérée et boue déshydratée). Les échantillonnages se sont déroulés :

#### 1.1. Filière eau

- ✓ Sur une période de 21 jours pour les échantillons d'eau brute, eau décantée et eau épurée : où nous avons effectuait des mesures du pH, de la température (°C), la conductivité ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), les MES (mg/l), la  $\text{DBO}_5$  (mg d' $\text{O}_2/\text{l}$ ) et la DCO (mg d' $\text{O}_2/\text{l}$ );
- ✓ Sur une période de 5 jours pour les échantillons d'eau brute et épurée ; pour les analyses d'azote total  $\text{N}_t$  (mg/l), l'ammonium  $\text{N-NH}_4$  (mg/l), nitrate  $\text{N-NO}_3$  (mg/l), nitrite  $\text{N-NO}_2$  (mg/l) et de phosphore total  $\text{P}_t$  (mg/l).

#### 1.2. Filière boue

- ✓ Sur une période de 19 jours pour les échantillons de boue, où nous avons effectué les analyses suivantes :
  - Pour la boue activée :  $V_{30}$  ( $D_{30\text{min}}$ ) (ml/l), MES (%) et MVS (%) ;
  - Pour la boue de retour et primaire : MES (g/l) et MVS (%) ;
  - Pour la boue épaissie, digérée et déshydratée : MS (%) et MVS (%).

### 3. Appareils de mesures

Le tableau (09) donne les paramètres mesurés avec l'appareillage nécessaire, les symboles et les unités de mesure :

Tableau 09 : Les appareils de mesure utilisés.

| Paramètres mesurés            | Symbole          | Unité                  | Appareils utilisés                 |
|-------------------------------|------------------|------------------------|------------------------------------|
| Potentiel hydrogène           | pH               | /                      | pH mètre                           |
| Température                   | T                | °C                     | Thermomètre                        |
| Conductivité                  | Ce               | μS/cm                  | Conductimètre                      |
| Matière en suspension         | MES              | mg/l                   | Dispositif de filtration sous vide |
| Demande biologique en oxygène | DBO <sub>5</sub> | mg d'O <sub>2</sub> /l | DBO mètre                          |
| Demande chimique en oxygène   | DCO              | mg d'O <sub>2</sub> /l | Spectrophotomètre                  |
| Azote                         | N                | mg/l                   | Spectrophotomètre                  |
| Phosphore                     | P                | mg/l                   | Spectrophotomètre                  |
| D <sub>30</sub>               | D <sub>30</sub>  | ml/l                   | Eprouvette graduée                 |
| Matière en suspension         | MES              | mg/l                   | Centrifugeuse                      |
| Matière sèche                 | MS               | %                      | Etuve                              |
| Matière volatile sèche        | MVS              | %                      | Four à moufle                      |

#### 4. Protocole des analyses

##### 4.1. Filière eau :

##### 4.1.1. Mesure du pH

La mesure de l'acidité et l'alcalinité d'une eau se réalise à l'aide d'un pH mètre, constitué de deux électrode : une électrode en verre et l'autre de référence plongée dans la solution à analyser. Il est étalonné à l'aide de deux solutions tampon (pH =7, pH = 4).

- Mettre un échantillon d'eau brute dans le 1<sup>er</sup> bēcher et un autre d'eau épurée dans le 2<sup>em</sup> bēcher ;
- Rincer l'électrode avec l'eau distillé ;
- Mettre l'électrode dans le 1<sup>er</sup> bēcher (l'eau brute) ;
- Lire la valeur finale du pH d'eau brute sur le pH mètre après la stabilisation de la valeur ;
- Rincer l'électrode avec l'eau distillée ;
- Mettre l'électrode dans le 2<sup>em</sup> bēcher (l'eau épurée);
- Lire la valeur finale du pH d'eau épurée sur le pH mètre après la stabilisation de la valeur.

##### 4.1.2. Mesure de Température

La mesure de la température se fait en suivant ce protocole :

- Mettre un échantillon d'eau brute dans le 1<sup>er</sup> bēcher et un autre d'eau épurée dans le 2<sup>em</sup> bēcher ;
- Rincer la sonde thermométrique avec l'eau distillée ;
- Mettre la sonde dans le 1<sup>er</sup> bēcher (l'eau brute) ;

- Lire les valeurs de température d'eau brute sur le thermomètre après la stabilisation de la valeur ;
- Rincer la sonde thermométrique avec l'eau distillée ;
- Mettre la sonde dans le 2<sup>em</sup> bécher (l'eau épurée) ;
- Lire les valeurs de température d'eau épurée sur le thermomètre après la stabilisation de la valeur.

#### 4.1.3. Mesure de la conductivité

La mesure de la conductivité électrique d'une solution s'effectue à l'aide d'une sonde pour cela on doit :

- Préparer la solution étalon de la conductivité électrique (KCl) ;
- Mettre un échantillon d'eau brute dans le 1<sup>er</sup> bécher et un autre d'eau épurée dans le 2<sup>em</sup> bécher ;
- Rincer la sonde de conductimètre avec l'eau distillée ;
- Plonger la sonde dans le 1<sup>er</sup> bécher (l'eau brute) et agiter à l'aide d'un agitateur automatique ;
- Lire les valeurs de la conductivité en ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) d'eau brute sur le conductimètre ;
- Rincer la sonde de conductimètre avec l'eau distillée ;
- Plonger la sonde dans le 2<sup>em</sup> bécher (l'eau épurée) et agiter à l'aide d'un agitateur automatique ;
- Lire les valeurs de la conductivité en ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) d'eau épurée sur le conductimètre ;

#### 4.1.4. Mesure des MES :

La notion des matières en suspension désigne l'ensemble des matières solides insolubles visibles à l'œil nu présentes dans un liquide, elle est d'origine minérale ou organique. Deux techniques sont actuellement utilisés pour la détermination des MES, la méthode filtration sous vide pour les échantillons d'eau (brute, décanté et épurée) et la méthode de centrifugation pour l'échantillon de la boue aussi pour l'eau chargée.

Le taux des matières en suspension, exprimé en milligramme par litre (mg/l) est donné par l'expression suivante (**RODIER et al. 2005**) :

$$\text{MES (mg/l)} = (P_1 - P_0) / V * 1000$$

Où :

- P<sub>0</sub>** : le poids du filtre vide (mg) ;
- P<sub>1</sub>** : le poids du filtre plus la retenue (mg) ;
- V** : le volume d'eau versé dans la fiole (ml).

Pour cela on doit :

- Peser les filtres vides **P<sub>0</sub>** avec une balance de précision ;
- Préparer le dispositif de filtration (figure 16), ce dernier est composé d'un erlenmeyer, un support filtré, d'un entonnoir gradué et d'une pompe à vide ;
- Pour chaque échantillon, on filtre un volume 30 ml d'eau brute, 30 ml d'eau décantée et 25 ml d'eau épurée, il ne faut pas dépasser 30 min pour éviter la détérioration du filtre ;

- Rincer avec l'eau du robinet et l'eau distillée ;
- Récupérer les filtres et la retenue ;
- Mettre les filtres et la retenue dans l'étuve à 105 °C pendant 2 h au minimum ;
- Mettre les filtres dans le dessiccateur ;
- Repeser les filtres plus la retenue P<sub>1</sub>.



Filtres vides



Balance de précision



Dispositif de filtration sous vide

Figure 16: Matériel utilisés pour déterminer les MES.

#### 4.1.5. Mesure de la DBO<sub>5</sub>

La méthode utilisée c'est la méthode manométrique Oxitop, la DBO<sub>5</sub> est mesurée au bout de 5 jours à 20 °C « la température favorable à l'activité des micro-organismes consommateurs d'oxygène », et à l'obscurité « afin d'éviter toute photosynthèse parasite ».

Le protocole expérimental suivi et décrit dans ce qui suit :

- Prendre un volume de 432 ml d'eau épurée, un des 97 ml de l'eau brute et un autre volume de 97 ml pour l'eau décantée (le volume est choisi est en fonction de la gamme de mesures) ;
- Mettre les solutions dans des bouteilles en verre marron (bouteilles EB, ED et EE) ;
- Introduire un barreau magnétique dans chaque bouteille ;
- Ajouter deux pastilles de l'hydroxyde de sodium (NaOH) ;
- Remettre le bouchon sur les bouteilles ;
- Appuyer sur la touche S et M simultanément jusqu'à ce que le zéro s'affiche pour lancer la lecture ;
- Mettre les bouteilles dans l'incubateur (voir figure 17) à une température constante de 20 °C pendant 5 jours ;
- La lecture se fait après 5 jours à la même heure en appuyant sur la touche M (la valeur s'affiche en mg d'O<sub>2</sub> /l).



Figure 17: OXITOP et l'incubateur.

#### 4.1.6. Mesure de la DCO

La détermination de la DCO s'effectue par la méthode de test en cuve HACH LCK 114/314 mesuré par le spectrophotomètre modèle DR 2800, cette détermination se fait essentiellement par l'oxydation avec bichromate à 148 °C dans un thermostat pendant 2 h. La DCO exprimée en mg d'O<sub>2</sub>/l et en suivant les étapes décrites ci-dessous :

- Prendre un tube de LCK 114 pour l'eau brute, un autre pour l'eau décantée et un tube de LCK 314 pour l'eau épurée ;
- Mettre 2 ml de chaque échantillon (eau brute, décantée et épurée) dans trois tubes ;
- Mélanger les tubes ;
- Placer les tubes dans le thermostat (figure 18) à une température de 148 °C pendant 2 heures ;
- Arrêter le thermostat et laisser les tubes refroidir à une température ambiante pendant 10 à 15 min ;
- Placer les tubes dans le spectrophotomètre puis lire les valeurs affichées.



Figure 18 : Matériels utilisés pour déterminer la DCO.

#### 4.1.7. Mesure de l'azote totale

Pour la détermination de l'azote, le dosage a été réalisé selon la méthode colorimétrique par test en cuve HACH LCK 338, à l'aide d'un spectrophotomètre du type DR 2800. L'azote total exprimé en mg/l. Pour cela :

- Prendre deux tubes LCK 338 ;
- Ajouter un volume 0,2 ml de l'eau brute dans le 1<sup>er</sup> tube et 0,5ml l'eau épurée dans le 2<sup>em</sup> tube ;
- Mélanger les tubes puis ajouter 2.3 ml du réactif (hydroxyde de sodium) aussi le catalyseur ;
- Agiter les tubes ;
- Mettre les tubes dans le thermostat à 100 °C pendant une heure ;
- Arrêter le thermostat et laisser les tubes refroidir à une température ambiante pendant 10 à 15 min ;
- Mesurer à l'aide de spectrophotomètre ;
- Lire la valeur affichée sur le spectrophotomètre.

#### 4.1.8. Mesure de phosphore

Pour la détermination du phosphore, le dosage a été réalisé selon la méthode colorimétrique par test en cuve HACH LCK 350, à l'aide d'un spectrophotomètre du type DR 2800. Le protocole consiste à :

- Prendre deux tubes LCK 350 ;
- Ajouter un volume 0,4 ml de l'eau brute dans le 1<sup>er</sup> tube et 0,5 ml l'eau épurée dans le 2<sup>em</sup> tube (les réactifs sont fixés sur le bouchon des tubes);
- Mélanger les tubes ;
- Placer les tubes dans le thermostat à une température de 100 °C pendant 1 h ;
- Arrêter le thermostat et laisser les tubes refroidir à une température ambiante pendant 10 à 15 min ;
- Mesurer avec le spectrophotomètre puis lire la valeur affichée.

#### 4.1.9. Mesure de l'ammonium :

Pour la détermination de l'ammonium, le dosage a été réalisé selon la méthode colorimétrique par test en cuve HACH LCK 305, à l'aide d'un spectrophotomètre du type DR 2800. Le protocole consiste à :

- Prendre deux tubes LCK 305 ;
- Ajouter un volume 0,2 ml de l'eau brute dans le 1<sup>er</sup> tube et 0,5 ml l'eau épurée dans le 2<sup>em</sup> tube (les réactifs sont fixés sur le bouchon des tubes);
- Mélanger les tubes ;
- Placer les tubes dans le thermostat à une température de 100 °C pendant 1 heure ;
- Arrêter le thermostat et laisser les tubes refroidir à une température ambiante pendant 10 à 15 min ;
- Mesurer avec le spectrophotomètre puis lire la valeur affichée.

#### 4.1.10. Mesure de nitrite

Pour la détermination du nitrite, le dosage a été réalisé selon la méthode colorimétrique par test en cuve HACH LCK 341, à l'aide d'un spectrophotomètre de type DR 2800. Le protocole consiste à :

- Prendre deux tubes LCK 341 ;
- Ajouter un volume 0,2 ml de l'eau brute dans le 1<sup>er</sup> tube et 2 ml l'eau épurée dans le 2<sup>em</sup> tube (les réactifs sont fixés sur le bouchon des tubes);
- Mélanger les tubes ;
- Placer les tubes dans le thermostat à une température de 100 °C pendant 1 h ;
- Arrêter le thermostat et laisser les tubes refroidir à une température ambiante pendant 10 à 15 min ;
- Mesurer avec le spectrophotomètre puis lire la valeur affichée.

#### 4.1.11. Mesure de nitrate

Pour la détermination du nitrate, le dosage a été réalisé selon la méthode colorimétrique par test en cuve HACH LCK 339, à l'aide d'un spectrophotomètre du type DR 2800. Le protocole consiste à :

- Prendre deux tubes LCK 339 ;
- Ajouter un volume 1 ml de l'eau brute dans le 1<sup>er</sup> tube et 1 ml l'eau épurée dans le 2<sup>em</sup> tube (les réactifs sont fixés sur le bouchon des tubes);
- Mélanger les tubes ;
- Placer les tubes dans le thermostat à une température de 100 °C pendant 1 h ;
- Arrêter le thermostat et laisser les tubes refroidir à une température ambiante pendant 10 à 15 min ;
- Mesurer avec le spectrophotomètre puis lire la valeur affichée.

### 4.2. Filière boues

#### 4.2.1. Test de décantation $D_{30}$ :

Le  $D_{30}$  est le volume de la boue décantée dans 30 minutes, il est appliqué sur la boue activée (BA), il nous permet de calculer l'indice de mohلمان par l'expression suivante :

$$IM = V/P$$

Où :

- IM** : indice de mohلمان ;
- V** : volume occupé par la boue (ml) ;
- P** : poids sec (g).

Pour cela on doit :

- Prendre une éprouvette graduée (figure 19) ;
- Verser un volume de 1000 ml de la boue activée dans cette éprouvette ;
- Lancer le chronomètre ;
- Lire le volume occupé par la boue sur l'éprouvette après 30 minutes de décantation.



Figure 19 : Mesure du D<sub>30</sub>.

#### 4.2.2. Détermination des MES

La détermination des MES sur la boue primaire (BP), la boue activée (BA) et la boue de retour (BR), en suivant les étapes décrites ci-dessous :

- Mettre les coupelles à vide dans l'étuve à 105 °C puis les peser ;
- Mettre un volume de 50 ml de boue dans un tube à centrifuger (figure 20) puis rincer avec l'eau distillée ;
- Après centrifugation éliminer le surnageant et récupérer le culot ;

Ajouter 50 ml d'eau distillée ;

- Centrifuger puis récupérer le culot, puis le mettre dans une coupelle ;
- Sécher la coupelle à 105 °C pendant 24 h puis peser la coupelle.

La détermination de la teneur des MES avec la relation suivante :

$$\text{MES} = ((P_1 - P_0)/V) * 1000$$

Où :

**MES** : matière en suspension en mg/l.

**P<sub>0</sub>** : le poids de la coupelle vide en mg.

**P<sub>1</sub>** : le poids de la coupelle plus la boue séchée en mg.

**V** : le volume de la boue utilisé en ml.



Figure 20 : Matériels utilisés pour la centrifugation.

#### 4.2.3. Mesure de la matière sèche

La détermination des MS sur la boue épissée (BE), la boue déshydratée (BD) et la boue digérée (BS) en suivant les étapes décrites ci-dessous :

- Sécher la coupelle vide puis la peser  $P_0$  ;
- Mettre une quantité de boue à analyser ;
- Peser les coupelles pleines  $P_1$  ;
- Sécher la coupelle à 105 °C jusqu'à poids constant ;
- Peser les coupelles après séchage  $P_2$  ;
- Déterminer la teneur de la matière sèche par la relation suivante :

$$MS = ((P_2 - P_1) / (P_1 - P_0)) * 100$$

Où :

**MS** : matière sèche (%) ;

**P<sub>0</sub>** : poids de la coupelle vide (g) ;

**P<sub>1</sub>** : poids de la coupelle plus la boue (g) ;

**P<sub>2</sub>** : poids de la coupelle après séchage (g).

#### 4.2.4. Mesure de la matière volatile (MVS)

Cette mesure est appliquée sur la boue primaire (BP), la boue activée (BA), la boue recyclée (BR), la boue épaissie (BE), la boue digérée (BS) et la boue déshydratée (BD) par la méthode suivante :

- Sécher la coupelle vide puis la peser  $P_0$  ;
- Mettre une quantité de boue à analyser ;
- Peser les coupelles pleines  $P_1$  ;
- Sécher la coupelle à 550 °C dans un four à moufle pendant 2h ;
- Peser les coupelles après séchage calcination  $P_3$  ;
- Déterminer la teneur de la matière volatile sèche par la relation suivante :

$$MVS = ((P_3 - P_1) / (P_1 - P_0)) * 100$$

Où :

**MVS** : matière volatile sèche (%) ;

**P<sub>0</sub>** : poids de la coupelle vide (g) ;

**P<sub>1</sub>** : poids de la coupelle après séchage (g) ;

**P<sub>3</sub>** : poids de la coupelle après calcination (g).

## *Chapitre III*

# RESULTATS ET DISCUSSIONS

Les analyses physico-chimiques pour l'eau et la boue sont effectuées au laboratoire de la SEAAAL pendant le mois d'Avril pour l'année 2016, ce chapitre présente les résultats de ces analyses et interprétation pour chacune.

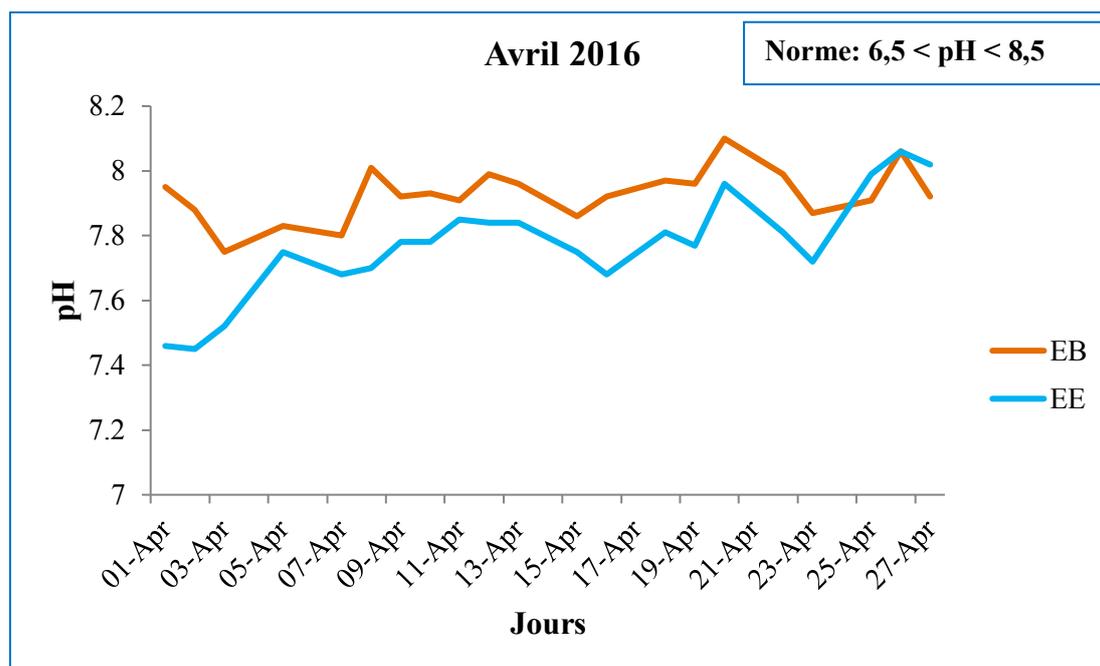
L'ensemble des figures présentées ci-dessous montrent les variations des teneurs de plusieurs paramètres physico-chimiques des échantillons d'eau et de boue ainsi les rendements de quelques de ces paramètres (MES, DBO<sub>5</sub>, DCO, N<sub>t</sub> et P<sub>t</sub>) en fonction du temps (jours et semaines).

## 1. Filière eau

Les résultats physico-chimiques des eaux brutes (EB), décantées (ED) et épurées (EE) sont regroupés dans les tableaux 10,11, 12 et 13 des annexes 03, 04, 05 et 06.

### 1.1. Potentiel hydrogène (pH)

D'après les résultats obtenus (figure 21), le pH de l'eau brute à l'entrée de la station d'épuration varie entre 7,75 et 8,10 (le pH de l'ordre de 7,5 à 8, le plus favorable à l'action bactérienne) et entre 7,45 et 8,06 pour les eaux épurées. Le pH des eaux prélevés au niveau de la STEP sont acceptables et sont conformes aux normes de rejets ( $6,5 < \text{pH} < 8,5$ ).

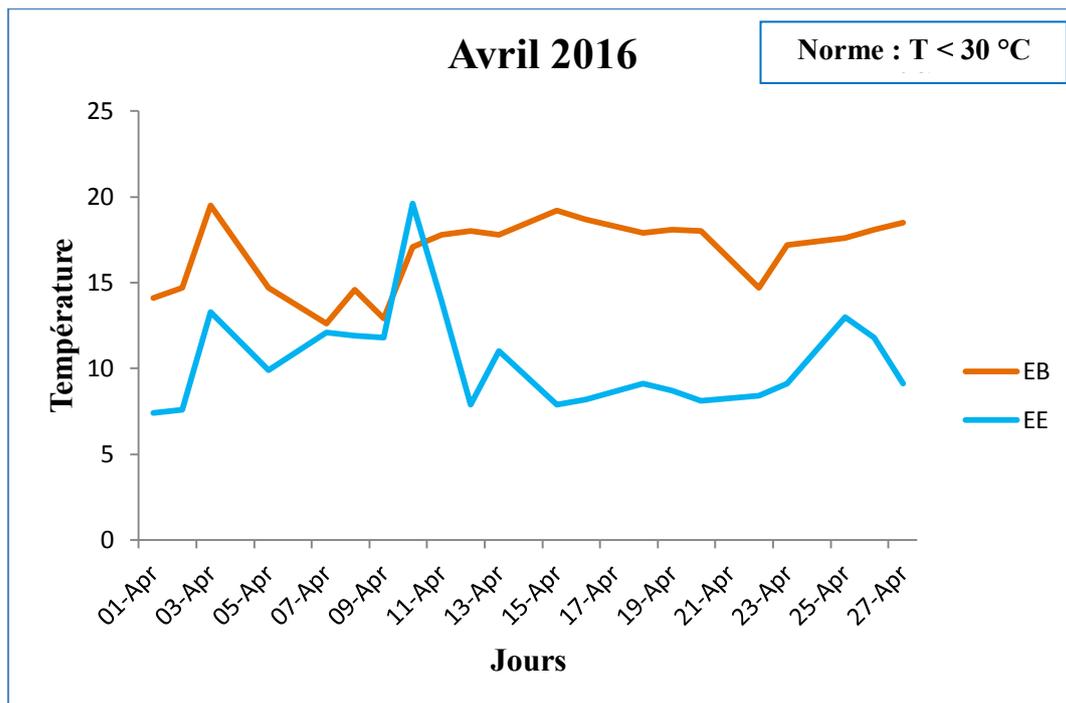


**Figure 21 : Variation du pH à l'entrée et la sortie de la STEP de BARAKI.**

### 1.2. Température (T)

La température joue un rôle important dans la solubilité des sels et des gaz ( $O_2$ ) dans l'eau. La figure 22 illustre les variations de la température de l'eau brute et l'eau épurée sur une période de 21 jours. La moyenne de ces dernières sont de  $16,75\text{ °C}$  pour l'EB et de  $10,47\text{ °C}$  pour l'EE et restent largement inférieures à  $30\text{ °C}$  qui sont considérée comme la valeur limite de rejets dans le milieu récepteur.

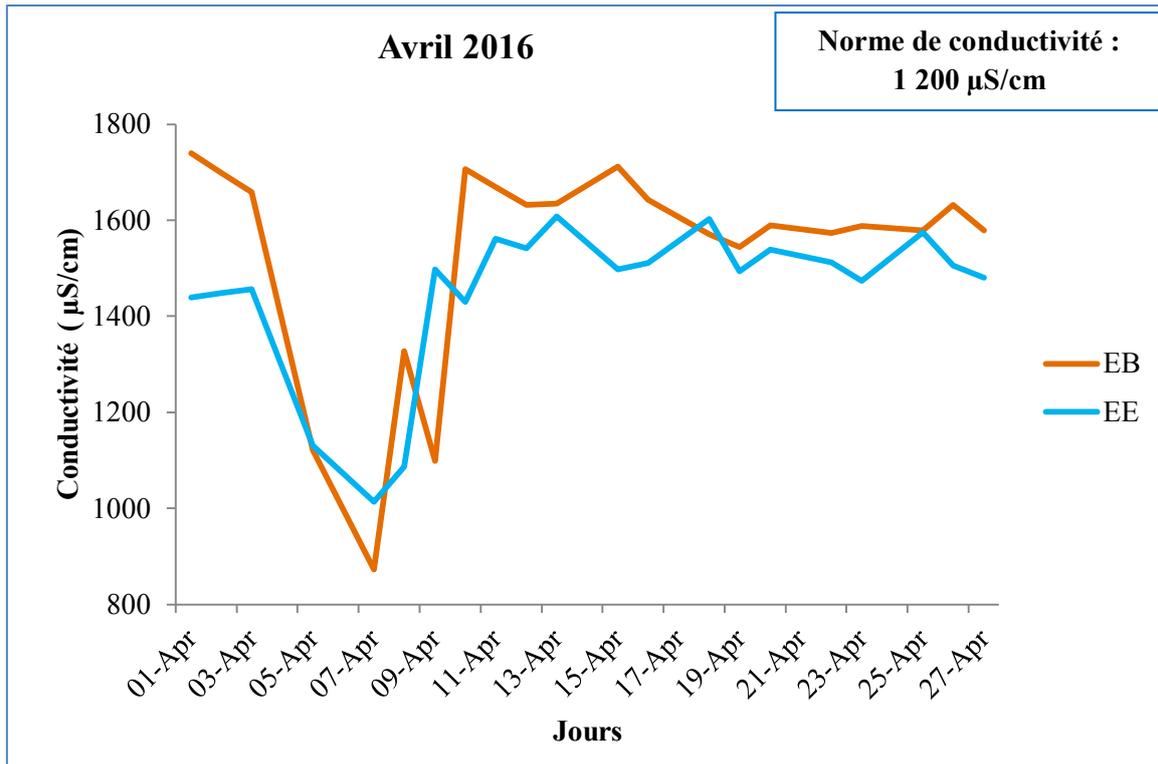
D'après le graphe on remarque une élévation de la température le 10/04/2016 qui atteint  $19,6\text{ °C}$  ceci est dû à l'effet de la température atmosphérique.



**Figure 22 : Variation de la température à l'entrée et la sortie de la STEP de BARAKI.**

### 1.3. Conductivité électrique

D'après les résultats obtenus (figure 23), les valeurs de la conductivité, se situent dans l'intervalle de  $873$  à  $1\,739\ \mu\text{S/cm}$  à l'entrée et de  $1\,013$  à  $1\,608\ \mu\text{S/cm}$  à la sortie. Ces valeurs indiquent une minéralisation importante et une certaine richesse en sels. La diminution des valeurs moyennes à l'entrée ( $1\,531,7\ \mu\text{S/cm}$ ) vers la sortie ( $1\,447,6\ \mu\text{S/cm}$ ) au niveau de la STEP est probablement due au traitement biologique effectué sur les eaux usées ou due à la baisse de la température observée au cours du mois d'Avril, malgré que la conductivité diminue à la sortie, mais elle dépasse la norme JORAD ( $1200\ \mu\text{S/cm}$ ) et ceci est lié à l'origine des eaux brutes (les eaux industrielles).



**Figure 23 : Variation de la conductivité électrique à l'entrée et la sortie de la STEP de BARAKI.**

#### 1.4. Matière en suspension (MES)

La figure 24 montre la variation de la concentration des MES à l'entrée et à la sortie de la STEP en fonction du temps, avec une moyenne de 856.67 mg/l pour l'EB, et 137.67 mg/l pour l'ED, en ce qui concerne les eaux épurées la teneur en MES est très faible avec une moyenne de 12.54 mg/l, ceci est dû à la décantation des matières décantables. Cette valeur reste inférieure à la norme de rejet 35 mg/l, ce qui indique une bonne élimination des MES.

On remarque que, le 23 avril 2016 la teneur en MES atteindre 47 mg/l et cela est lié à l'arrivage d'eau très chargée en matières minérales.

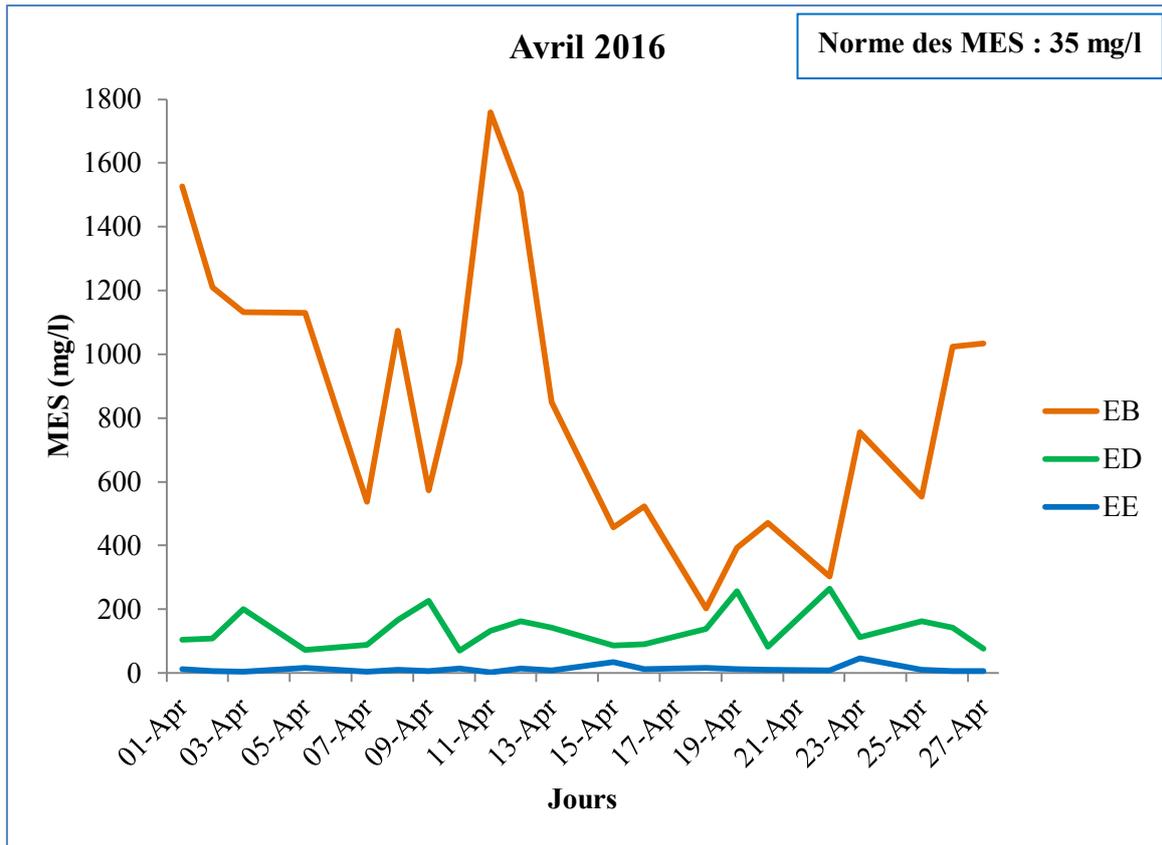


Figure 24 : Variation de MES de l’EB, l’ED et l’EE de la STEP de BARAKI.

Le rendement de quatre semaines de mois d’Avril (figure 25) était entre 95,29 et 99,23 %, Ce taux explique l’efficacité de ce genre de procédé de traitement.

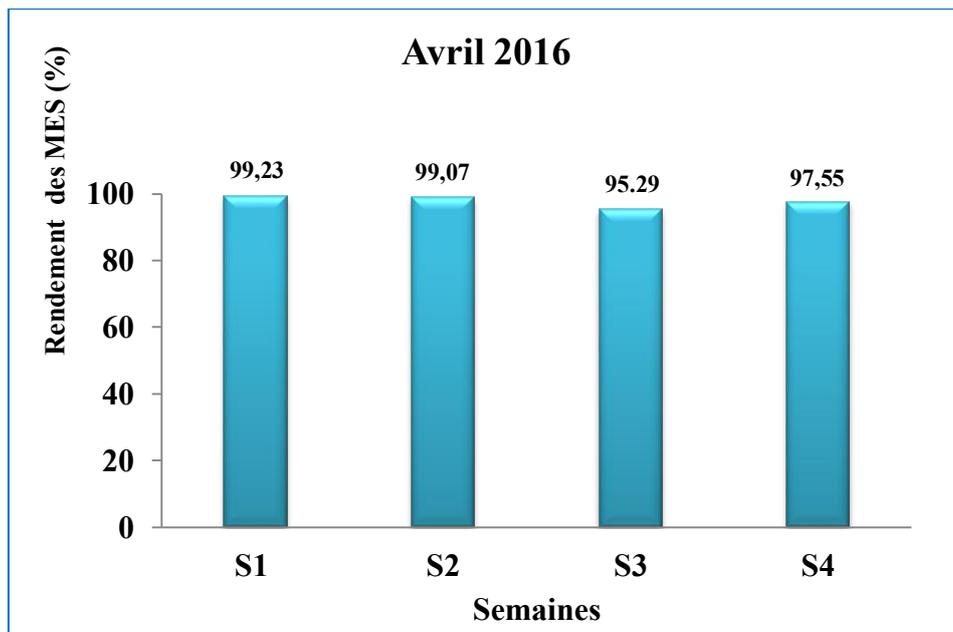


Figure 25 : Rendement des MES de la STEP de BARAKI.

### 1.5. Demande biochimique en oxygène à 5 jours (DBO<sub>5</sub>)

Selon la figure 26, la concentration de la DBO<sub>5</sub> de l'eau brute à l'entrée de la STEP aboutit à une moyenne de 434,7 mg d'O<sub>2</sub>/l, 181,9 mg d'O<sub>2</sub>/l pour les ED et pour les EE 15,9 mg d'O<sub>2</sub>/l. Cette dernière est inférieure à celle d'eau brute, ce qui signifie que le traitement biologique effectué sur l'eau est très acceptable surtout par rapport aux normes de rejets et que l'eau entrée à la STEP est chargée en matières organiques biodégradables.

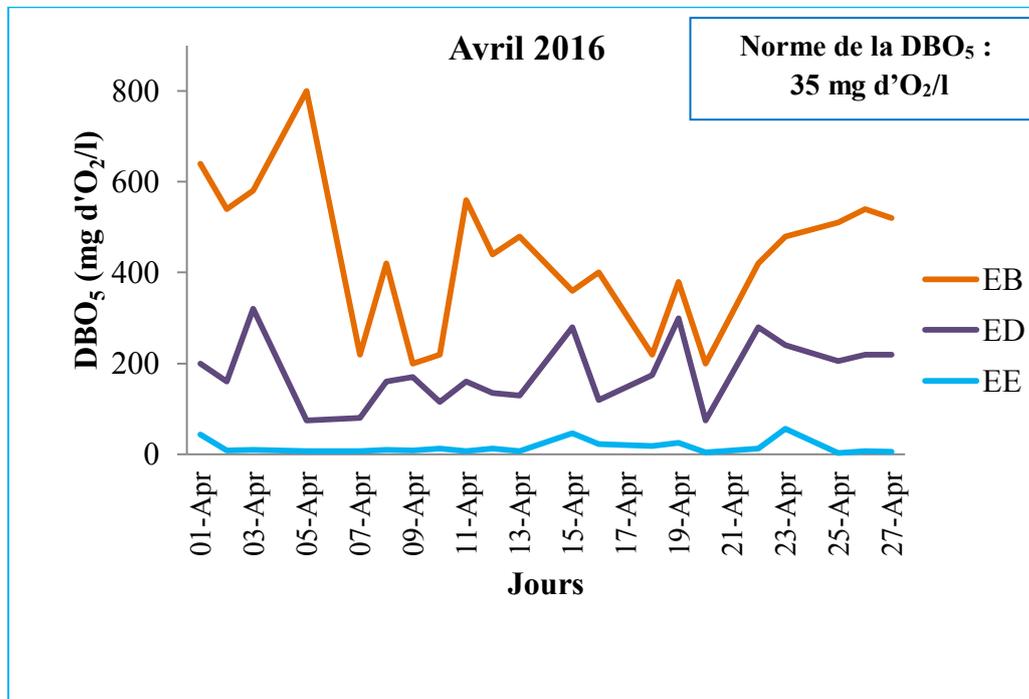


Figure 26 : Variation de DBO<sub>5</sub> de l'EB, l'ED et l'EE de la STEP de BARAKI.

La figure 27 montre que le rendement moyen de la DBO<sub>5</sub> pour les quatre semaines du mois d'Avril, ce rendement est varié entre 92,85 et 97,2 %, donc ce dernier indique que ce rendement a considérablement bon.

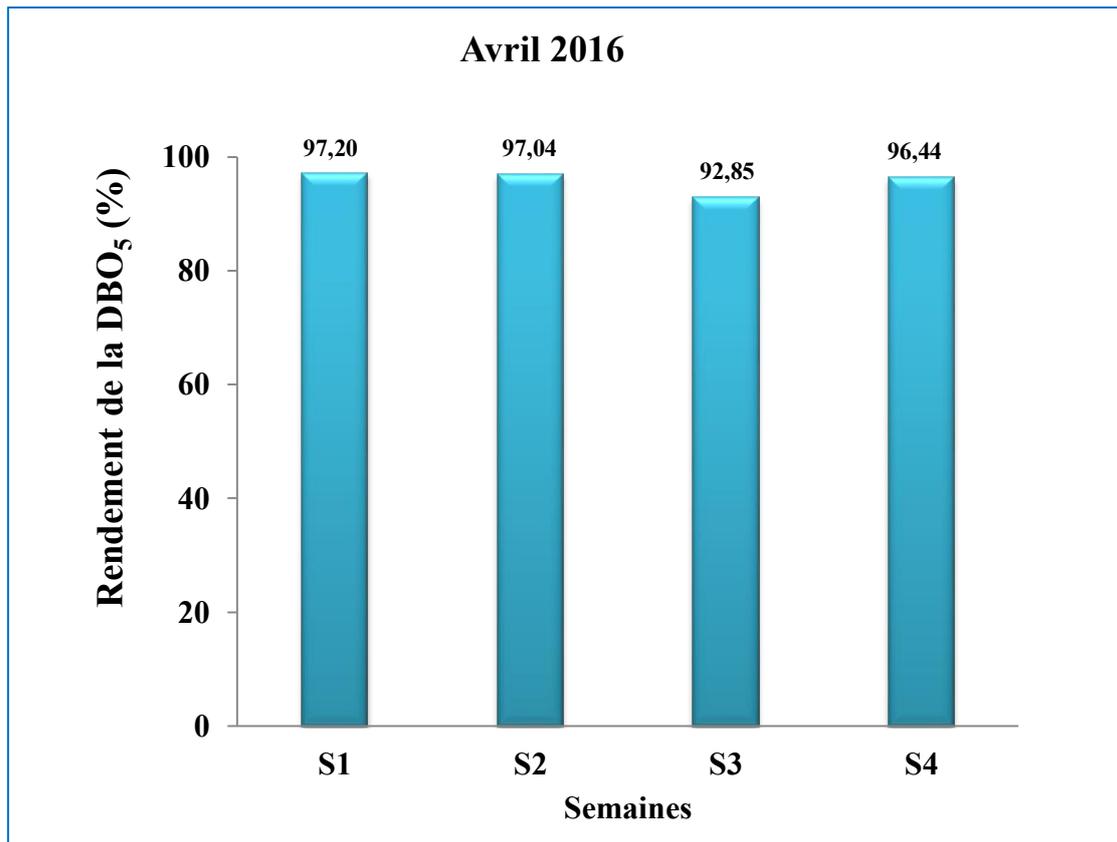


Figure 27 : Rendement de la DBO<sub>5</sub> de la STEP de BARAKI.

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

La valeur de la DCO est un indicateur important. La valeur de la DCO enregistrée à l'entrée de la STEP (figure 28) est de l'ordre de 936,24 mg d'O<sub>2</sub> /l, après la décantation cette concentration diminuée jusqu'à 313,38 mg d'O<sub>2</sub> /l. Par ailleurs, la DCO de l'eau à sortie à une moyenne de 41,60 mg d'O<sub>2</sub>/l, cette dernière valeur est conforme à la norme de rejet (120 mg d'O<sub>2</sub> /l).

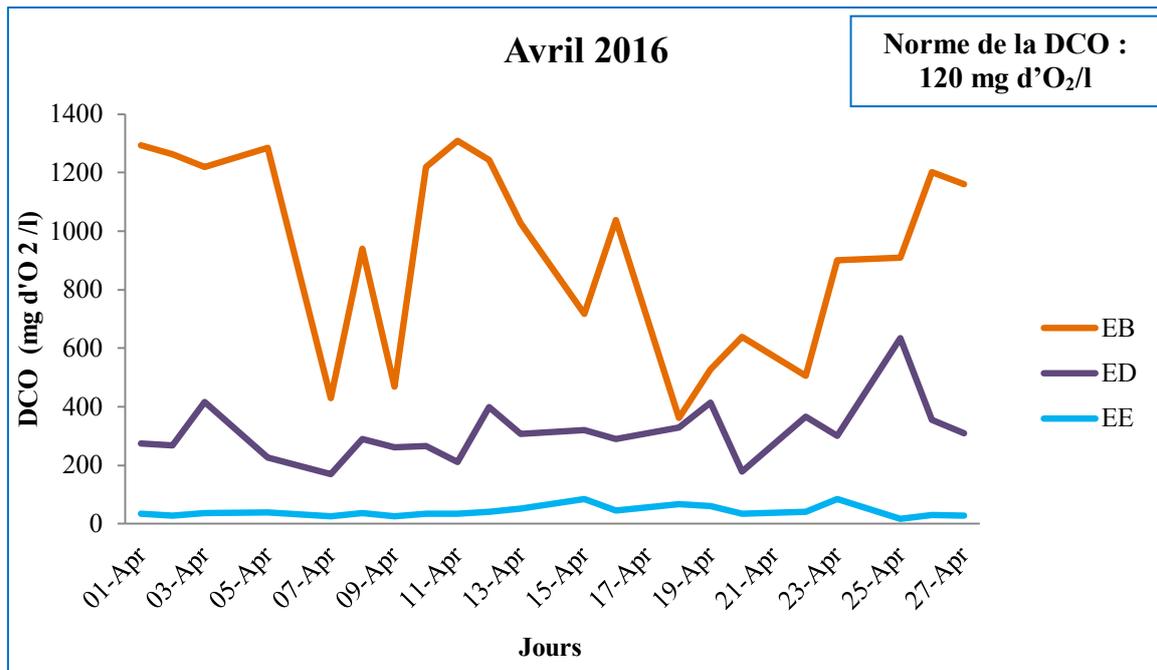


Figure 28 : Variation de la DCO de l'EB, l'ED et l'EE de la STEP de BARAKI.

A travers la figure ci-dessous (figure 29), on constate que le rendement moyen de la DCO pour quatre semaines du mois d'Avril, est supérieur à 89 % et ce dernier indique une bonne oxydation de substances organiques et minérales ainsi l'efficacité de ce type de traitement (boues activées).

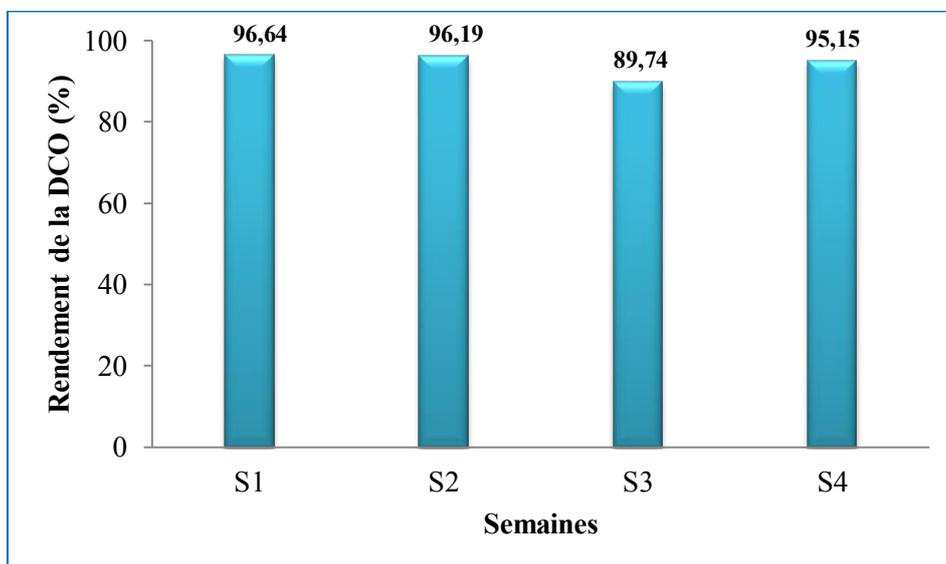
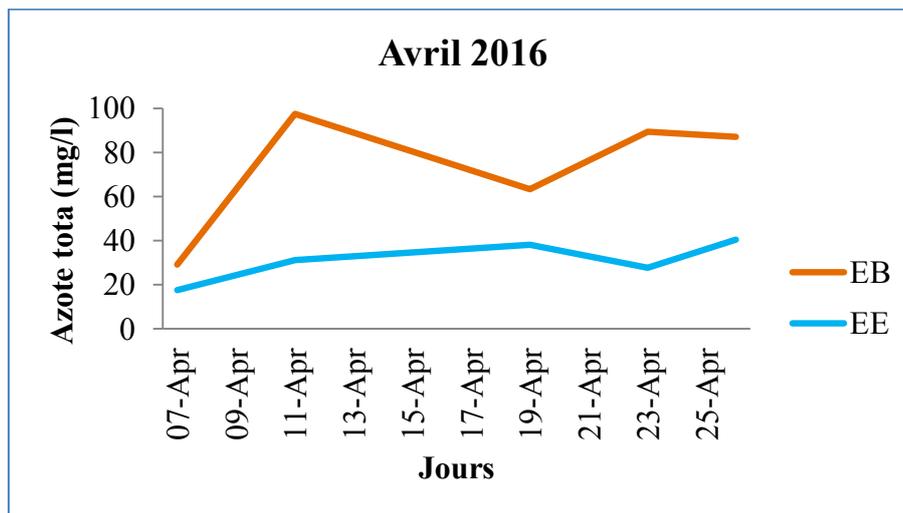


Figure 29 : Rendement de la DCO de la STEP de BARAKI.

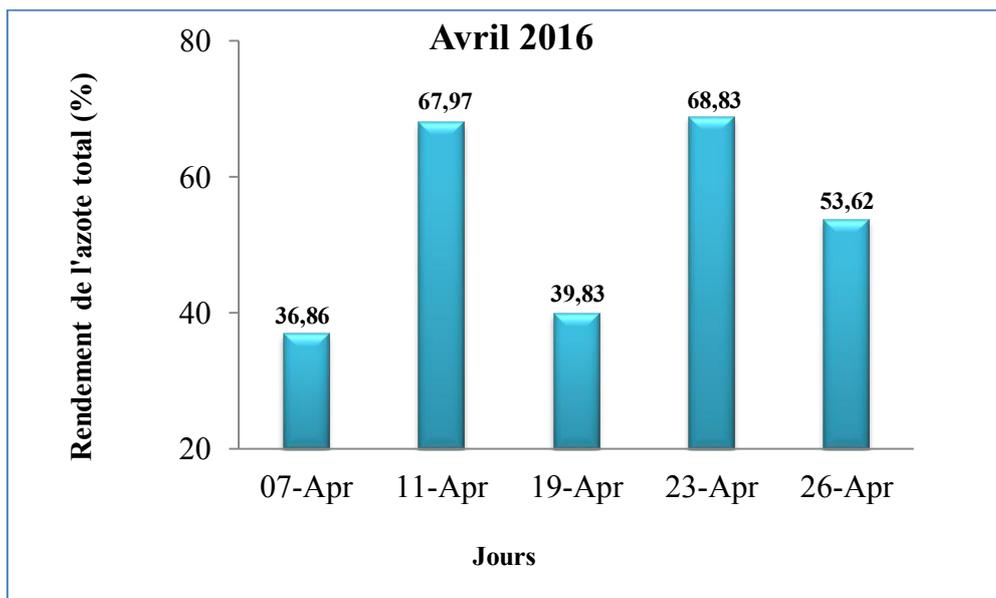
### 1.7. Azote total ( $N_t$ )

La figure 30 montre la concentration de l'azote total en mg/l dans l'eau brute et l'eau épurée pendant 5 jours du mois d'Avril, d'après cette représentation on remarque que la concentration de l'azote total dans l'eau épurée est très faible par rapport à celle des eaux brutes, avec une moyenne de 73.22 mg/l pour l'EB et 31.02 mg/l pour l'EE, cette diminution est due à l'ammonification, c'est-à-dire la transformation de l'azote total en azote ammoniacal  $NH_4^+$  par l'enzyme l'uréase.



**Figure 30 : Variation de l'azote total de l'EB et l'EE de la STEP de BARAKI.**

La figure 31 représente le rendement moyen de l'azote organique pendant cinq jours qui ne dépasse pas 68,9%, ceci indique une réduction de la teneur en azote.



**Figure 31 : Rendement d'azote total de la STEP de BARAKI.**

### 1.8. Ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)

Une forte concentration en ammonium constitue un grand danger pour la vie aquatique. La représentation graphique (figure 32) illustre les valeurs de l'ammonium pendant 5 jours du mois d'Avril. On remarque que les résultats de l'ammonium sont conformes aux normes de rejets avec une moyenne de 30,72 mg/l pour l'EB et 18,47 mg/l pour l'EE. On remarque une diminution considérable après traitement de l'ammonium, ceci est dû à l'oxydation de NH<sub>4</sub><sup>+</sup> en NO<sub>2</sub><sup>-</sup> (par voie aérobie à la présence des bactéries Nitrosomonas).

La réaction suivante montre l'oxydation de l'ion ammonium en nitrite :

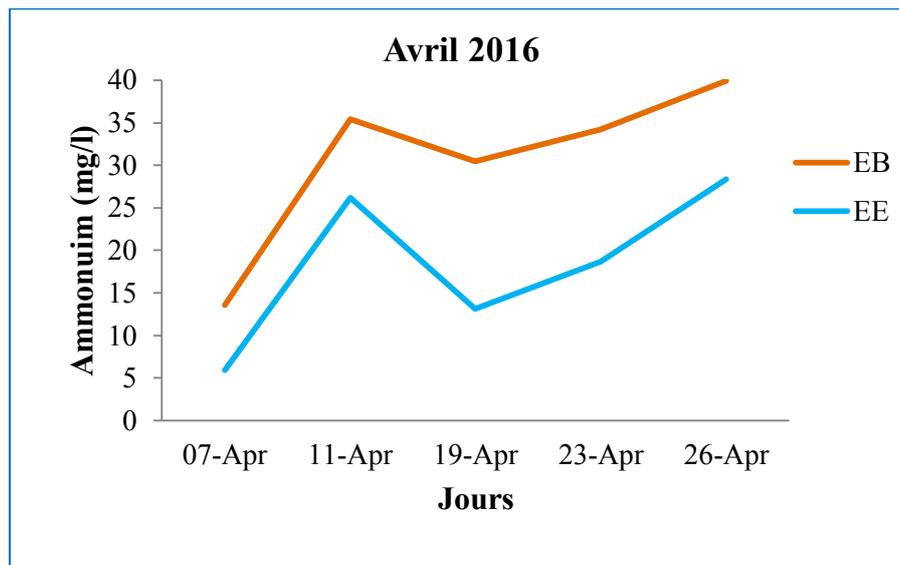
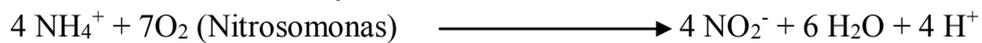


Figure 32 : Variation de l'ammonium de l'EB et l'EE de la STEP de BARAKI.

### 1.9. Nitrite (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>)

La figure 33 illustre la variation de la concentration des nitrites dans l'eau brute et l'eau épurée pendant cinq jours du mois d'Avril. Cette concentration est d'une moyenne de 0,41 mg/l pour l'EB et 2,08 mg/l pour l'EE. D'après ces résultats, on constate que l'augmentation des nitrites après traitement est due au phénomène de nitrification.

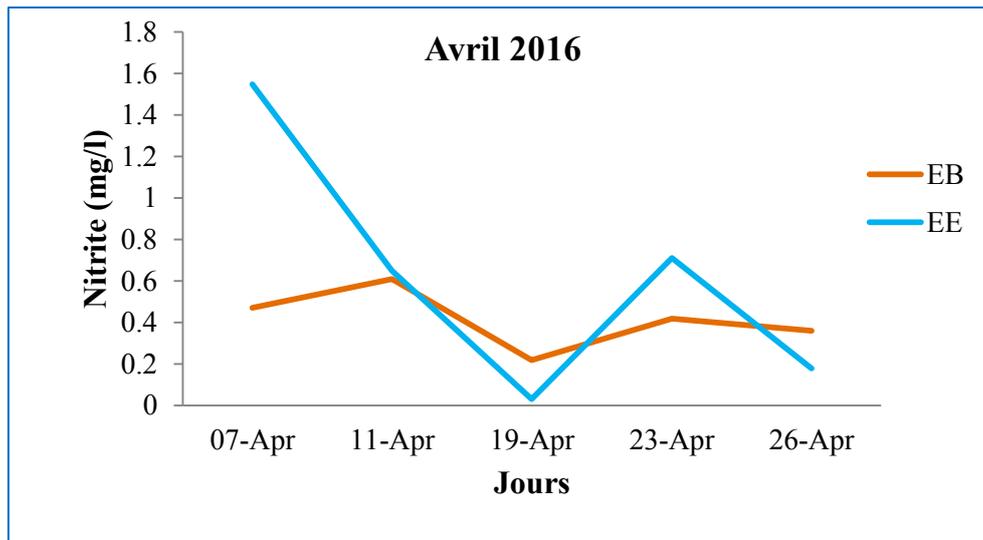
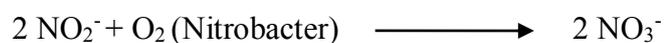


Figure 33 : Variation du nitrite de l'EB et l'EE de la STEP de BARAKI.

#### 1.10. Nitrate ( $\text{NO}_3^-$ )

Les nitrates sont le résultat final de l'oxydation de l'azote. Les variations des taux des nitrates au niveau des eaux brutes et des eaux épurées sont illustrées dans la figure 34, à la sortie on note que les teneurs en nitrates augmentent de 1,36 mg/l vers 2,08 mg/l.

L'augmentation de la teneur des nitrates dans les eaux traitées est liée à la nitrification ce qui signifie la transformation des nitrites en nitrates par les Nitrobacter selon la réaction suivante :



Cette augmentation est rendue possible par l'absence de dénitrification qui réduit les nitrates en azote gazeux. L'absence de ce processus est due aux fortes concentrations en oxygène ( $\text{O}_2$ ) fourni par le réacteur de surface.

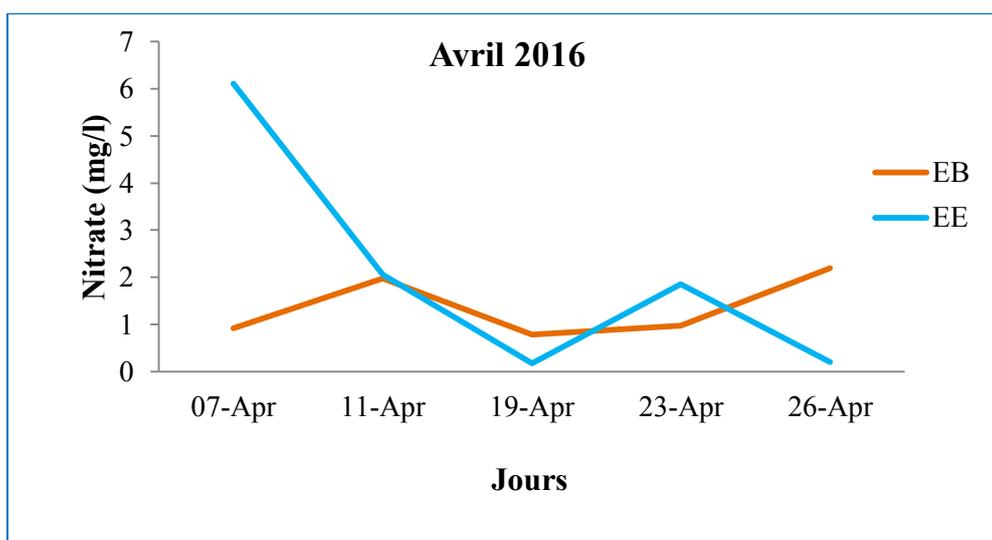


Figure 34 : Variation du nitrate de l'EB et de l'EE de la STEP de BARAKI.

### 1.11. Phosphore total (P<sub>T</sub>)

La teneur en phosphore total est globalement plus élevée à l'entrée de la STEP (figure 35) avec une moyenne de 10,75 mg/l et qui diminue jusqu'à 1,28 mg/l au niveau de la sortie. La présence du phosphore dans les eaux usées est liée à l'origine de ces eaux (domestique et industrielle) et sa diminution après traitement est due à sa consommation par les bactéries au cours du processus d'épuration.

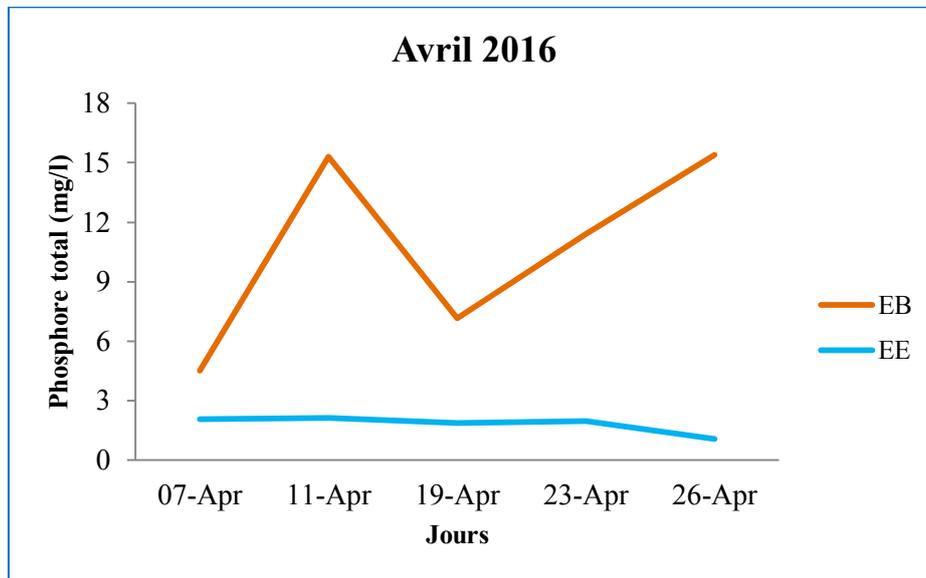


Figure 35 : Variation du phosphore total d'EB et EE de la STEP de BARAKI.

La figure ci-dessous montre le rendement de phosphore total pendant cinq jours du mois d'Avril, d'après cette figure le rendement est dans l'intervalle de 54 et 93 %, alors on considère que l'élimination du phosphore total est bonne.

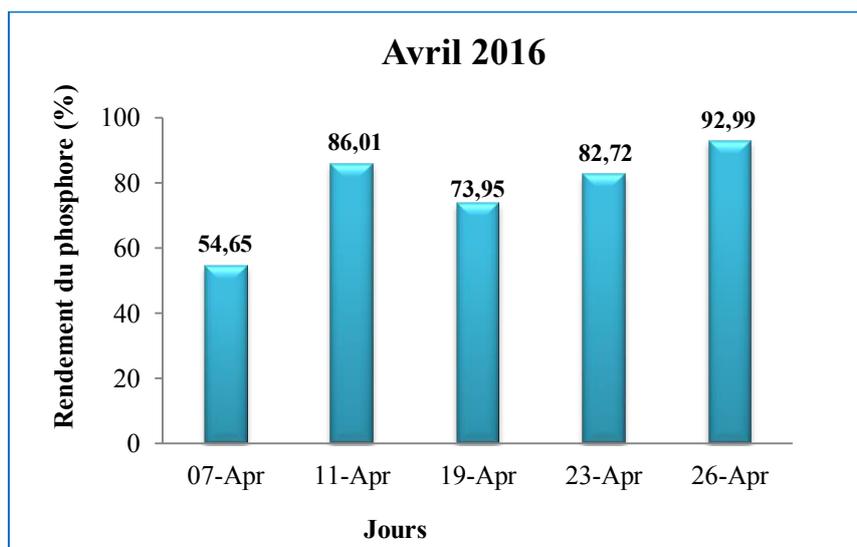


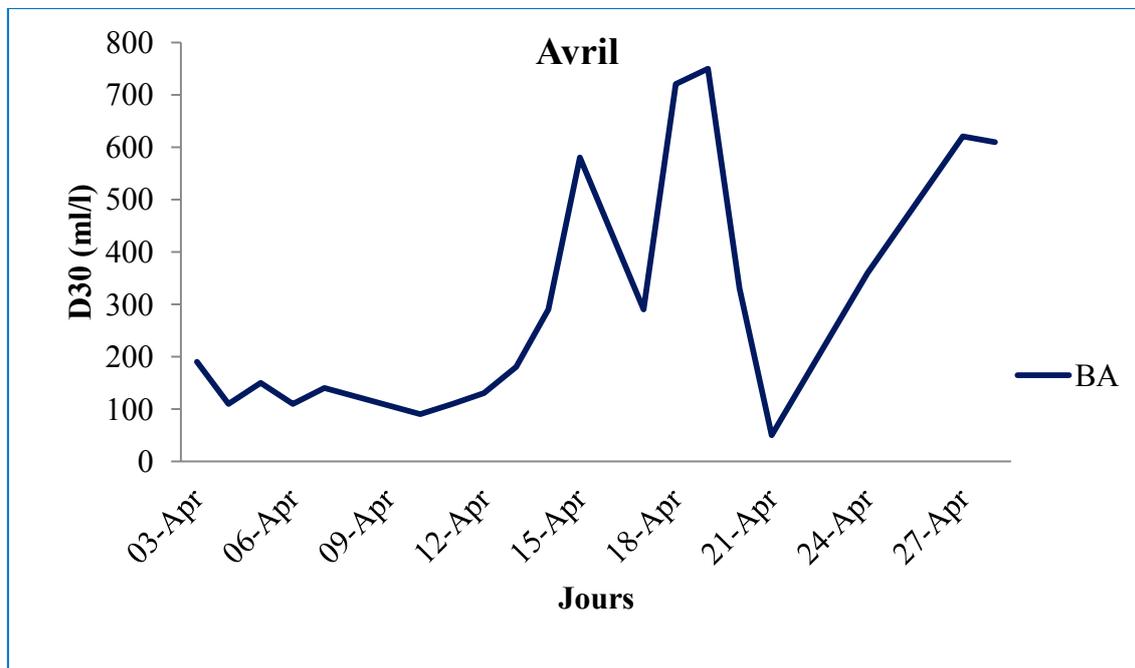
Figure 36 : Rendement du phosphore total de la STEP de BARAKI.

## 2. Filière boue

Les résultats des analyses effectuées pour les paramètres physico-chimiques de la boue primaire (BP), activée (BA), de retour (BR), épaissie (BE), digérée (BS) et déshydratée (BD) sont récapitulés dans le tableau 14 de l'annexe 07.

### 2.1. Test de décantation $D_{30}$

La figure 37, correspond à la décantation de la boue activée pendant 30 min, elle indique que le  $D_{30}$  varie entre 50 ml/l et 750 ml/l avec une moyenne de 305,79 ml/l, on remarque aussi que pour certains jours la valeur de  $D_{30}$  dépasse 300 ml/l, dans ce cas une dilution est nécessaire car la vitesse est faible ou la boue est trop chargée en matière organique (charge massique).



**Figure 37 : Résultats de test de décantation  $D_{30}$  de la boue activée de la STEP de BARAKI.**

### 2.2. Matière en suspension (MES)

La teneur en MES des BP, BA et BR sont comparables malgré une forte teneur pour les BP, avec une moyenne de 16,88 g/l (figure 38). Cependant, la moyenne des MES des BA et BR sont presque 5 fois inférieure à celle de BP et sont respectivement de 3,59 g/l et 3,88 g/l, ceci est dû à l'efficacité de traitement.

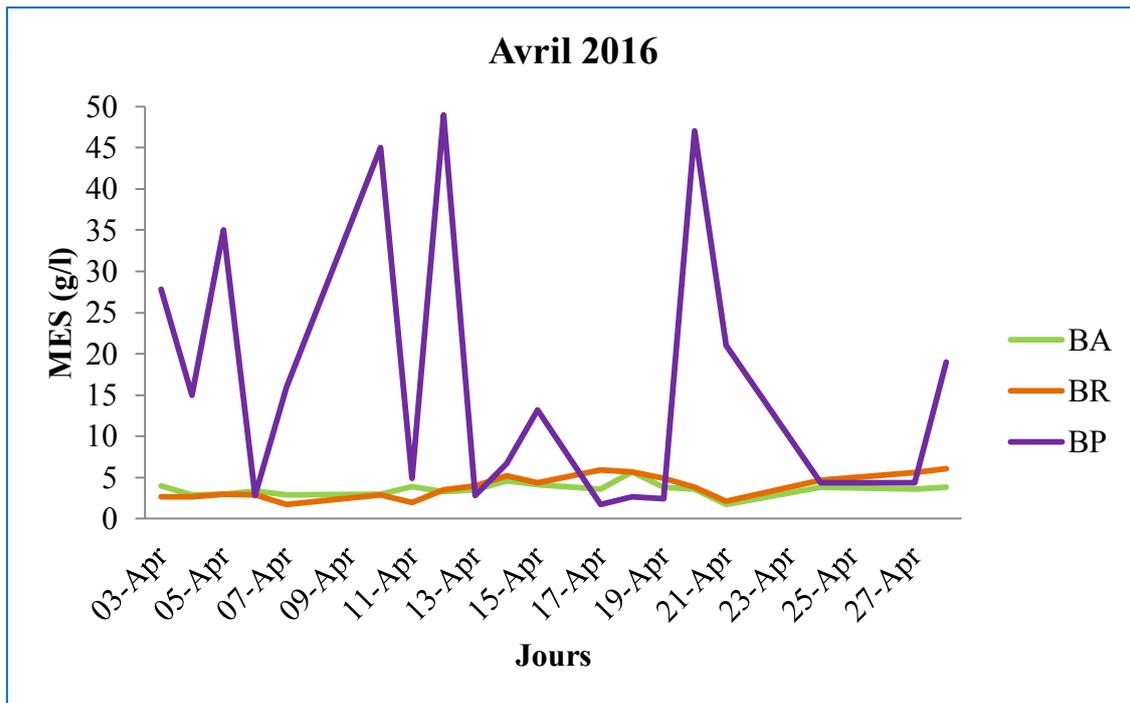


Figure 38 : Variation de MES de la BP, la BA et BR de la STEP de BARAKI.

### 2.3. Matière sèche (MS)

La figure 43 indique que la moyenne de la matière sèche ou siccité pour les trois boues (BE, BS et BD) pendant le mois d'Avril 2016, sont inférieures à 55%, avec une moyenne de 54,42 % pour BE, 45,63 % pour BS et pour BD 27,58 %. On remarque une diminution des MS au cours des étapes de traitement de la boue (épaississement, digestion et déshydratation des boues). Ces résultats indiquent que la boue est solide.

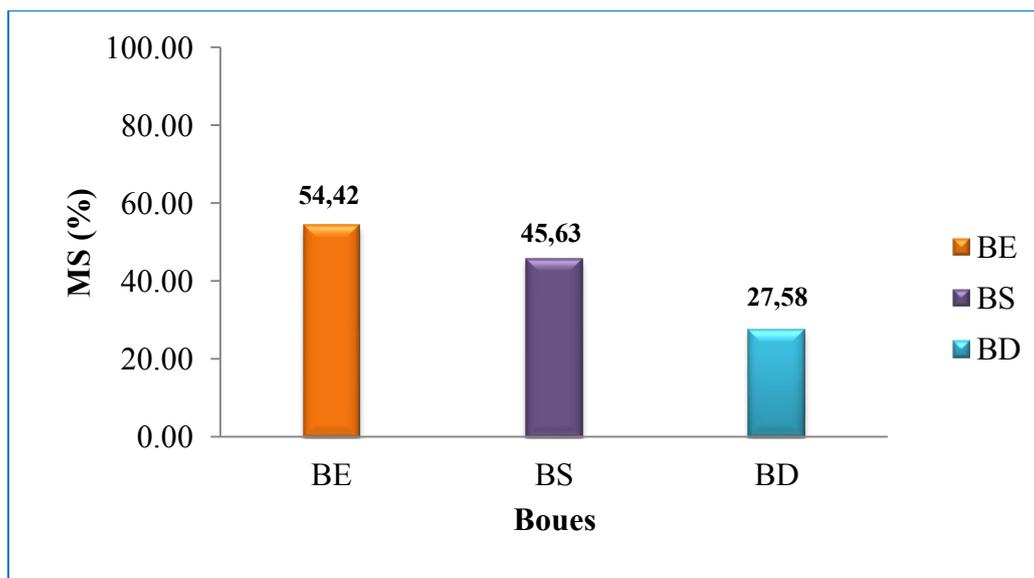


Figure 39 : Variation de MS de la BE, la BS et la BD de la STEP de BARAKI.

#### 2.4. Matière volatile sèche

La détermination des MVS permet d'évaluer la quantité de matière organique et de suivre la stabilisation de la boue, selon les figures au-dessous (figure 40), on note que, le taux de MVS de la BA les plus élevés (48,26 %) par rapport aux autres boues à cause de la transformation de la matière organique en biomasse vivante par oxydation. On remarque un taux des MVS de la BS (37,37 %) est inférieur à celle des BP (42,89 %), BA (48,26 %), BR (46,58 %) et BE (42,32 %) car la matière organique initialement présente a été fermentée pour donner des gaz et des acides gras. Le taux des MVS de la BD (35,68 %) est le plus inférieur car la boue est arrivée au stade final de traitement (déshydratation) où l'eau de la boue est éliminée.

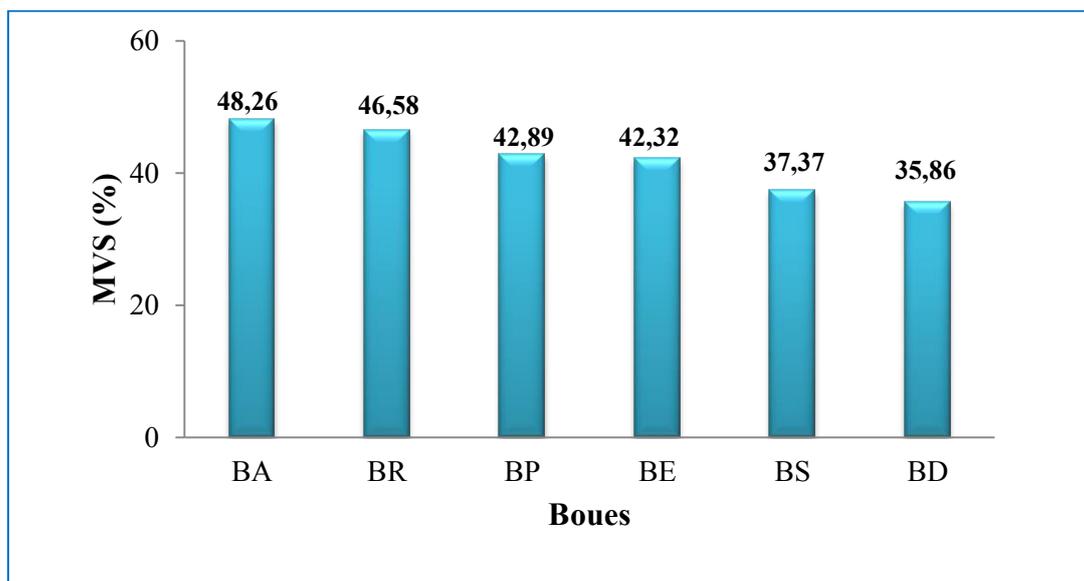


Figure 40 : Variation de MVS de la BP, la BA, la BR, la BE, la BS et la BD STEP de BARAKI.

*Conclusion générale*

## Conclusion générale

---

Les résultats obtenus au laboratoire de la STEP pendant le mois d'Avril par l'année 2016 sur les paramètres physico-chimiques, montre l'efficacité des procédés d'épuration par boue activée avec une bonne élimination des polluants.

Les différents paramètres mesurés pour l'eau brute indiquent une pollution importante, cette eau présente une température moyenne ainsi un pH moyen. Elle se caractérise par une conductivité électrique excessive, des concentrations en MES, la DBO<sub>5</sub> et la DCO élevées, ainsi des fortes teneurs en azote et en phosphore. Globalement, ces paramètres rendent compte d'une pollution importante.

Après les étapes de traitement, la température et le pH ne varient pas. Mais pour la conductivité on remarque une diminution. Le suivi de l'élimination des paramètres de pollution à savoir : MES, la DBO<sub>5</sub>, la DCO, l'azote et phosphore ont permis d'évaluer la performance de fonctionnement de la station de BARAKI.

Les conclusions suivantes ont été tirées :

- ✓ Une bonne élimination de la MES, la DBO<sub>5</sub> et la DCO avec des rendements respectifs de 97,89 %, 95,94 % et 94,51 % ;
- ✓ Une élimination de la teneur de l'azote et le phosphore avec une moyenne qui dépasse 50 % (53,99 % pour l'azote et 78,06 % pour le phosphore) ;

Les résultats des analyses physico-chimiques des eaux à la sortie de la station sont conformes aux normes de rejets dans le milieu récepteur.

### Les perspectives :

Finalement comme perspective d'avenir nous suggérons les points suivants :

- Réaliser les analyses microbiologiques et bactériologiques des effluents (eau, boue) ;
- Mesurer d'autres paramètres physico-chimiques comme la turbidité, le carbone organique total, l'azote kjeldahl (NTK) ;
- Mesurer la concentration de l'azote et du phosphore quotidiennement ;
- Calcul des indicateurs de performance de la station à savoir :  
Ration DCO/DBO<sub>5</sub>, DCO/P<sub>T</sub>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>/NTK, MES/DBO, MVS/MES et DCO/NTK qui permettront de piloter l'exploitation de la STEP et mieux maîtriser le service d'assainissement.

## *Références bibliographiques*

## ***Références bibliographiques***

**ANGELIER E, (2000)** : Ecologie des eaux courantes. Edition Technique et Document, France.

**ATTAB S, (2011)** : Amélioration de la qualité microbiologique des eaux épurées par boues activées de la station d'épuration HAOUD BERKAOUI par l'utilisation d'un filtre a sable Local, mémoire de fin d'étude de magister de Microbiologie Appliquée, Université Kasdi Merbah Ouargla, ALGERIE.

**BAUMONT S, CAMARD J-P, LEFRANC A, FRANCONI A, (2004)** : Réutilisation des eaux usées: risques sanitaires et faisabilité en Île-de-France. Rapport ORS.

**BADI K, (2015)** : Elimination des polluants des eaux usées par filtres (macrophytes) placés en série (gravier, sable), mémoire de fin d'étude de master de génie chimique, Université Mohamed Khider Biskra, ALGERIE.

**BEHRA P, (2013)** : Chimie et environnement : cours, études de cas et exercices corrigés. Edition DUNOD, Paris.

**BERNE F et CORDONNIER J, (1991)** : Traitement des eaux. Edition Technip, Paris.

**BOURGOIN-BAREILLES A, (2000)** : Guide de l'environnement : A l'usage des citoyens et des collectivités territoriales, 2<sup>eme</sup> édition, Edition Frison-Roche, Paris.

**BOUTOUX J, (1983)** : Introduction à l'étude des eaux douce, eaux naturelles, eaux usées et de boisson, Edition CEBEDOC, liège.

**BOUZIANI M, (2000)** : L'eau de la pénurie aux maladies, Edition Ibn Khaldoun, Oran.

**CANLER J-P et al, (1999)** : Aide au diagnostic des stations d'épuration par l'observation microscopique des boues activées, Edition CERMAGRE, France.

**CARDOT C, (2010)** : Génie de l'environnement : Les traitements de l'eau pour l'ingénieur : procédés physico-chimique et biologiques cours et problèmes résolus (nouvelle édition) éditions : ellipses.

**CAUCHI A et VIGNOLES C, (2011)** : Petites installations d'assainissement, Edition Technip, Paris.

**Degrémont, (1989)** : Memento technique de l'eau, Edition Technique et documentation Lavoisier, Paris.

**Degrémont, (2005) :** Memento technique de l'eau, Edition Cinquantenaire, Paris.

**DERONZIER G et al, (2001) :** Traitement de l'azote dans les stations d'épuration biologique des petites collectivités, Ministère de l'Agriculture et de la Pêche, Document technique FNDAE.25, 2<sup>ème</sup> édition, Edition CEMAGREF, Paris.

**DESJARDINS R, (1997) :** Le traitement des eaux 2<sup>ème</sup> édition, Edition de l'école polytechnique de Montréal, Canada.

**EDELIN F, (1996) :** l'épuration physico-chimique des eaux : Théorie et technologie, Edition CEBEDOC, Paris.

**GAID A, (1984) :** Epuration biologique des eaux usées urbaines. Tome I, édition OPU, Alger.

**GAUJOUS D, (1995) :** La pollution des milieux aquatique : Aide-mémoire. Edition technique et Documentation Lavoisier.

**GOMELLA C et GUERREE H, (1978) :** Le traitement des eaux publiques, industrielles et privée, Edition EYROLLES, Paris.

**HEBERT S et LEGARE S, (2000) :** Suivi de la qualité de l'eau des rivières et petits cours d'eau, Ministère de l'Environnement Gouvernement du Québec.

**JARDE.E, (2002) :** Composition organique des boues résiduaires de stations d'épuration Lorraines : Caractérisation moléculaire et effets de la biodégradation, Thèse doctorat en science de l'univers, Université Henry Poincaré Nancy I, France.

**KOLLER E, (2004) :** Traitement des pollutions industrielles : Eau, Déchet, Sol, Boues, 2<sup>ème</sup> édition, Edition DUNOD, France.

**LARBI F, (2008) :** Contribution à la décoloration des eaux résiduaires textiles par les argiles naturelle. Mémoire de magister, Université d'Oran ES-SENIA

**MARTIN AGARDETTE J-L, (2004) :** L'eau potable et l'assainissement, Edition JOHANET.

**METAHRI MS, (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 doctorat en génie des procédés, Université Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou, Algérie.

**MOLETTA R, (2009) :** L'eau, sa pollution, et son traitement, France.

**MONCHY H et SAGLIO J-F, (1977) :** Memento d'assainissement : mise en service, entretien et exploitation des ouvrages d'assainissement, Edition EYROLLES, Paris.

**OTV « ouvrage collective », (1994) :** Dépolluer des eaux pluviales : contribution à l'élaboration d'une stratégie, Edition IMMERGENCE, Paris.

**OTV « ouvrage collective », (1997) :** Traiter et valoriser les boues, Infinités communication, France.

**PAULUS A, (2011) :** Le filtre planté de roseaux : le versant vert de l'épuration des eaux usées, Edition du BONERGUE, Espagne.

**RAMADE F, (2000) :** Dictionnaire encyclopédique des pollutions, Edition Ediscience international, Paris.

**RAVEN P-H et al, (2009) :** Environnement, Editeur De Boeck, Belgique.

**REJSEK F, (2002) :** Analyse des eaux : aspect réglementaire et techniques, Tome I. Edition SCREREN GRDP d'Aquitaine, Bordeaux.

**RODIER J et al, (1996) :** L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer, Edition DUNOD Technique, Paris.

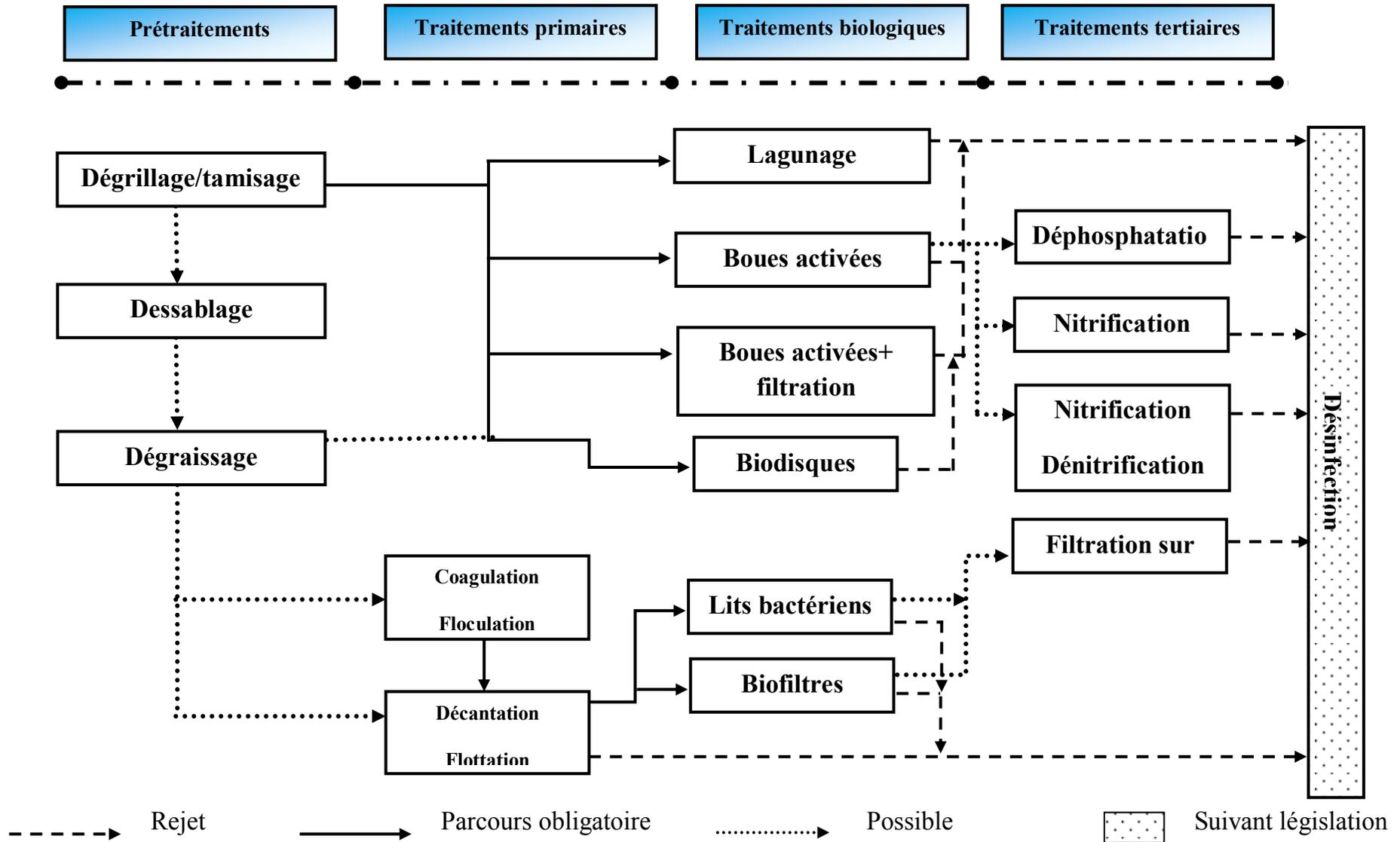
**RODIER J et al, (2005) :** L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer, Edition DUNOD Technique, Paris.

**SATIN M et SELMI B, (2003) :** Guide technique de l'assainissement, Editions : le Moniteur, Paris.

**VILAGINES R, (2003) :** Eau, environnement et santé publique, Edition Tec et Doc Lavoisier, France.

# *Annexes*

## Annexe 01



**Figure 41 : Principales filières de traitement des eaux usées. (CARDOT.C, 2010).**

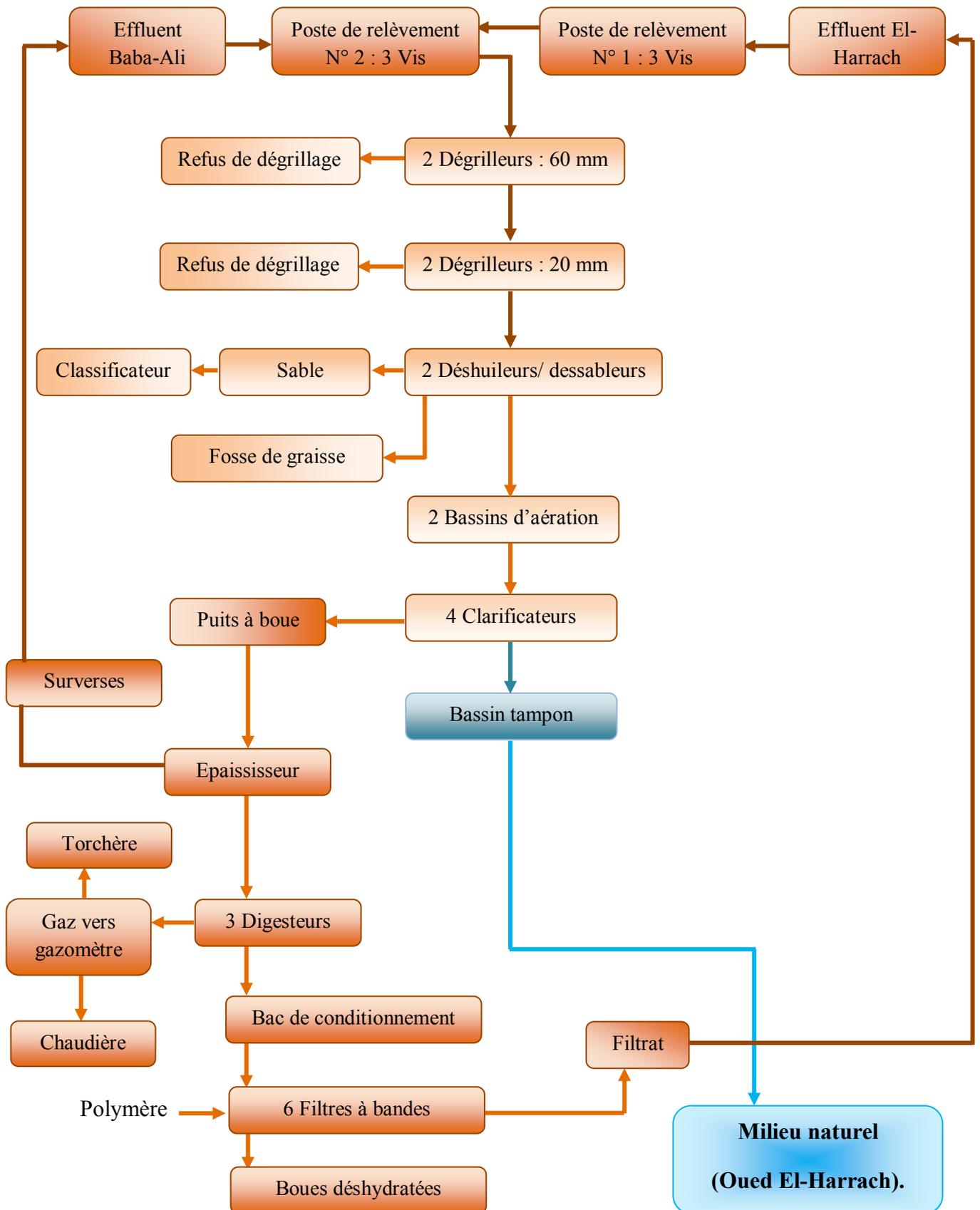


Figure 42 : Schéma général de la station d'épuration de Baraki (SEAAL)

## Annexe 03

**Tableau 10 : Les valeurs de potentiel hydrogène (pH), Température et conductivité avant et après traitement des eaux usées à la STEP de BARAKI (Avril 2016).**

| Date              | Eau brute |             |              | Eau épurée |             |              |
|-------------------|-----------|-------------|--------------|------------|-------------|--------------|
|                   | pH        | Température | Conductivité | pH         | Température | Conductivité |
| <b>01/04/2016</b> | 7,95      | 14,1        | 1739         | 7,46       | 7,4         | 1439         |
| <b>02/04/2016</b> | 7,88      | 14,7        | 1698         | 7,45       | 7,6         | 1448         |
| <b>03/04/2016</b> | 7,75      | 19,5        | 1659         | 7,52       | 13,3        | 1456         |
| <b>05/04/2016</b> | 7,83      | 14,7        | 1121         | 7,75       | 9,9         | 1131         |
| <b>07/04/2016</b> | 7,8       | 12,6        | 873          | 7,68       | 12,1        | 1013         |
| <b>08/04/2016</b> | 8,01      | 14,6        | 1327         | 7,7        | 11,9        | 1086         |
| <b>09/04/2016</b> | 7,92      | 12,9        | 1098         | 7,78       | 11,8        | 1498         |
| <b>10/04/2016</b> | 7,93      | 17,1        | 1706         | 7,78       | 19,6        | 1430         |
| <b>11/04/2016</b> | 7,91      | 17,8        | 1669         | 7,85       | 13,9        | 1562         |
| <b>12/04/2016</b> | 7,99      | 18          | 1632         | 7,84       | 7,9         | 1541         |
| <b>13/04/2016</b> | 7,96      | 17,8        | 1635         | 7,84       | 11          | 1608         |
| <b>15/04/2016</b> | 7,86      | 19,2        | 1712         | 7,75       | 7,9         | 1497         |
| <b>16/04/2016</b> | 7,92      | 18,7        | 1642         | 7,68       | 8,2         | 1511         |
| <b>18/04/2016</b> | 7,97      | 17,9        | 1571         | 7,81       | 9,1         | 1602         |
| <b>19/04/2016</b> | 7,96      | 18,1        | 1544         | 7,77       | 8,7         | 1494         |
| <b>20/04/2016</b> | 8,1       | 18          | 1589         | 7,96       | 8,1         | 1539         |
| <b>22/04/2016</b> | 7,99      | 14,7        | 1574         | 7,81       | 8,4         | 1512         |
| <b>23/04/2016</b> | 7,87      | 17,2        | 1588         | 7,72       | 9,1         | 1473         |
| <b>25/04/2016</b> | 7,91      | 17,6        | 1579         | 7,99       | 13          | 1575         |
| <b>26/04/2016</b> | 8,06      | 18,1        | 1632         | 8,06       | 11,8        | 1505         |
| <b>27/04/2016</b> | 7,92      | 18,5        | 1579         | 8,02       | 9,1         | 1480         |

## Annexe 04

**Tableau 11 : Les teneurs de matière en suspension avant et après traitement des eaux usées et le taux de rendement épuratoire de la STEP de BARAKI.**

| Date           | Eau brute     | Eau décantée  | Eau épurée   | Rendement (%) |        |
|----------------|---------------|---------------|--------------|---------------|--------|
| 01/04/2016     | 1527          | 105           | 13           | 99,15         | 99,22* |
| 02/04/2016     | 1210          | 109           | 6            | 99,50         |        |
| 03/04/2016     | 1133          | 200           | 4            | 98,64         |        |
| 05/04/2016     | 1130          | 72            | 16           | 99,58         |        |
| 07/04/2016     | 538           | 89            | 4            | 99,26         |        |
| 08/04/2016     | 1074          | 167           | 11           | 98,98         | 99,07* |
| 09/04/2016     | 574           | 227           | 6            | 98,95         |        |
| 10/04/2016     | 973           | 71            | 14           | 98,56         |        |
| 11/04/2016     | 1760          | 132           | 2            | 99,89         |        |
| 12/04/2016     | 1507          | 162           | 15           | 99,00         |        |
| 13/04/2016     | 850           | 143           | 8            | 99,06         | 95,29* |
| 15/04/2016     | 457           | 87            | 34           | 92,56         |        |
| 16/04/2016     | 523           | 91            | 13           | 97,51         |        |
| 18/04/2016     | 202           | 139           | 17           | 91,58         |        |
| 19/04/2016     | 392           | 256           | 12           | 96,94         |        |
| 20/04/2016     | 470           | 83            | 10           | 97,87         | 97,55* |
| 22/04/2016     | 302           | 264           | 9            | 97,02         |        |
| 23/04/2016     | 756           | 112           | 47           | 93,78         |        |
| 25/04/2016     | 554           | 163           | 10,4         | 98,12         |        |
| 26/04/2016     | 1024          | 142           | 6            | 99,41         |        |
| 27/04/2016     | 1034          | 77            | 6            | 99,42         |        |
| <b>Moyenne</b> | <b>856,67</b> | <b>137,67</b> | <b>12,54</b> | <b>97,85</b>  |        |

\*La moyenne de rendement des MES pour les quatre semaines du mois d'Avril.

$$\text{Rendement des MES} = \left( \frac{(\text{Teneur en MES de l'EB} - \text{Teneur en MES de l'EE})}{\text{Teneur en MES d'EB}} \right) \times 100$$

## Annexe 05

**Tableau 12 : Les valeurs de la DBO<sub>5</sub>, DCO et DCO/DBO<sub>5</sub> avant et après traitement des eaux usées à la STEP de BARAKI (Avril 2016).**

| Date<br>(2016) | DBO <sub>5</sub> |               |              |                  |               | DCO           |               |              |               |               |
|----------------|------------------|---------------|--------------|------------------|---------------|---------------|---------------|--------------|---------------|---------------|
|                | EB               | ED            | EE           | Rendement<br>(%) | Moy.Rend<br>( | EB            | ED            | EE           | Rendement     | Moy.Rend      |
| 01/04          | 640              | 200           | 43           | 93,28            | S1 =<br>97,20 | 1294          | 275           | 33,4         | 97,42         | S1 =<br>96,64 |
| 02/04          | 540              | 160           | 8            | 98,52            |               | 1262          | 267           | 27,3         | 97,84         |               |
| 03/04          | 580              | 320           | 10           | 98,28            |               | 1219          | 415           | 36,1         | 97,04         |               |
| 05/04          | 800              | 75            | 7            | 99,13            |               | 1285          | 226           | 38,9         | 96,97         |               |
| 07/04          | 220              | 80            | 7            | 96,82            |               | 430           | 170           | 26           | 93,95         |               |
| 08/04          | 420              | 160           | 10           | 97,62            | S2 =<br>97,04 | 939           | 289           | 37,4         | 96,02         | S2 =<br>96,19 |
| 09/04          | 200              | 170           | 9            | 95,50            |               | 469           | 261           | 25           | 94,67         |               |
| 10/04          | 220              | 115           | 12           | 94,55            |               | 1220          | 265           | 34,3         | 97,19         |               |
| 11/04          | 560              | 160           | 7            | 98,75            |               | 1309          | 211           | 33,6         | 97,43         |               |
| 12/04          | 440              | 135           | 12           | 97,27            |               | 1244          | 399           | 40           | 96,78         |               |
| 13/04          | 480              | 130           | 7            | 98,54            | 1027          | 307           | 50,7          | 95,06        | S3 =<br>92,85 | S3 =<br>89,74 |
| 15/04          | 360              | 280           | 46           | 87,22            | 718           | 321           | 84            | 88,30        |               |               |
| 16/04          | 400              | 120           | 22           | 94,50            | 1039          | 290           | 44,7          | 95,70        |               |               |
| 18/04          | 220              | 175           | 19           | 91,36            | 361           | 328           | 65,9          | 81,75        |               |               |
| 19/04          | 380              | 300           | 26           | 93,16            | 528           | 414           | 61,3          | 88,39        |               |               |
| 20/04          | 200              | 75            | 4            | 98,00            | 639           | 179           | 34,8          | 94,55        | S4 =<br>96,44 | S4 =<br>95,15 |
| 22/04          | 420              | 280           | 13           | 96,90            | 505           | 365           | 41,2          | 91,84        |               |               |
| 23/04          | 480              | 240           | 56           | 88,33            | 900           | 301           | 85,4          | 90,51        |               |               |
| 25/04          | 510              | 205           | 3            | 99,41            | 910           | 634           | 15,8          | 98,26        |               |               |
| 26/04          | 540              | 220           | 7            | 98,70            | 1202          | 354           | 30,5          | 97,46        |               |               |
| 27/04          | 520              | 220           | 6            | 98,85            | 1161          | 310           | 27,3          | 97,65        |               |               |
| <b>Moyenne</b> | <b>434,76</b>    | <b>181,90</b> | <b>15,90</b> | <b>95,94</b>     |               | <b>936,24</b> | <b>313,38</b> | <b>41,60</b> | <b>94,51</b>  |               |

## Annexe 05

---

$$\text{Rendement de la DBO5} = \left( \frac{(\text{Teneur en DBO5 de l'EB} - \text{Teneur en DBO5 de l'EE})}{\text{Teneur en DBO5 d'EB}} \right) \times 100$$

$$\text{Rendement de la DCO} = \left( \frac{(\text{Teneur en DCO de l'EB} - \text{Teneur en DCO de l'EE})}{\text{Teneur en DCO d'EB}} \right) \times 100$$

## Annexe 06

**Tableau 13 : Les teneurs en forme azotée et phosphorée des eaux usées de la STEP de BARAKI.**

| Date              | Azote total  |              |               | Ammonium     |              | Nitrate     |             | Nitrite     |             | Phosphore total |             |               |
|-------------------|--------------|--------------|---------------|--------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----------------|-------------|---------------|
|                   | EB           | EE           | Rendement (%) | EB           | EE           | EB          | EE          | EB          | EE          | EB              | EE          | Rendement (%) |
| <b>07/04/2016</b> | 29,10        | 17,50        | 39,86         | 13,60        | 5,97         | 0,92        | 6,11        | 0,47        | 1,55        | 4,52            | 2,05        | 54,65         |
| <b>11/04/2016</b> | 97,40        | 31,20        | 67,97         | 35,40        | 26,20        | 1,97        | 2,06        | 0,61        | 0,65        | 15,30           | 2,14        | 86,01         |
| <b>19/04/2016</b> | 63,30        | 38,20        | 39,65         | 30,50        | 13,10        | 0,79        | 0,18        | 0,22        | 0,03        | 7,14            | 1,86        | 73,95         |
| <b>23/04/2016</b> | 89,20        | 27,80        | 68,83         | 34,20        | 18,70        | 0,97        | 1,86        | 0,42        | 0,71        | 11,40           | 1,97        | 82,72         |
| <b>26/04/2016</b> | 87,10        | 40,40        | 53,62         | 39,90        | 28,40        | 2,19        | 0,20        | 0,36        | 0,18        | 15,40           | 1,08        | 92,99         |
| <b>Moyenne</b>    | <b>73,22</b> | <b>31,02</b> | <b>53,986</b> | <b>30,72</b> | <b>18,47</b> | <b>1,36</b> | <b>2,08</b> | <b>0,41</b> | <b>0,62</b> | <b>10,75</b>    | <b>1,82</b> | <b>78,06</b>  |

$$\text{Rendement de l'Azote total} = \left( \frac{(\text{Teneur en Nt de l'EB} - \text{Teneur en Nt de l'EE})}{\text{Teneur en Nt d'EB}} \right) \times 100$$

$$\text{Rendement du Phosphore total} = \left( \frac{(\text{Teneur en Pt de l'EB} - \text{Teneur en Pt de l'EE})}{\text{Teneur en Pt d'EB}} \right) \times 100$$

## Annexe 07

**Tableau 14 : Les valeurs de test de décantation D<sub>30</sub>, MES, MS et MVS de différents types des boues de la STEP de BARAKI (Avril 2016).**

| jour | Date           | D30           |         | MES          |             |             | MS           |              |              | MVS          |              |              |              |              |              |
|------|----------------|---------------|---------|--------------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|      |                | BA            | BA (d)* | BP           | BA          | BR          | BE           | BS           | BD           | BP           | BA           | BR           | BE           | BS           | BD           |
| 1    | 03/04/2016     | 190           | /       | 27,8         | 4           | 2,7         | 32           | 28           | 26           | 44           | 43           | 41           | 41           | 42           | 36           |
| 2    | 04/04/2016     | 110           | /       | 15           | 2,9         | 2,7         | 50           | 47           | 27           | 45           | 41           | 40           | 42           | 36           | 36           |
| 3    | 05/04/2016     | 150           | /       | 35           | 3           | 3           | 56           | 20           | 26           | 38           | 43           | 39           | 38           | 36           | 36           |
| 4    | 06/04/2016     | 110           | /       | 2,8          | 3,4         | 2,9         | 60           | 42           | 27           | 43           | 50           | 47           | 40           | 38           | 36           |
| 5    | 07/04/2016     | 140           | /       | 16           | 2,9         | 1,7         | 63           | 36           | 26           | 39           | 44           | 36           | 37           | 36           | 36           |
| 6    | 10/04/2016     | 90            | /       | 45           | 3           | 2,9         | 72           | 34           | 33           | 37           | 42           | 37           | 36           | 36           | 36           |
| 7    | 11/04/2016     | 110           | /       | 4,9          | 3,9         | 2           | 36           | 50           | 42           | 49           | 46           | 56           | 38           | 36           | 34           |
| 8    | 12/04/2016     | 130           | /       | 49           | 3,3         | 3,5         | 56           | 57           | 27           | 40           | 45           | 46           | 39           | 35           | 36           |
| 9    | 13/04/2016     | 180           | /       | 2,8          | 3,5         | 4           | 82           | 45           | 24           | 32           | 46           | 46           | 39           | 36           | 36           |
| 10   | 14/04/2016     | 290           | /       | 6,7          | 4,6         | 5,2         | 75           | 50           | 20           | 41           | 48           | 49           | 40           | 35           | 35           |
| 11   | 17/04/2016     | 290           | /       | 1,7          | 3,6         | 5,9         | 61           | 66           | 25           | 42           | 46           | 50           | 44           | 36           | 34           |
| 12   | 18/04/2016     | <u>720</u>    | 240     | 2,7          | 5,7         | 5,7         | 80           | 65           | 29           | 40           | 52           | 52           | 44           | 36           | 35           |
| 13   | 19/04/2016     | <u>750</u>    | 270     | 2,4          | 3,8         | 4,9         | 66           | 56           | 24           | 35           | 70           | 46           | 44           | 37           | 36           |
| 14   | 20/04/2016     | <u>330</u>    | 150     | 47           | 3,6         | 3,8         | 46           | 53           | 29           | 50           | 48           | 51           | 49           | 37           | 36           |
| 15   | 21/04/2016     | 50            | /       | 21           | 1,7         | 2,1         | 40           | 50           | 28           | 39           | 36           | 38           | 45           | 37           | 36           |
| 16   | 24/04/2016     | <u>360</u>    | 150     | 4,4          | 3,8         | 4,7         | 42           | 46           | 25           | 50           | 49           | 50           | 51           | 37           | 36           |
| 17   | 25/04/2016     | <u>580</u>    | 210     | 13,2         | 4,1         | 4,4         | 43           | 33           | 30           | 51           | 50           | 49           | 50           | 37           | 36           |
| 18   | 27/04/2016     | <u>620</u>    | 180     | 4,4          | 3,6         | 5,6         | 32           | 45           | 28           | 49           | 62           | 56           | 37           | 50           | 36           |
| 19   | 28/04/2016     | <u>610</u>    | 190     | 19           | 3,8         | 6,1         | 42           | 44           | 28           | 51           | 56           | 56           | 50           | 37           | 36           |
|      | <b>Moyenne</b> | <b>305,79</b> |         | <b>16,88</b> | <b>3,59</b> | <b>3,88</b> | <b>49,64</b> | <b>45,63</b> | <b>27,58</b> | <b>42,89</b> | <b>48,26</b> | <b>46,58</b> | <b>42,32</b> | <b>37,37</b> | <b>35,68</b> |

\*(d) : la dilution avec un facteur d=2

## Résumé

Les eaux usées de la station de **BARAKI**, traitées par **boues activées**. Nous avons réalisé cette étude pour évaluer les paramètres physico-chimiques d'eau et de boue.

Les résultats présentent un rendement épuratoire de la station satisfaisant avec **97 %** des matières en suspension (**MES**), le taux d'abattement de la demande chimique en oxygène (**DCO**) et demande biochimique en oxygène pendant 5 jours (**BDO<sub>5</sub>**) sont respectivement de **95 %** et **94 %**, une élimination moyenne pour les formes azotées avec **53 %** et **78 %**. Ce qui concerne la boue (boue déshydratée) est de l'ordre de **27 %** de **MS** et **35 %** de **MVS**.

Notre étude montre que la **STEP** de **BARAKI** a un bon fonctionnement.

**Mots clés** : Eau usée, épuration, boue activée, STEP BARAKI, rendement.

## Abstract

The wastewater from **BARAKI** treatment plant treated by the **activated sludge** process. We established this study to evaluate the physical and chemical parameters of water and mud.

The results presented satisfactory outputs purifying **97 %** of the suspended matter (**MES**), the outputs of the chemical oxygen demand (**COD**) and five days biological oxygen demand (**BOD<sub>5</sub>**) is respectively **95 %** and **94 %**. A mean elimination of nitrogen form **53 %** and **78 %** in phosphors form. Concerning the sludge (dewatered sludge) is about **27 %** of **MNS** and **35 %** **MVS**.

Our study shows that the station purification BARAKI has a well performed.

**Keywords**: waste water, purge, activated sludge, STEP BARAKI, yield.