

N° d'ordre : 24 /DSTU/2017

## **MEMOIRE**

Présenté

à

**L'UNIVERSITE ABOU BEKR BELKAID-TLEMCCEN  
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET SCIENCES DE LA  
TERRE ET DE L'UNIVERS  
DEPARTEMENT DES SCIENCES DE LA TERRE ET DE L'UNIVERS**

Pour obtenir

### **LE DIPLÔME DE MASTER PROFESSIONNEL**

Spécialité

**Géo-Ressources**

par

**Rahima HADDOUCHE**

---

**CARACTERISATION PHYSICO-CHIMIQUE  
DES EAUX USEES ET EPUREES DE LA STATION DE BOUZEDJAR  
(AIN TEMOUCHENT)**

---

Soutenu le 30 septembre 2017 devant les membres du jury :

Mustapha Kamel TALEB, MA (A), Univ. Tlemcen  
Fatiha HADJI, MA (A), Univ. Tlemcen  
Lamia MAHI YEBDRI, MA (A), Univ. Tlemcen  
Houda AHMED BOUZIANE ONA

Président  
Encadreur  
Examineur  
Invitée

Dédicace

Je dédie ce travail

A mes chers parents « Bouziane » et « Zahra », pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse, leur soutien et leurs prières tout au long de mes études.

A mes chères sœurs « Salima » et « Houria » pour leurs encouragements permanents, et leur soutien moral tout au long de mes études.

A mon cher ami « Abdelkadir » qui croit toujours en moi, même si tout le monde me quitte.

A tou(te)s mes ami(e)s qui ont été toujours avec moi.

Que ce modeste travail soit l'accomplissement de vos vœux et le fruit de votre soutien continu.

Rahima

## Remerciements

A l'issue de cette étude, je tiens à exprimer mes vifs remerciements à toutes les personnes qui m'ont aidée tout au long de mon travail.

Ma reconnaissance va plus particulièrement à mon encadreur Madame **Fatiha HADJI** pour sa patience, ses conseils et son aide durant l'élaboration de ce mémoire.

Je tiens à remercier Monsieur **Mustapha Kamel TALEB** pour l'honneur qu'il me fait en présidant mon jury de soutenance et Madame **Lamia MAHI YEBDRI** qui a bien voulu examiner et discuter ce travail. Qu'ils trouvent ici, l'expression de ma profonde gratitude.

Mes sincères remerciements s'adressent également à Monsieur **Kamar-Eddine BENSEFIA**, responsable de master géo-ressources professionnel et Monsieur **Abbas MAROK** qui ont suivi, sans exception, tous les étudiants de ma promotion de master durant leur parcours. Je ne saurais jamais les remercier assez.

Je remercie toutefois toutes les personnes de la station d'épuration Bouzedjar, à savoir, Monsieur **Hichem RABHI** et Mesdames **Houda AHMED BOUZIANE** et **Ikram ELARBI CHARAK** qui ont facilité la tâche durant mon séjour à la STEP et ont participé efficacement à mon apprentissage.

Enfin, je voudrais souligner aussi toutes les contributions efficaces de tous mes proches qui m'ont aidée et soutenue moralement, tout au long de la préparation de ce mémoire.

## RESUME

L'objectif de ce travail est l'étude des eaux usées et épurées de la STEP de Bouzedjar qui utilise pour le traitement des eaux résiduaires le procédé des boues activées. Un suivi des paramètres de qualité de ces effluents a permis de caractériser les eaux usées et épurées. Les analyses ont porté sur la température, le pH, la matière en suspension, l'oxygène dissous, les demandes chimique (DCO) et biochimique (DBO<sub>5</sub>) en oxygène, la turbidité, la matière en suspension, l'azote total, l'azote total Kjeldahl, les nitrites, les nitrates, l'ammonium, le phosphore total et les ortho-phosphates.

Les eaux usées drainées vers la STEP de Bouzedjar quoique fortement chargées en matières organique rapports présentent des rapports DBO<sub>5</sub>/DCO (0.57- 1.76) et MES/DBO<sub>5</sub> (1.32) témoignant d'une biodégradabilité satisfaisante de la matière polluante.

La comparaison des paramètres analysés des eaux épurées avec les normes du journal officiel de la république algérienne (JORA) montrent qu'en général, ces eaux épurées ne présentent aucun danger quant à leur rejet dans l'environnement. Par ailleurs, ces paramètres sont aussi conformes aux normes de réutilisation des eaux usées de la FAO et de l'OMS et peuvent de ce fait être utilisées pour l'irrigation des cultures.

**Mots-clés :** STEP de Bouzedjar - Boues activées - Eaux usées - Eaux épurées - Qualité - Caractérisation physico-chimique – Biodégradabilité - Normes.

## ABSTRACT

The objective of this work concerns the study of wastewater and purified wastewater of Bouzedjar WWTP, which uses the activated sludge process. A monitoring of quality parameters of these effluents made it possible to characterize the wastewater and purified one. The analyzes included temperature, pH, suspended solids, dissolved oxygen, chemical (COD) and biochemical (BOD<sub>5</sub>) oxygen demands, turbidity, suspended solids, total nitrogen Kjeldahl, nitrites, nitrates, ammonium, total phosphorus and orthophosphates.

Wastewater drained to the Bouzedjar WWTP, although heavily loaded with organic matter, reports BOD<sub>5</sub> / COD (0.57-1.14) and SM /BOD<sub>5</sub> (1.32), indicating satisfactory biodegradability of the pollutant.

Comparison of the analyzed parameters of purified water with the Official Journal of the Algerian Republic standards (JORA) show that, in general, these waters can be safely discharged into the environment. These parameters are also consistent with the FAO and WHO wastewater reuse standards and can therefore be used for crop irrigation.

Although the organic wastewater load of the STEP is high, the BOD<sub>5</sub>/COD (0.55) and SM / DBO<sub>5</sub> (0.84) ratios show satisfactory biodegradability of the pollutants.

**Keywords:** Bouzedjar STEP - Activated sludge - Wastewater - Cleaned water - Quality - Physico-chemical characterization - Biodegradability - Standards.

## Liste des abréviations

Cm	Charge massique
CE	Conductivité électrique
DBO <sub>5</sub>	Demande biochimique en oxygène pendant 5 jours
DCO	Demande chimique en oxygène
DNF	Déplacement Nutritif Biologique
ECPP	Eaux Claire Parasite Permanente
EH	Equivalent habitant
ERU	Eaux usées urbaines
FAO	Food and Agriculture Organisation
MES	Matière En Suspension
MO	Matière organique
MS	Matière solide
MVS	Matière Volatile Solide
NGL	Azote global
NTK	Azote total Kjeldhal
NT	Azote total
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
ONA	Office National de l'Assainissement
pH	Potentiel Hydrogène
PT	Phosphore total
REUE	Réutilisation des Eaux Usées Epurées
STEP	Station d'Épuration
UV	Ultra-violet

# Table des matières

Dédicace	
Remerciements	
Résumé	
Liste des abréviations	
Introduction générale.....	1

## CHAPITRE 1 GENERALITES

I. Définition.....	2
II. Origine des eaux usées .....	2
III. Composition d'une eau usée.....	3
IV. Nécessité du traitement des eaux usées.....	4
V. Traitement des eaux usées.....	4
V.1. Station de traitement des eaux usées.....	5
V.1.1. Traitement primaire (traitement physicochimique).....	6
V.1.2. Traitement secondaire (traitement biologique).....	6
V.1.3. Traitement tertiaire.....	7
V.2. Panorama d'analyse.....	8
V.3. Paramètres d'analysées.....	9
V.3.1. Paramètres organoleptique.....	9
V.3.2. Paramètres physico-chimiques.....	9
VI. Réutilisation des eaux usées.....	13
VI.1. Réutilisation à titre d'eau potable.....	14
VI.2. Réutilisation à titre d'eau potable Réutilisation à titre d'eau potable.....	14
VI.3. Utilisations urbaines et récréatives restreintes, irrigation des cultures non vivrières ou de culture transformée avant consommation.....	14
VI.4. Réutilisation et recyclage industriels.....	14
VII. Réutilisation des eaux usées en Algérie.....	15

## CHAPITRE 2 DESCRIPTION DU STEP ET PROCEDES D'EPURATION

I. Description de la STEP Bouzedjar.....	17
II. Bases de dimensionnement des ouvrages de la STEP.....	18
III. Procédé de traitement de la STEP de Bouzedjar.....	19
III.1. Théorie des boues activées.....	19
III.2. Les filières de traitement.....	20
III.2.1. Poste de relevage.....	20
III.2.2. Dégrillage.....	21
III.2.3. Déssableur-déshuileur.....	21
III.2.4. Bassin de contact.....	22
III.2.5. Traitement biologique par boue activée.....	22
III.2.6. Clarificateur.....	25

III.2.7. Mesure de débit.....	25
III.2.8. Traitement des boues en excès.....	26
IV. Matériel et méthodes.....	26
V. Echantillonnage.....	27
VI. Méthode d'analyse .....	28

### CHAPITRE 3 RESULTATS ET DISCUSSION

I. Volume.....	31
II. Température de l'eau et de l'air.....	32
III. pH.....	34
IV. Matière en suspension (MES).....	34
V. O <sub>2</sub> dissous.....	35
VI. DBO <sub>5</sub> .....	36
VII. DCO .....	37
VIII. Turbidité.....	38
IX. Evaluation de la pollution organique des eaux usées.....	38
X. Azote.....	40
XI. Phosphore total (PT).....	43
Conclusion générale.....	45

### REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Liste des tableaux

Liste des figures

Annexes

**INTRODUCTION**  
**GENERALE**



## **Introduction générale**

L'eau est une ressource naturelle indispensable pour la vie de tous les êtres vivants. Néanmoins, cette ressource non renouvelable est en déclin continu et croissant sur les plans qualitatif et quantitatif.

La quantité des eaux utilisées dans le monde est importante vu le développement démographique et les transformations économique et sociale. Ce volume d'eau polluée déversé dans la nature renferme de nombreuses substances sous forme solide et/ou dissoute et des microorganismes pathogènes. Ces polluants pourraient engendrer de grands problèmes environnementaux et de ce fait, un traitement adéquat de ces effluents s'avère indispensable afin de lutter contre leurs effets nocifs.

Bouzedjar, ville côtière de la willaya d'Aïn Temouchent, a vécu aussi des problèmes de besoin en eau notamment et d'environnement relatifs au drainage des eaux usées. Dans cet objectif, une station d'épuration a été implantée pour y pallier. L'épuration des eaux usées permettra :

- de protéger le milieu naturel contre la pollution ;
- d'empêcher les rejets d'eau usée vers la mer ;
- de réutiliser les eaux épurées à des fins d'irrigation et de refroidissement industriel.

L'objectif de ce travail consiste à faire une caractérisation physico-chimique des eaux brutes et épurées de la ville de Bouzedjar, de vérifier si les eaux épurées sont conformes aux normes de rejet de la réglementation en vigueur (JORA) et à celles (OMS et FAO) portant sur leur réutilisation à des fins d'irrigation.

Ce travail, comporte trois chapitres. Le premier chapitre concerne des généralités sur les eaux usées. Le second fait état d'une description du procédé utilisé dans la station d'épuration de Bouzedjar. Enfin, Le troisième chapitre est consacré aux résultats issus des analyses des eaux usées brutes et épurées analysés et à leur discussion.

# **CHAPITRE 1**

# **GENERALITES**

**Introduction**

Le développement socio-économique a généré de nombreuses activités humaines nécessitant de l'eau. Ces dernières ont contribué dans la détérioration de l'environnement par la mauvaise qualité des eaux rejetées, appelées également eaux usées.

Dans ce chapitre, les différentes origines de la pollution et les techniques d'épuration seront présentées.

**I. Définition**

Les eaux usées sont des eaux ayant été utilisées pour des usages domestiques, industriels ou même agricoles, constituant donc un effluent pollué et qui sont rejetées dans un émissaire d'égout (Djeddi, 2007).

**II. Origine des eaux usées**

On peut classer comme eaux usées, les eaux d'origine urbaine constituées par les eaux ménagères (lavage corporel et du linge, lavage des locaux, eaux de cuisine) et les eaux vannes chargées de fèces et d'urines. Toute cette masse d'effluents est plus ou moins diluée par les eaux de lavage de la voirie et les eaux pluviales. Peuvent s'y ajouter, suivant les cas, les eaux d'origine industrielle et agricole. L'eau, ainsi collectée dans un réseau d'égout, apparaît comme un liquide trouble, généralement grisâtre, contenant de la matière en suspension d'origines minérale et organique à des teneurs extrêmement variables (Rodier et al., 2005).

**1. Origine domestique**

Les effluents domestiques sont un mélange d'eaux contenant des déjections humaines: urines, fèces (eaux vannes) et eaux de toilette et de nettoyage des sols et des aliments (eaux ménagères). Ces eaux sont généralement constituées de matières organiques dégradables et de matières minérales. Ces substances sont sous forme dissoute ou en suspension (Abibsi, 2011).

Ces eaux proviennent des activités suivantes : bains et douches (39%), chasses d'eau (20%), linge (12%), vaisselle (10%), lavage de voitures (6%), cuisines (6%).

Ces activités donnent les polluants suivants : huiles, graisses, lessives, détergents matières organiques et matières en suspension.

**2. Origine agricole**

Ce sont des eaux qui ont été polluées par des substances utilisées dans le domaine agricole. Dans le contexte d'une agriculture performante et intensive, l'agriculteur est conduit à utiliser divers produits d'origine industrielle ou agricole (des fertilisants et des produits phytosanitaires) dont certains peuvent influencer sur la qualité des eaux.

**3. Origine industrielle**

Toutes les unités industrielles utilisent les eaux dans leurs processus de production et ont par conséquent des rejets assez considérables. Ces rejets industriels sont chargés de différents polluants qui sont :

- matières en suspension minérales (Lavage de charbon, carrière, tamisage du sable et gravier, industries productrices d'engrais phosphatés, ...)
- matières en solution minérales (usine de décapage, galvanisation...)
- matières organiques et graisses (industries agroalimentaires, équarrissages, pâte à papier, ...)

- des rejets hydrocarbonés et chimiques divers (raffineries de pétrole, porcherie, produits pharmaceutiques, ...).

#### 4. Origine pluviale

Ce sont les eaux de ruissellement qui se forment après les précipitations. Elles peuvent être particulièrement polluées, surtout en début de la pluie, par deux mécanismes :

- le lessivage de sols et des surfaces imperméabilisées ;
- la remise en suspension des dépôts des collecteurs.

### III. Composition d'une eau usée

Différents types d'eaux sont collectés par les réseaux d'assainissement. On y retrouve des eaux usées domestiques, des eaux usées industrielles, une fraction des eaux de ruissellement ou eaux pluviales et des eaux claires parasites permanentes (ECP). Le mélange, plus ou moins variables selon le type, la qualité et les aménagements des réseaux, constitue les eaux usées urbains (ERU). Il est collecté jusqu'à la station d'épuration pour y être traité (UVED, 2013).

Une qualité des eaux usées est précisée dans « composition générale des eaux usées » (UVED, 2013):

**Tableau 1. Composition générale des eaux usées (UVED, 2013).**

Paramètre	Concentration
DBO <sub>5</sub> ou DBO <sub>7</sub>	150 à 500 mg O <sub>2</sub> /L
DCO	300 à 1000 mg O <sub>2</sub> /L
MES	100 à 400 mg/L
NTK	25 à 100 mg/L
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	20 à 80 mg/L
Phosphore total	5 à 20 mg/L
Nitrates	< 5 mg/L
Nitrites	<1mg/L
Pouvoir oxydant	15 à 23
Potentiel redox (Ag /AgCl)	Positif
Conductivité	500 à 1000 µS/cm
pH	7,5 à 8,5
Oxygène	Variation fonction de la température

Les débits d'eau usée sont de 150 à 250 L/habitant, en fonction de l'agglomération, de la qualité et des spécificités des réseaux de distribution, des usages de l'eau (UVED, 2013).

**Tableau 2. Concentration moyenne d'une eau usée domestique par habitant (UVED, 2013).**

<b>Elément</b>	<b>Concentration moyenne</b>
Matières solides totales	453 mg /L
Matières volatiles totales	217 mg/L
Matières en suspension	145 mg/L
Matière volatile en suspension	120 mg/L
DCO	288 mg/L
DBO <sub>5</sub>	147 mg/L
pH	6.5-7.5
Acide gras volatile	8.5-20 mg/L
Acide gras non volatile	0.1-1 mg/L
Acide gras supérieur	2 /3 de contenu de acide gras ; protéine et acide aminé
Azote total	45-50%

#### **IV. Nécessité du traitement des eaux usées**

Le rejet direct des eaux usées domestiques dans le milieu naturel perturbe l'équilibre aquatique en transformant les rivières en égouts à ciel ouvert. Cette pollution peut aller jusqu'à la disparition de toute vie. Il faut retirer des eaux usées un maximum de déchets, avant de les rejeter dans l'environnement, pour que leur incidence sur la qualité de l'eau, en tant que milieu naturel aquatique, soit la plus faible possible (Djeddi, 2007).

Quant les eaux usées ou les eaux résiduaires industrielles ne sont pas épurées avant rejet dans le milieu naturel, l'altération de ce dernier et les déséquilibres qui s'y produisent ont non seulement des effets immédiats sur les utilisations de l'eau, mais aussi des effets à long terme, parfois irréversibles dans le domaine de la vie humaine (Djeddi, 2007).

Ce qui précède démontre la nécessité de l'épuration des eaux usées et des eaux résiduaires industrielles. Les caractéristiques d'une station d'épuration et le degré de traitement doivent être tels que l'effluent n'altère pas l'état du milieu récepteur dans une mesure incompatible avec les exigences de l'hygiène et de la salubrité publique et, d'une façon générale, avec les exigences des diverses utilisations ou activités (alimentation en eau des hommes et des animaux, utilisation agricole ou industrielle, production piscicole ou production de coquillages, navigation, baignades et autres activités sportives) (Djeddi, 2007).

#### **V. Traitement des eaux usées**

Traiter des eaux usées veut dire éliminer tous les contaminants (organique ou inorganique) d'une eau quelque soit son origine.

Dans le monde, environ 200 litres d'eau sont consommées en moyenne par jour et par personne. Selon la façon dont cette eau est consommée, elle aura besoin de subir un ou plusieurs traitements. Ces eaux, qu'elles soient utilisées dans l'industrie, pour l'agroalimentaire ou les usages domestiques, sont une ressource fragile et indispensable à tous les niveaux. Cela représente aussi un enjeu majeur de gestion en termes d'hygiène publique.

Que ce soit pour le traitement des eaux domestiques ou celui des eaux industrielles, une intervention humaine est donc nécessaire. Il existe de nombreuses méthodes de traitement des eaux adaptées à chaque pollution et à chaque usage. Il est important de traiter les eaux en fonction des pollutions que l'on a à traiter et également en fonction des usages que l'on compte en faire. Chaque traitement des eaux sera adapté à un usage spécifique (Traitement des eaux, 2012).

### **V.1. Station de traitement des eaux usées**

Un certain nombre de recommandations sont à respecter pour l'étude d'un projet de station d'épuration. Les caractéristiques de son emplacement, de l'environnement et du réseau d'assainissement sont essentielles. La connaissance des effluents à traiter en termes de concentration, de biodégradabilité et de débit nous concerne plus particulièrement (Cardot et Gilles, 2013).

La charge polluante est le produit du débit en  $m^3/h$  par la concentration en  $kg/m^3$ . Pour le dimensionnement de la station, le flux polluant de  $DBO_5$  est fondamental. On peut utiliser les données bibliographiques qui donnent les débits et les concentrations en fonction du nombre d'habitants raccordés. La législation recommandée désormais est de réaliser des campagnes de mesures comportant deux événements pluvieux significatifs. Ces campagnes permettent de connaître avec précision les débits moyens durant les périodes de pluie. En effet, dans le cas de réseaux unitaires, la pollution pluviale doit être traitée par traitement secondaire biologique ou équivalent. La prise en compte des débits durant les périodes pluvieuses provoque des surdimensionnements des ouvrages (Cardot et Gilles, 2013).

Le respect du milieu récepteur passe par la réponse aux questions sur la composition des eaux traitées, de leurs effets probables, de la capacité de dilution et d'autoépuration du milieu aquatique et des limites techniques du traitement (Cardot et Gilles, 2013).

Une usine de dépollution est une association normalement judicieuse, de plusieurs étapes pour satisfaire les exigences des normes de rejet. Les prétraitements tels que le dégrillage, le tamisage, le dessablage et le dégraissage éliminent les matières les plus grossières susceptibles d'endommager les organes mécaniques ou perturber l'efficacité des étapes ultérieures comme la décantation et l'aération (Cardot et Gilles, 2013).

Les traitements primaires permettent la rétention des particules décantables. Ceci est important pour la fraction concernée de la DCO et de la  $DBO_5$ . Cette étape est simple si elle met en œuvre une seule décantation si une coagulation –floculation se déroule en amont. Les coagulants les plus utilisés sont les sels de fer ( $FeCl_3$ ) et le clairtan ( $FeClSO_4$ ) (Cardot et Gilles, 2013).

Le traitement secondaire est purement biologique. Il a pour objectif d'abattre la pollution soluble en la transformant en boues biologiques facilement décantables au niveau d'un décanteur secondaire ou clarificateur. Le procédé est à culture libre (lagunage, boue activée) ou culture fixée (lits bactériens alvéolaires, biofiltres). Le traitement tertiaire est rendu indispensable par les nouvelles exigences épuratoires vis-à-vis des éléments azote et phosphore. Le découpage entre secondaire et tertiaire est arbitraire. En effet, au sein d'une station d'épuration à boue activée, l'élimination des pollutions carbonée, azotée et phosphorée peut être réalisée dans un seul et même bassin (Cardot et Gilles, 2013).

Les stations d'épuration sont constituées de séries de compartiments (généralement en béton armé) qui présentent chacun des fonctions différentes. Chacun permettra une phase de l'épuration des eaux usées de provenance civile ou industrielle (Traitement des eaux., 2012).

En général, dans une station de traitement des eaux usées, on distingue deux lignes différentes :

- La ligne des eaux
- La ligne des boues.

Dans la ligne des eaux, sont traités les déchets provenant des égouts. Ce traitement comprend trois stades :

#### **V.1.1. Traitement primaire (traitement physico-chimique)**

Il s'agit ici, à la fois des prétraitements et des traitements primaires au sens strict (Moulin et al., 2013).

Les prétraitements sont une phase d'épuration grossière. On élimine tous les éléments solides volumineux et grossiers (sables, corps gras) qui pourraient d'ailleurs endommager les installations par la suite. Notons qu'on retire alors environ 35% des éléments polluants. Tout d'abord, on réalise le dégrillage : on fait passer l'eau à travers des grilles plus ou moins grossières pour récupérer tous les éléments solides plus gros que les espacements des grilles (Moulin et al., 2013).

L'eau qui est issue de ce premier traitement subit ensuite le dessablage et le déshuilage-dégraissage. La vitesse d'écoulement de l'eau est ralentie, par conséquent, les particules de taille plus petite vont sédimenter (boues primaires) et les graisses, moins denses vont remonter à la surface. On va alors retirer les sables par pompage et prélever l'écume (Moulin et al., 2013).

Le traitement primaire au sens strict est un traitement physico-chimique. Il est possible d'ajouter dans l'eau des agents coagulants et flocculants. On peut alors récupérer un grand nombre de particules en suspension par décantation ou flottation (boues physico-chimiques) (Moulin et al., 2013).

Cette étape permet d'éliminer 90% des particules et objets en suspension. Elle est commune à une très grande majorité des stations d'épuration (Moulin et al., 2013). Mais il reste alors dans l'eau tout ce qui y est dissous (éléments azotés, phosphatés, composés actifs) ainsi qu'une quantité des particules fines en suspension (Moulin et al., 2013).

#### **V.1.2. Traitement secondaire (traitement biologique)**

Ces traitements sont biologiques et permettent d'éliminer les polluants dissous. Pour cela, on utilise des populations de micro-organismes capables de les consommer. Le principe général est de favoriser la croissance de communautés de bactéries aérobies, c'est-à-dire qui consomment l'O<sub>2</sub> pour leur métabolisme. On en distingue différents types :

- **Le lagunage naturel** : les eaux usées sont stockées dans des plans d'eau peu profonds : les lagunes. L'activité microbienne se fait naturellement : échange avec l'atmosphère, photosynthèse, les aérateurs peuvent être utilisés pour brasser l'air et optimiser l'activité des bactéries. Ces processus induisent la formation de boues de lagunage au fond des bassins qui sont récupérées (Moulin et al., 2013).

–**Les boues activées** : On force ici le mélange du dioxygène, des eaux usées et des bactéries dans des bassins (Moulin et al., 2013).

Les espèces sont sélectionnées selon ce que l'on souhaite éliminer : carbone, azote, phosphore. Les bactéries et les déchets issus de leur métabolisme forment, dans un bassin appelé clarificateur, des boues (boues secondaires) qui sont ensuite traitées et utilisées pour la fertilisation des sols par exemple. Une partie de ces boues retourne dans les bassins pour éviter une trop grande perte en bactéries (Moulin et al., 2013).

–**Les biofiltres et filtres bactériens** : On peut également faire percoler l'eau à travers un matériau où se développent des bactéries. Ceux-là peuvent être des galets ou des supports (lits bactériens) ou des argiles cuites, des schistes, des sables (biofiltres). Ces traitements sont utilisés en plus du processus des boues activées, permettant ainsi d'éliminer une plus grande diversité de polluants. En effet, on va concentrer bactéries et ainsi localiser leur action, la rendant plus efficace (Moulin et al., 2013).

De nombreuses stations d'épuration cumulent aujourd'hui les traitements primaires et secondaires. Certaines plus rares utilisent des traitements avancés ou tertiaires. En effet, à la fin des traitements secondaires, il reste encore dans l'eau des éléments dissous que les bactéries n'auront pas absorbés (azote, phosphore) et des éléments qu'elles ne sont de toute manière pas aptes à traiter (oestrogènes par exemple) (Moulin et al., 2013).

### **V.1.3. Traitement tertiaire**

Ces traitements sont à la fois physico-chimiques et biologiques. On les réalise après les traitements primaires et secondaires afin d'éliminer des éléments nutritifs résiduels, des polluants organiques résistants, des métaux, des pigments. Par exemple, on peut utiliser des traitements biologiques avancés pour éliminer le phosphore par le Déplacement Nutritif Biologique. Ce dernier consiste à faire passer l'eau par différents réservoirs avec des bactéries et dans des conditions environnementales différentes (différence de concentration en dioxygène par exemple). On récupère ensuite les boues lors d'un nouveau passage dans un clarificateur (Moulin et al., 2013).

Un autre type de traitement que l'on pourrait classer comme tertiaire est le traitement aux UV. On dénature alors des molécules, comme les œstrogènes, sensibles à ces rayons (Moulin et al., 2013).

Dans la ligne des boues, sont traitées toutes les boues produites pendant les phases de sédimentation de la ligne des eaux (Traitement des eaux, 2012).

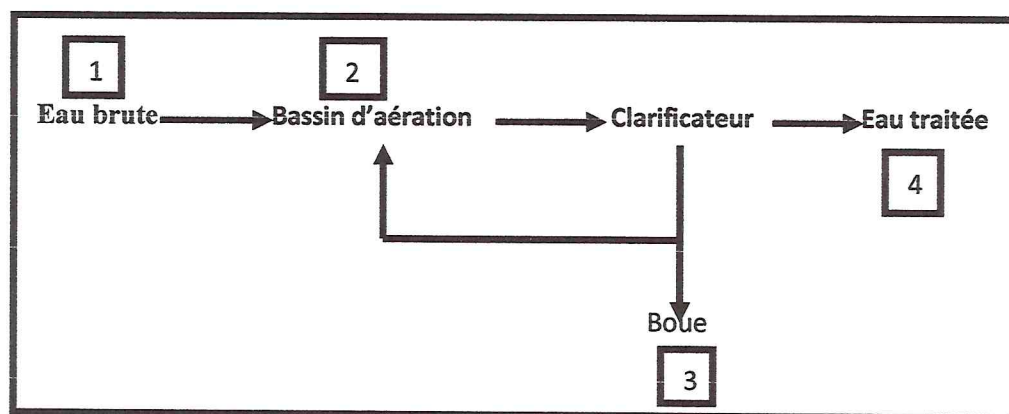
Le but de cette ligne est d'éliminer la quantité élevée d'eau contenue dans les boues et d'en réduire le volume. L'objectif ici est également de stabiliser le matériel organique et de détruire les organismes pathogènes présents de façon à rendre le produit final moins couteux et moins dangereux pour l'environnement (Traitement des eaux, 2012).

L'effluent final traité est conduit dans des filières de traitements et d'épandage et peut être aussi utilisé par l'agriculture ou certaines industries (Traitement des eaux, 2012).



**V.2.Panorama d'analyse**

Il est nécessaire de fixer des prélèvements durant le traitement pour évaluer l'avancement du traitement. Ces prélèvements et les paramètres analysés sont illustrés dans la figure 1 et le tableau 3 respectivement.



**Fig. 1. Emplacement des analyses à réaliser au niveau d'une STEP (Cardot et Gilles, 2013).**

**Tableau 3. Analyses courantes au niveau d'une STEP (Cardot et Gilles, 2013).**

Emplacement	1	2	3	4
<b>Pollution carbonée</b>				
MES	Oui			Oui
DCO	Oui			Oui
DBO <sub>5</sub>	Oui			
<b>Pollution azotée</b>				
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Oui	Oui		Oui
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Oui	Oui		Oui
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	Oui	Oui		Oui
NK	Oui	Oui		Oui
<b>Pollution phosphorée</b>				
P	Oui			Oui
<b>Paramètres fonctionnement</b>				
O <sub>2</sub> dissous		Oui		
MS/MVS*		Oui	Oui	
Décantation		Oui		
Test de Guerrée				Oui

Durant le traitement des eaux usées, les paramètres analysés permettront d'identifier le degré de pollution pendant tous les phases de traitement.

**V.3.Paramètres analysées**

**V.3.1. Paramètres organoleptiques**

**1. couleur**

La couleur des eaux est due à des acides humiques, grosses molécules contenant des cycles aromatiques ou poly-aromatiques avec des fonctions hydroxyles ou acides. Ces molécules correspondent à des fins de dégradation de la matière organique et sont dans la

plupart des cas très peu biodégradables. Elles ont un pouvoir complexant vis-à-vis des métaux de transition. Ce pouvoir est plus important pour l'aluminium que pour le fer. On sait également que les humâtes de fer sont colorés et ceux d'aluminium non. Il est donc possible d'éliminer la couleur de deux façons : par élimination des molécules responsables ou encore par transformation des molécules colorées en molécules incolores (Vilagines, 2010).

La couleur est déterminée par un test visuel d'un échantillon de 1L dans une bouteille transparente sur un fond blanc.

## **2. Turbidité**

La turbidité représente l'opacité d'un milieu trouble. C'est la réduction de la transparence d'un liquide due à la présence de matières non dissoutes (Abibsi, 2011), qui sont des particules colloïdales en suspension dans l'eau. Quand on sait que la majorité des éléments toxiques, tant minéraux qu'organiques, sont adsorbés, à 90% en moyenne, sur les matières en suspension et colloïdales, on comprend l'importance de la turbidité (Vilagines, 2010).

Elle se détermine à l'aide d'un turbidimètre. Après remplissage de la cuvette de mesure propre et bien essuyée contenant l'échantillon à analyser, bien homogénéisé, on s'effectue rapidement la mesure. Il est nécessaire de vérifier l'absence de bulle d'air avant la mesure. La mesure est obtenue directement en FTU (Rodier et al., 2005).

## **3. Odeur et saveur**

Ces deux paramètres sont regroupés et font appel aux mêmes types de traitement. L'odeur et la saveur anormales sont dues à des molécules organiques contenues en très faibles quantités dans les eaux. Ces molécules peuvent être soit d'origine naturelle : métabolites d'algues, d'actinomycètes ..., soit d'origine de pollutions domestiques ou industrielles (Vilagines, 2010).

Pour obtenir approximativement l'échelle des intensités des odeurs, on opère comme suit : dans une première fiole conique mettre 50 ml d'échantillon, dans une deuxième 16 ml, dans une troisième 6 ml et compléter chaque flacon à 240 ml avec de l'eau inodore; dans une quatrième, mettre 240 ml d'eau désodorisée à titre de référence. Pour être complète, la détermination est effectuée à froid (25°C) et à chaud (60°C) après chauffage sur plaque ou dans un bain-marie. Ne pas faire varier la température de plus de 1 degré au cours d'une opération. Secouer chaque flacon 3 ou 4 fois avant de sentir pour caractériser le type d'odeur (Rodier et al., 2005).

### **V.3.2. Paramètres physico-chimiques**

#### **1. Température**

Il est important de connaître la température de l'eau avec une bonne précision. En effet, celle-ci joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la dissociation des sels dissous donc sur la conductivité électrique, dans la détermination du pH, pour la connaissance de l'origine de l'eau et des mélanges éventuels, etc (Rodier et al., 2005).

#### **2. Potentiel hydrogène (pH)**

Le pH est très essentiel dans la détermination de l'équilibre calco-carbonique. Une baisse de pH est due à la chloration par du chlore gazeux (Vilagines, 2010). Le pH est un paramètre important qui influe sur la vie et le développement de la faune et de la flore existante dans les cours d'eau. Cependant, sa valeur peut être à l'origine des ennuis dans les canalisations (corrosion ou dépôts calcaires). Le pH conditionne les réactions

chimiques des milieux aqueux ainsi que la prolifération bactérienne. Il peut également être un indice de pollution pour les rejets industriels (Tfeyeche, 2014).

Le pH est mesuré directement à l'aide d'une électrode de pH combinée. Sa mesure consiste à tremper l'électrode dans le bêcher de l'échantillon, laisser stabiliser un moment, puis noter le pH (Rodier et al., 2005).

### **3. Conductivité électrique (CE)**

Il existe une relation entre l'eau et les sels dissous. Ces derniers permettent le passage du courant électrique, ce qui fait que la conductivité électrique évalue approximativement la minéralisation global de l'eau.

Pour la détermination de la conductivité, un conductivimètre multiéléments est utilisé. Elle est déterminée après plusieurs rinçages de l'électrode, d'abord avec de l'eau distillée puis en la plongeant dans un récipient contenant de l'eau à examiner; faire la mesure en prenant soin que l'électrode soit complètement immergée. Le résultat de conductivité est donné directement en  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Le résultat de la salinité et du taux de sels dissous (TDS) sont donnés respectivement en ‰ et en mg/L (Rodier et al., 2005).

### **4. Oxygène dissous ( $\text{O}_2$ )**

L'oxygène dissous est un composé essentiel de l'eau car il permet la vie de la faune et il conditionne les réactions biologiques qui ont lieu dans les écosystèmes aquatiques. La solubilité de l'oxygène dans l'eau dépend de différents facteurs, dont la température, la pression et la force ionique du milieu (Abibsi, 2011).

### **5. Matières en suspension (MES)**

Il s'agit de matières non solubilisées. Elles comportent des matières organiques et des matières minérales. Elles peuvent également être des microorganismes vivants (Tfeyeche, 2014).

Selon Rodier et al. (2005), les matières en suspension sont déterminées par pesée différentielle suivant la formule :

$$MES = (P_p - P_v) \times 1000/V$$

Où

V : volume en mL d'échantillon utilisé

P<sub>p</sub> : Poids plein du filtre (g)

P<sub>v</sub> : Poids vide du filtre (g)

### **6. Demande chimique en oxygène (DCO)**

La demande chimique en oxygène est la quantité d'oxygène consommée par les matières existantes dans l'eau et oxydables dans des conditions opératoires bien définies. Elle est d'autant plus élevée qu'il y'a de corps oxydables dans le milieu. L'oxygène affecte pratiquement la totalité des matières organiques biodégradables et non biodégradables. La DCO est mesurée en mg d' $\text{O}_2/\text{L}$  (Tfeyeche, 2014). La DCO est fonction des caractéristiques des matières présentes, de leurs proportions respectives, des possibilités de l'oxydation (Rodier et al., 2005).

### **7. Demande biochimique en oxygène pendant 5 jours (DBO5)**

C'est la quantité d'oxygène que les bactéries utilisent pour décomposer partiellement ou pour oxyder totalement en  $\text{CO}_2$  les substances organiques dans l'eau, en un temps donné, à l'aide de leur système enzymatique (Tfeyeche, 2014).

La demande biochimique en oxygène est la quantité d'oxygène en mg/L consommée dans les conditions de l'essai de l'incubation à 20°C et à l'obscurité pour assurer par voie biologique l'oxydation des matières organiques biodégradables présents dans l'eau usée (Tfeyeche, 2014).

Pratiquement, la demande biochimique en oxygène devrait permettre d'apprécier la charge du milieu considéré en substances putrescibles, son pouvoir auto-épuration et d'en déduire la charge maximale acceptable, principalement au niveau des traitements primaires des stations d'épuration (Rodier et al., 2005).

Le tableau 4 montre les concentrations maximales autorisées en MES, DCO, DBO<sub>5</sub>.

**Tableau 4. Normes de rejet d'une station d'épuration : concentrations maximales Autorisées MES, DCO, DBO<sub>5</sub> (Abibsi, 2011).**

Paramètres	Concentration maximale autorisée
MES	35 mg/L
DCO	125 mg/L
DBO <sub>5</sub>	25 mg/L

### 8. Azote

L'azote présent dans les eaux usées domestiques se trouve sous forme d'ammonium de nitrites, ou de nitrates provenant de deux types d'eau :

- les eaux de vannes : eaux issues des WC et qui constituent un tiers de la charge organique totale des eaux usées domestiques. Elles représentent la nuisance la plus importante. Ceci est dû à la présence d'une charge bactérienne, qui se trouve sur un support propice à sa survie et à une teneur élevée en azote organique et ammoniacal (Vilagines, 2010).

- les eaux ménagères (eaux de cuisine, toilette, lavage) : ce sont des eaux moins concentrées en pollution organique mais dont le volume est 2 à 3 fois plus élevé. Elles représentent les 2/3 de la charge organique. La principale source d'azote dans une eau résiduaire domestique est donc l'urine dont les principaux constituants azotés sont mentionnés dans le tableau 5 :

**Tableau 5. Principaux constituant azotés (Vilagines, 2010).**

Source	Concentration
Urée	25 g/L
Créatinine	1.5 g/L
Acide urique	0.6 g/L
Azote ammoniacale	0.6 g/L
Azote indéterminé	0.6 g/L
Sucres azotés	Traces

L'azote ammoniacal constitue l'apport essentiel de l'azote dans les effluents de station d'épuration (Vilagines, 2010).

L'azote urique est généralement présent à un taux beaucoup plus faible, bien que l'on puisse considérer a priori qu'il constitue un des apports essentiels d'azote dans les eaux usées domestiques. Ceci est lié au fait qu'il se transforme très facilement en azote

ammoniacal au cours de la circulation dans les réseaux d'assainissement avant l'arrivée à la station de traitement (Vilagines, 2010).

### 9. Phosphore

Le phosphore peut se rencontrer sous forme de sels minéraux (ortho-phosphates, poly-phosphates) mais aussi sous forme de composés organiques soit solubilisés, soit fixés sur les matières en suspension (Rodier et al., 2005)

Les composés phosphorés qui, sans hydrolyse ou minéralisation, répondent au test spectro-photométrique sont considérés comme étant des ortho-phosphates. L'hydrolyse en milieu acide fait apparaître le phosphore hydrolysable et minéralisation, le phosphore organique. Chaque fraction (phosphore en solution ou en suspension) peut être séparée analytiquement en ortho-phosphates, phosphore hydrolysable et phosphore organique (Abibsi, 2011).

Suivant les cas, les teneurs en phosphates peuvent être exprimées en mg/L de  $PO_4$  ou  $P_2O_5$ .

Les charges brutes journalières de pollution ainsi que les concentrations maximales autorisées sont mentionnées dans le tableau 6.

**Tableau 6 : Concentrations maximales autorisées en phosphore et azote dans un rejet d'une station d'épuration (Abibsi, 2011).**

	Paramètre	Charge brute de pollution organique reçue en kg par jour	Concentration maximale autorisée
Zone sensible au phosphore	PT	600 à 6000	2 mg/L
		> 6000	1 mg/L
Zone sensible à l'azote	NGL	600 à 6000	15mg/L
		>6000	10 mg/L

PT : Phosphore total - NGL : Azote global

### 10. Métaux lourds

En abrégé métaux désigne un indice destiné à quantifier globalement les pollutions toxiques associés à la présence dans les eaux de certains métaux et métalloïdes (Rodier et al., 2009).

Etablis par les agence de l'eau pour fixer les redevances de pollution applicable aux établissements pollueurs (principalement industriels), les métaux permettent d'exprimer la pollution toxique chronique et subaiguë des effluents aqueux (Rodier et al., 2009).

Dans les eaux usées urbaines, on peut trouver toutes sortes de métaux lourds à savoir le cuivre, le zinc, le fer, le manganèse et le molybdène qui proviennent essentiellement des détergents, des produits cosmétiques et des petites unités industrielles (Tfeyeche, 2014).

Le flux de métaux rejeté chaque jours par habitant ou équivalent habitant correspond à 0.23 g/j par habitant (Rodier et al., 2009).

## VI. Voie de la réutilisation des eaux usées

Pour faire une bonne gestion de l'eau, il faut établir un équilibre entre la demande, l'utilisation de l'eau et le maintien de la qualité de cette dernière. Ce défi a donné la naissance aux termes suivants :

- La récupération des eaux usées

Concerne le traitement de l'eau pour obtenir une qualité prédéterminée qui facilite sa réutilisation. Dans ce contexte, l'expression eaux usées est employée au sens large et englobe les eaux usées municipales (résidences, commerces, établissements et usines) et les apports permis d'eau pluviale ou d'eau de ruissellement (Mekhalif, 2009).

- La réutilisation de l'eau

La réutilisation de l'eau consiste en l'utilisation d'eau traitée à des fins utiles, notamment l'irrigation agricole et le refroidissement dans le secteur industriel.

L'eau récupérée est un effluent traité pour obtenir une qualité conforme à un usage précis. La réutilisation directe fait référence à un système de réutilisation dans lequel l'eau récupérée est transportée jusqu'aux points où elle est réutilisée. La réutilisation indirecte concerne l'évacuation dans des eaux réceptrices (eaux de surface ou nappe souterraine) d'un effluent qui est ensuite assimilé puis prélevé en aval, ce qui ne correspond pas à une réutilisation directe planifiée de l'eau (Mekhalif, 2009).

- Le recyclage de l'eau

Le schéma dans la figure 2 fait référence à des systèmes industriels dans lesquels l'effluent récupéré est habituellement traité puis réacheminé dans le processus industriel (Mekhalif, 2009).

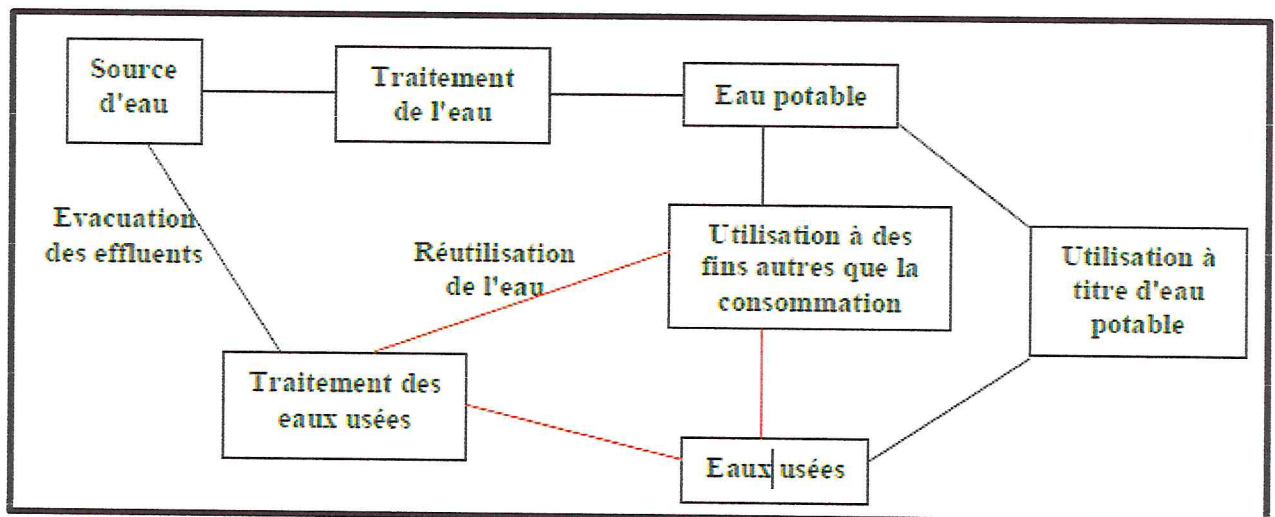


Fig.2. Schéma décrivant le processus de réutilisation de l'eau dans le cadre du cycle (Simplifié) de l'eau en milieu urbain (Mekhalif, 2009).

**IV.1. Catégories de réutilisation****IV.1.1. Réutilisation à titre d'eau potable**

La réutilisation directe à titre d'eau potable, soit l'acheminement direct d'une eau récupérée à un système d'approvisionnement en eau potable (Mekhalif, 2009).

La réutilisation indirecte à titre d'eau potable fait référence à l'augmentation des sources d'approvisionnement en eau potable à partir d'eaux récupérées hautement traitées (Mekhalif, 2009).

**IV.1.2. Utilisations urbaines et récréatives non restreintes et irrigation des cultures vivrières**

Cette catégorie de réutilisation exige une qualité d'eau assez élevée et représente actuellement le plus haut degré de réutilisation pratiquée de façon courante. Entre autres exemples typiques d'utilisation non restreinte en milieu urbain à des fins agricoles ou récréatives, mentionnons :

- Utilisation en milieu urbain : irrigation des parcs, terrains de jeu et cours de récréation protection contre les incendies, fontaines et bassins ornementaux, chasse d'eau de toilette et climatisation des édifices (Mekhalif, 2009).

- Utilisation non restreinte à des fins récréatives : applications où il n'y a aucune restriction de contact avec le corps, notamment l'alimentation des lacs et des étendues d'eau où l'on peut nager, fabrication de neige (Mekhalif, 2009).

- Irrigation agricole des cultures vivrières destinées à la consommation humaine sans cuisson (Mekhalif, 2009).

Les procédés de traitement usuels nécessaires comportent un traitement secondaire minimal suivi d'une filtration et d'une désinfection. Des limites strictes sont fixées en ce qui concerne la demande biochimique en oxygène (DBO) des effluents, leur turbidité, le total des coliformes et les coliformes fécaux, les résidus de désinfectant et le pH (Mekhalif, 2009).

**IV.1.3. Utilisations urbaines et récréatives restreintes, irrigation des cultures non vivrières ou des cultures transformées avant consommation**

Ces applications sont des exemples relativement fréquents de réutilisation de l'eau dans des lieux d'accès restreint ou d'activités restreintes. Ces restrictions supposent l'exposition limitée d'une population à l'eau récupérée ou encore l'exposition limitée des populations urbaines à des activités restreintes. Les exemples typiques de cette catégorie sont :

- Irrigation d'aménagements : terrains de golf, cimetières, bordures de verdure et terre-pleins des autoroutes (Mekhalif, 2009).

- Utilisations récréatives restreintes : pêche récréative, canotage et autres activités récréatives sans contact (Mekhalif, 2009).

- Irrigation agricole : fourrages, fibres, cultures grainières, pâturages, pépinières, gazonnières et aquaculture commerciale (Mekhalif, 2009).

Les exigences relatives à la qualité de l'eau sont les mêmes pour toutes les utilisations de cette catégorie. Le traitement de récupération habituel comporte un traitement secondaire suivi d'une désinfection. Les exigences relatives à la demande biochimique en oxygène (DBO), à la turbidité (solides en suspension) sont plus souples pour cette catégorie que pour la catégorie des réutilisations urbaines non restreintes (Mekhalif, 2009).

#### **IV.1.4. Réutilisation et recyclage industriels**

Le secteur industriel est celui qui utilise le plus d'eau. La réutilisation des eaux usées des municipalités pour répondre aux besoins du secteur industriel a commencé dès les années 1940. Les utilisations des eaux usées récupérées aux fins des secteurs de la construction et de l'industrie sont le lavage des agrégats, la fabrication du béton, le nettoyage de l'équipement, l'alimentation des tours de refroidissement (à l'exclusion du refroidissement par évaporation), le nettoyage des cheminées, l'alimentation des chaudières et l'eau de fabrication (à l'exclusion de la transformation des aliments) (Mekhalif, 2009).

Cependant, les exigences relatives à la qualité de l'eau tendent à être propres à l'industrie, puisque les changements de la composition chimique de l'eau peuvent modifier les procédés utilisés. Les préoccupations que pose la qualité de l'eau dans la réutilisation et le recyclage industriels touchent habituellement l'entartrage, la corrosion, la formation de bactéries, l'encrassement, la formation de mousse et les effets sur la santé des travailleurs que peut entraîner l'inhalation d'aérosols contenant des composés organiques volatils ou des agents pathogènes microbiologiques (Mekhalif, 2009).

### **VII. Réutilisation des eaux usées en Algérie**

La réutilisation des eaux usées épurées est une action volontaire et planifiée qui vise la production de quantités complémentaires en eau pour différents usages. Aujourd'hui la stratégie nationale du développement durable en Algérie se matérialise particulièrement à travers un plan stratégique qui réunit trois dimensions à savoir : Sociale, Economique et Environnementale. Le réseau national d'assainissement totalise un linéaire de 27000 kilomètres. Le taux de recouvrement est, hors population éparse, de 85%. Le volume global d'eaux usées rejetées annuellement est évalué à près de 600 millions de m<sup>3</sup>, dont 550 pour les seules agglomérations du Nord. Ce chiffre passerait à près de 1150 millions de m<sup>3</sup> à l'horizon 2020 (Hannachi et al., 2014).

D'après les dernières statistiques (Août 2016), 130 stations ont été réalisées par l'ONA à travers 44 wilayas dont 17 sont concernées par la réutilisation des eaux usées épurées en agriculture.

Le volume d'eau réutilisé a été estimé à 14.6 millions de m<sup>3</sup>, pour ces 17 STEP concernées par la réutilisation des eaux usées épurées (REUE) afin d'irriguer plus de 11 076 ha de terres agricoles. Il s'agit de :

- Kouinine (El Oued) et Ouargla ;
- Guelma, Souk Ahras ;
- Tlemcen, Mascara et les lagunes de Ghriss, Bouhanifia, Hacine, Oued Taria, Froha, Khalouia, Tizi et Mohamadia ; Boumerdes .



**Conclusion**

Les eaux usées de différentes compositions et divers origines constituent une catastrophe pour la nature lors du rejet sans traitements préalables. Par ailleurs, vu les problèmes du besoin d'eau, l'épuration des eaux usées semble être la technique alternative la plus abordable pour la réutilisation agricole, industrielle et urbaine qui ne nécessite pas une eau de qualité potable. Dans ce contexte ce chapitre a eu pour objectif de donner un aperçu sur les origines des eaux usées, leurs caractéristiques, ainsi que les différents procédés utilisés pour leur épuration.

**CHAPITRE 2**  
**DESCRIPTION DE LA**  
**STEP ET PROCEDE DE**  
**TRAITEMENT**

## CHAPITRE 2 DESCRIPTION DE LA STEP ET PROCÉDES DE TRAITEMENT

### Introduction

Bouzedjar est une petite ville algérienne située dans la daïra d'El Amria, à 50 km au Nord-Ouest de la wilaya d'Aïn-Témouchent. Elle est caractérisée par un climat semi-aride sec et chaud. Elle a pour coordonnées géographiques 35° 34' 28" N de latitude et 1° 08' 18" W de longitude.



**Fig. 3. Carte de situation de la commune de Bouzedjar.**

Cette ville compte 4387 habitants depuis le dernier recensement de la population réalisé en 2008. Entourée par El-M'said, Ouled Boudjemaa et Aïn-El-Karma, Bouzedjar est située à 5 km au Nord-Ouest d'El-M'said la plus grande ville des environs.

Les paysages naturels de la région font de celle-ci un lieu touristique par excellence. Cependant, le tourisme devant se faire dans de bonnes conditions environnementales ce qui a nécessité la création d'une station d'épuration dénommée STEP de Bouzedjar.

### **I. Description de la STEP Bouzedjar**

La station d'épuration de Bouzedjar est une STEP qui a été réalisée en 2009 sur une superficie de 2 hectares. Elle a été mise en service en août 2013 et dispose d'une capacité de 19000 EH ce qui équivaut à 2280 m<sup>3</sup>/j à l'horizon de 2020. Cette capacité pourra atteindre en 2035 les 2640 m<sup>3</sup>/j (soit 22000 EH).

Actuellement la station reçoit les eaux résiduaires de la ville de Bouzedjar et, dans un futur proche, elle collectera aussi les eaux des réseaux d'assainissements des villages d'El-M'said et d'El-Houaoura. Selon la direction des ressources en eaux de la wilaya d'Aïn-Témouchent, ce traitement des eaux usées a pour but la protection du littoral et les eaux souterraines de la région, ainsi que ces eaux épurées permettront l'irrigation de 140 hectares de terres.

Toutes ces eaux usées domestiques arrivent à la station par refoulement afin d'être traitées et rejetées via l'oued Ferra vers la mer.

## CHAPITRE 2 DESCRIPTION DE LA STEP ET PROCEDES DE TRAITEMENT

L'eau épurée au niveau de cette STEP est principalement d'origine urbaine. Elle est amenée à la station grâce à un réseau d'assainissement unitaire ce qui fait que la station ne traite pas les eaux pluviales. Le procédé de traitement utilisé est un traitement à boue activée à faible charge. Cette boue en excès sera traitée en passant dans un silo de stockage puis une déshydratation mécanique et /ou lit de séchage secours.



**Fig. 4. Carte de situation de la STEP par rapport à la ville de Bouzedjar (Google earth).**

### **II. Bases de dimensionnement des ouvrages de la STEP**

Le tableau 7 mentionne le dimensionnement de l'ouvrage de la station de Bouzedjar.

## **CHAPITRE 2 DESCRIPTION DE LA STEP ET PROCEDES DE TRAITEMENT**

**Tableau 7. Bases de dimensionnement (ONA, 2016).**

Paramètres	Unités	Horizon 2020	Horizon 2035
<b>Charge hydraulique</b>			
Equivalent. Habitant	E.H	<b>19 000</b>	<b>22 000</b>
Volume journalier	m <sup>3</sup> /j	<b>2 280</b>	<b>2 640</b>
Débit moyen horaire	m <sup>3</sup> /h	<b>95</b>	<b>110</b>
Débit de pointe temps sec	m <sup>3</sup> /h	<b>190</b>	<b>215</b>
Débit maximal admis en temps de pluie	m <sup>3</sup> /h	<b>285</b>	<b>285</b>
<b>Charge polluante</b>			
Charge journalière en DCO	kg/j	<b>1 710</b>	<b>1 980</b>
Charge journalière en DBO <sub>5</sub>	kg/j	<b>1 045</b>	<b>1 210</b>
Charge journalière en MES	kg/j	<b>1 140</b>	<b>1 320</b>
Charge en azote ammoniacal (N- NH <sub>4</sub> )	kg/j	<b>190</b>	<b>220</b>

Le traitement retenu avec une qualité de rejet conforme aux normes présentées dans le tableau 8.

**Tableau 8. Normes de rejets des eaux épurées de la station de Bouzedjar (ONA, 2016).**

Paramètre	Unité	Par temps sec	Par temps de pluie
DBO <sub>5</sub>	mg/L	<b>20</b>	<b>10</b>
DCO	mg/L	<b>40</b>	<b>120</b>
MES	mg/L	<b>30</b>	<b>30</b>

### **III. Procédé de traitement de la STEP de Bouzedjar**

Les eaux brutes de la région de Bouzedjar vont subir un traitement biologique à boue activée à faible charge.

#### **III.1. Théorie des boues activées**

Le procédé à boue activée est une technique biologique très utilisée grâce à son impact faible sur l'environnement car son emploi ne nécessite pas d'ajout de produits chimiques. Cette méthode consiste à dégrader la pollution qu'elle soit organique, minérale, en suspension ou dissoute. Cette pollution constitue la nourriture pour les organismes vivants qui sont les bactéries.

Le procédé à boues activée consiste à mélanger et à agiter des eaux usées brutes avec des boues activées liquides très actives. La dégradation aérobie de la pollution s'effectue par mélange intime des microorganismes épurateurs et de l'effluent à traiter. Ensuite, les phases "eaux épurées" et "boues épuratrices" sont séparées. Ce procédé nécessite les étapes suivantes :

- les traitements préliminaire et, éventuellement, primaire ;

## CHAPITRE 2 DESCRIPTION DE LA STEP ET PROCEDES DE TRAITEMENT

- le bassin d'aération ;
- le décanteur secondaire avec reprise d'une partie des boues ;
- l'évacuation des eaux traitées ;
- les digesteurs des boues en excès provenant des décanteurs.

### III.2. Filières de traitement

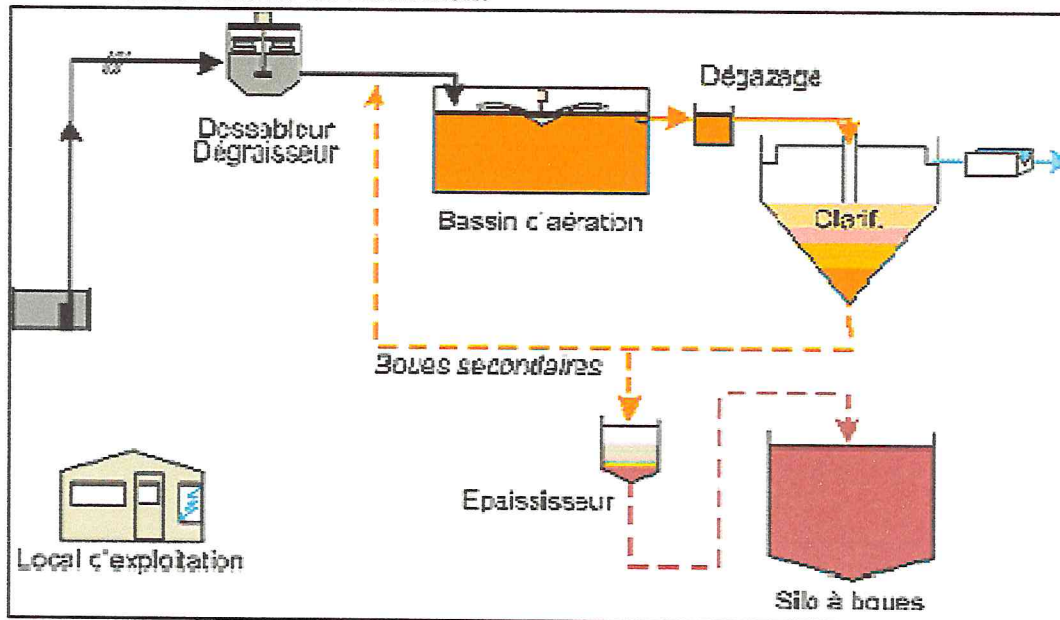


Fig. 4. Plan de la STEP Bouzedjar (ONA., 2016).

#### III.2.1. Poste de relevage

Le poste de relevage présente le premier contact entre le réseau d'assainissement et la station d'épuration. Il est constitué d'une bache d'eau d'un volume adéquat aux rejets des localités de Bouzedjar, M'said et Houaoura.

Actuellement la ville de Bouzedjar est équipée d'un poste de relevage dont le débit de pointe est de  $163\text{m}^3/\text{h}$ . contrairement à El-Houaoura et EL-M'said où les eaux arrivent gravitairement avec un débit de  $105\text{ m}^3/\text{h}$  à la station.

Le poste de pompage de la ville de Bouzedjar comporte 3 pompes dont une en secours automatique. Le débit unitaire est de  $25\text{ L/s}$

En amont des pompes, il est prévu l'installation d'un dégrilleur mécanique, pour remplacer de dégrilleur manuel actuel, qui permettra d'éviter les rejets directs d'effluents non traités.

#### III.2.2. Dégrillage

Avant le traitement biologique, les effluents seront prétraités, c'est-à-dire, débarrassés de tous les éléments grossiers et matières en suspension importantes. Cette opération sera réalisée par un dégrillage avec espacement de  $20\text{ mm}$ .

- Caractéristiques du dégrillage grossier

## **CHAPITRE 2 DESCRIPTION DE LA STEP ET PROCEDES DE TRAITEMENT**

**Tableau 9 : Caractéristiques du dégrillage grossier (ONA, 2016).**

Désignation	Unité	Caractéristiques
Type de grille		<b>Grossier</b>
Débit moyen (Atteint jusqu'à présent)	m <sup>3</sup> /h	<b>13.00</b>
Nombre de grille	U	<b>20</b>
Espacement entrefer	Mm	<b>20</b>
Epaisseur des barreaux	Mm	<b>20</b>
Matériau de construction du dégrilleur		<b>Acier époxy</b>

- Caractéristiques du dégrillage fin

**Tableau 10 : Caractéristiques du dégrillage fin (ONA, 2016).**

Désignation	Unité	Caractéristique
Débit moyen	m <sup>3</sup> /h	<b>95</b>
Type de grille		<b>Fin</b>
Marque		<b>SEW-USOCOME</b>
Nombre de grilles	U	<b>24</b>
Ecartement entre barreaux	mm	<b>20</b>
Matériaux de construction châssis et grille		<b>Inox 304</b>

### **III.2.3. Désableur – Déshuileur**

Par la suite les eaux arrivent à un ouvrage de déshuilage – dessablage cylindro-conique qui a les caractéristiques mentionnées dans le tableau 11. Les graisses sont flottées par de fines bulles d'air créées par une turbine immergée de puissance 2.2 kW.

Elles sont raclées mécaniquement pour être stockées dans un bac de concentration de volume d'où elles seront reprises par les services d'exploitation pour évacuation dans une benne mobile.

Les sables et les autres matières décantées au fond de l'ouvrage sont repris par une pompe à roue Vortex de débit 20 à 30 m<sup>3</sup>/h, et évacués vers un classificateur à vis qui permettra la séparation des sables et matières organiques. Les sables essorés seront stockés dans une remorque mobile.

### **III.2.1. Bassin de contact**

Afin d'éviter la formation de bactéries filamenteuses, il existe en amont du traitement biologique un bassin de contact où transiteront les eaux brutes et les boues recirculées. L'homogénéisation au niveau de cet ouvrage est assurée par un agitateur immergé. Le

## **CHAPITRE 2 DESCRIPTION DE LA STEP ET PROCEDES DE TRAITEMENT**

volume du bassin de contact est de 61 m<sup>3</sup>, soit un temps de passage de 12.8 minute par rapport au débit maximum.

**Tableau 11. Caractéristiques du déshuileur-déssableur (ONA, 2016)**

Désignation	Unité	Caractéristique
Débit moyen	m <sup>3</sup> /h	<b>95</b>
Forme géométrique de l'ouvrage	<b>Trône de cône- cylindrique</b>	
Temps de séjour mini au débit max admis	min	<b>8.60</b>
Surface totale de l'ouvrage	m <sup>2</sup>	<b>12.57</b>
Volume total de l'ouvrage	m <sup>3</sup>	<b>27.23</b>
Hauteur d'eau dans l'ouvrage	m	<b>2.50</b>
Marque des équipements		<b>EVA SEIM /Nord systèmes /BIOTARDE</b>

### **III.2.2. Traitement biologique par boue activée**

Le traitement biologique par boues consiste à développer une culture bactérienne dispersée sous forme de floccs dans un bassin brassé et aéré, alimenté en continu en eau à épurer.

Après un temps de contact suffisant, la liqueur mixte est envoyée dans un clarificateur (ou décanteur secondaire), destiné à séparer l'eau épurée des boues. Ces dernières sont recyclées dans le bassin d'aération pour y maintenir une concentration suffisante en bactéries épuratrices. L'excédent (boues en excès), est extrait du système et évacué vers le traitement des boues.

Les boues activées se différencient par leur charge massique (Cm) qui donne une approximation du rapport entre la masse journalière de pollution à éliminer, et la masse de bactéries épuratrices mises en œuvre. Dans le cas de Bouzedjar, dont le traitement est en aération prolongée, la valeur limite est  $C_m < 0,11 \text{ kg DBO}_5/\text{j/kg MVS}$ .

L'aération est assurée par des aérateurs de surface (turbine verticale ou brosse horizontale) dont la fonction est de pomper l'eau dans le bassin et de la diffuser sous forme de fines gouttelettes dans l'air afin de permettre le contact des bactéries avec l'oxygène de l'air.

Pour la station de Bouzedjar, les effluents prétraités sont admis dans le bassin d'aération où une culture bactérienne appropriée détruira la pollution dissoute afin de rendre les effluents compatibles avec les caractéristiques de rejet.

Le bassin d'aération réalisé est de forme rectangulaire. Il est formé de deux bassins similaires adjacents.



## CHAPITRE 2 DESCRIPTION DE LA STEP ET PROCEDES DE TRAITEMENT

Tableau 12. Caractéristiques du bassin d'aération (ONA, 2016)

Désignation	Unité	Caractéristique
Débit moyen à traiter	m <sup>3</sup> /h	95
Forme géométrique de l'ouvrage	Rectangulaire	
Charge massique (Cm)	Kg DBO <sub>5</sub> / Kg MVS	0.10
Longueur	M	28
Largeur	M	14
Hauteur d'eau	M	3.80
Surface totale des bassins	m <sup>2</sup>	826.54
Hauteur d'eau dans l'ouvrage	M	3,80
Volume	M	1490
Volume totale des bassins	m <sup>3</sup>	2980
Concentration en MES dans le bassin	g/L	5.51

### 1. Production de boues

La production de boues biologiques est estimée par l'application de la formule suivante :

$$\Delta S = M_{min} = f \times MO + am \times Le + b \times Sa$$

Avec :

- Mmin : matières minérales à l'entrée ;
- MO : matières organiques à l'entrée ;
- Le : DBO<sub>5</sub> éliminée ;
- Sa : masse de matière activée.

f, am et b sont des coefficients avec  $f = 0.379$  ;  $am = 0.561$  ;  $b = 0.034$ .

### 2. Besoin en oxygène pour la réduction de la DBO<sub>5</sub>

Pour éviter les accidents biologiques pendant les périodes de pointe de pollution journalières les conditions d'oxygénation sont examinées pour les situations suivantes :

- situation moyenne qui permettra de définir correctement les besoins journaliers et les consommations correspondantes ;
- situation diurne et en pointe pour définir la capacité nécessaire minimale du système.
- Pour la station de Bouzedjar les besoins journaliers en oxygène sont de 1855 kg O<sub>2</sub>/j. (77.29 kg/h). En période de pointe le besoin horaire est de 96.11 kg O<sub>2</sub>/h.

### 3. Besoin en oxygène pour la réduction de la pollution azotée

Dans le réacteur biologique, la nitrification s'effectue par un apport complémentaire d'oxygène. La quantité d'azote à nitrifier est la différence entre l'azote entrant et la somme

## **CHAPITRE 2 DESCRIPTION DE LA STEP ET PROCEDES DE TRAITEMENT**

de l'azote rejeté et de l'azote consommé pour la synthèse organique. Dans le cas de la station de Bouzedjar la quantité d'azote à oxyder est de 2.74 kg/h.

Pour nitrifier 1 kg d'azote il faut 4.55 kg d'oxygène soit un besoin horaire moyen complémentaire de 12.46 kg O<sub>2</sub>/h (299 kg O<sub>2</sub>/j).

### **4. Azote récupéré lors des phases de dénitrification**

Malgré l'absence de bassin spécifique à la dénitrification, celle-ci sera réalisée dans le bassin d'aération lors des arrêts de l'aération. La masse biologique sera alors maintenue en suspension par une agitation de la masse bactérienne.

Pendant cette phase de dénitrification, on estime que 50% de l'oxygène fourni pour la nitrification est récupéré avec un rendement de 80%. Dans le cas de notre station d'étude, la quantité d'oxygène récupéré est de 4.98 kg O<sub>2</sub>/h.

Le besoin complémentaire en oxygène pour le traitement de la pollution azotée est donc de :

$$12.46 - 4.98 = 7.48 \text{ KgO}_2/\text{h}$$

### **5. Besoins totaux en oxygène**

Les besoins totaux en oxygène ressortent à :

– en moyenne :

- oxydation de la DBO<sub>5</sub> : 77.29 kg/h
- oxydation de la pollution azotée : 12.46 kg/h
- oxygène récupéré par dénitrification : 4.98 kg/h
- besoins totaux : 84,75 kg/h

– en pointe :

- oxydation de la DBO<sub>5</sub> : 115.92 kg/h
- oxydation de la pollution azotée : 12.46 kg/h
- oxygène récupéré par dénitrification : 4.98 kg/h
- besoins totaux : 123.39 kg/h

### **6. système d'aération**

L'aération est réalisée par 4 turbines de surface de puissance installée unitaire de 30kw, pouvant fournir une puissance absorbée totale de 104.40 kW, un apport en oxygène de 27.6 kg O<sub>2</sub>/h. Pendant les périodes d'arrêt de la turbine, la masse de boues est mise en mouvement par 4 agitateurs immergés.

### **7. Fonctionnement du réacteur**

- volume total de l'aération : 2980 m<sup>3</sup>
- charge massique : 0.10 kg MVS/kg DBO<sub>5</sub>

## **CHAPITRE 2 DESCRIPTION DE LA STEP ET PROCEDES DE TRAITEMENT**

- charge volumique maximale : 0.4 kg BDO<sub>5</sub>/m<sup>3</sup>

- masse totale de boues : 19 911 kg

- concentration en MES : 6.68 g/L

Temps de passage : - en moyenne : 27.08 h

- en pointe : 13.86 h

Après le réacteur biologique, le mélange eau et boues transite dans un bassin de dégazage de surface 9.00 m<sup>2</sup> avant d'être admis dans le clarificateur.

### **III.2.3. Clarification**

La forme et le type de clarificateur sont conditionnés par le débit de pointe admis, sa géométrie, sa facilité de réalisation, et par le souci de faire recirculer le plus vite possible les boues en aération.

Pour les installations de moyenne importance, les ouvrages sont de type raclé. Dans ce cas, la radier à une pente légère (10 à 15°) et un pont tournant périphérique équipé d'une racle de fond qui ramène les boues dans une trémie centrale d'où elles seront pompées.

Les ouvrages qui existent au niveau de la STEP étudiée respectent les contraintes dimensionnelles conseillées pour ce type d'ouvrage, à savoir la vitesse ascensionnelle maximale est inférieure à 0.60 m/h et la hauteur périphérique de 2.50 m, et ont les caractéristiques unitaires mentionnées dans le tableau 13.

**Tableau 13. Caractéristiques du clarificateur (ONA, 2016).**

Désignation	Unité	Caractéristique
Débit maximal admis	m <sup>3</sup> /h	<b>285</b>
Nombre de décanteurs		<b>2</b>
Diamètre de l'ouvrage intérieur	M	<b>18</b>
Surface /parois	m <sup>2</sup>	<b>507.08</b>
Surface /miroir (surface utile)	m <sup>2</sup>	<b>477.91</b>
Hauteur d'eau dans le décanteur( <b>Périphérique</b> )	M	<b>2.50</b>
Volume	m <sup>3</sup>	<b>1497.40</b>

### **III.2.4. Mesure de débit**

La mesure de débit finale permet de connaître le volume es eaux traitées déversées dans le milieu naturel. Elle est effectuée dans un canal béton équipé d'un seuil Venturi et d'une mesure en continu par sonde ultrason.

A côté du débitmètre, il est installé un préleveur automatique pour l'analyse des échantillons.

### **III.2.5. Traitement des boues en excès**

A la fin du traitement, les boues en excès seront pompées avec un débit unitaire de 9.50 m<sup>3</sup>/h afin d'être stockées dans un silo à boue d'un volume de 140.82 m<sup>3</sup>. Ces boues stockées seront traitées par 2 méthodes :

## **CHAPITRE 2 DESCRIPTION DE LA STEP ET PROCEDES DE TRAITEMENT**

- Une déshydratation naturelle ou appelée encore lit de séchage : qui consiste à épandre les boues dans des bassins, dits lits de séchage (Tableau 14), à l'air libre jusqu'à qu'elles deviennent sèches.

**Tableau 14 : Caractéristiques des lits de séchages .**

Désignation	Unité	Valeur
Nombre de lits de séchage de secours		2
Longueur lit de séchage	M	12
largeur lit de séchage	M	7
Hauteur de remplissage des boues	M	0.55
Durée de stockage des boues minimum	J	4
Siccité des boues déshydratées (Moyenne)	%	23

- Une déshydratation mécanique : cette technique permet de réduire la teneur en eau des boues à un taux compris entre 45 et 85 % à l'aide d'une filtration sous pression en utilisant un filtre-presse muni d'un tissu filtrant synthétique. Cette filtration se fait après dosage du floculant (polymère) dans une armoire de préparation équipée d'un agitateur. A l'aide d'une pompe gavageuse, les boues vont entrer dans la chambre de déshydratation et seront mélangées avec le polymère. Ce mélange passera sur le tissu filtrant afin d'être débarrassée de son eau pour être ensuite stocké dans un bac.

Il est nécessaire de nettoyer le tissu filtrant après chaque utilisation. Les eaux de lavage et celles traversant le tissu filtrant seront à leur tour traitées.

### **IV. Matériel et méthodes**

Il existe dans la station un laboratoire, d'une superficie de 17 m<sup>2</sup>, permettant l'analyse des eaux avant et après le traitement. Il est doté des équipements suivants :

- DBO-Mètre OXITOP 06 flacons : 2
- Armoire thermostique + 20 °C pour DBO<sub>5</sub> ;
- Etuve Memmert UNB 400 ;
- Réacteur DRB 200 -HACH LANGE 02 blocs ;
- Système de filtration, filtre en fibre de verre ;
- Pompe à vide à membrane-VACUUBRAND ;
- Dessiccateur en verre DN 250 ;
- Cône de décantation gradué IMHOF avec support ;
- Four à moufle 550 C° ;
- Balance de précision ;
- Distillateur mural Ns 103 -NUVE ;
- Spectrophotomètre DR2800, HACH LANGE ;
- PH-mètre de laboratoire HANNA ;
- PH-mètre portatif HANNA ;
- REDOX portatif HANNA ;
- Conductimètre de paillasse multi-gammes avec correction automatique de la température-HACH ;

## **CHAPITRE 2 DESCRIPTION DE LA STEP ET PROCEDES DE TRAITEMENT**

- Conductimètre portatif HI8733-HANNA ;
- Oxymètre professionnel de paillasse HACH ;
- Oxymètre portatif HI9146N-HANNA ;
- Thermomètre HI 151-00, gamme de -50°C à 150°C-HANNA ;
- Microscope Binoculaire ;
- Chauffe ballon Fibroman HT-W ;
- Bain marie Nuve ;
- Centrifugeuse -Nuve ;
- Agitateur magnétique non chauffant capacité d'agitation 5 L ;
- Réfrigérateur ;
- Armoire de sureté pour produits dangereux AZ 50-TRIONYX ;
- Verreries : pipettes, éprouvettes, fiole jaugées, béciers, creusets en porcelaine ; Flacon en verre, Ballon rond, lames en verre pour microscope, verre de montre DIM ex50 mm, burette 50 ml clé PTFE ;
- poire à pipeter, pissette, micropipette automatique, égouttoir a vaisselle, Portoir polypropylène horizontal pour pipettes, pinces pour capsules, porte tube en plastique, réservoir à eau distillée en polyéthylène avec robinet 25L, support pour burette ;
- Lunettes de protection, demi-masque à cartouche avec cartouche P/DM 220 P.

### **V. Echantillonnage**

Plusieurs séries d'analyses physico-chimiques des eaux usées (à l'entrée de la station) et épurées (à la sortie de la station) ont été réalisées dans le laboratoire de la STEP.

Les analyses effectuées au niveau de la station d'étude sont journalières et hebdomadaires et ont porté sur la période allant de février 2016 à mars 2017. Les paramètres physico-chimiques, analysés sont, pour les analyses journalières la température, l'oxygène dissous, la conductivité, le pH, la matière en suspension (MES) et la turbidité.

Les paramètres contrôlés chaque semaine sont la demande chimique en oxygène (DCO), la demande biochimique en oxygène (DBO<sub>5</sub>), l'Azote total et l'Azote Kjeldahl (NTK), les nitrates, les nitrites, l'ammonium et le phosphore total (PT).

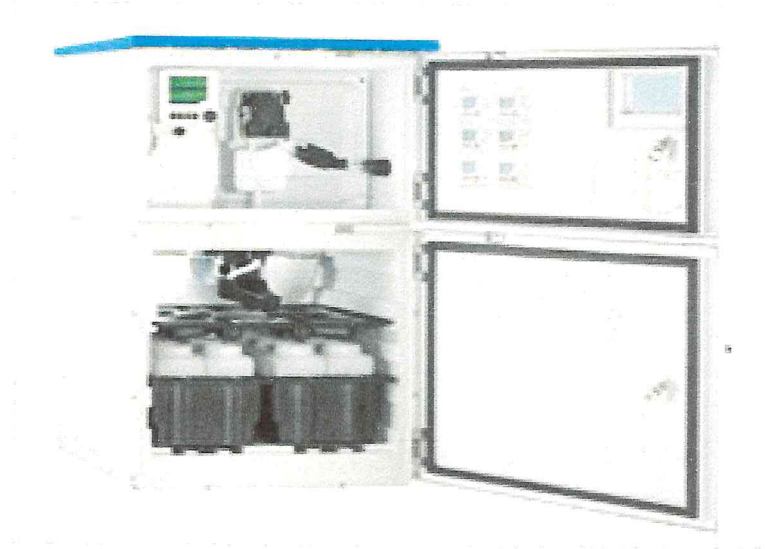
Le prélèvement se fait à l'aide d'un préleveur automatique (Endress Hauser) dédiée spécialement pour les analyses physiques et chimiques (Fig. 6).

Le préleveur automatique garanti un échantillonnage sécurisé et facile. Il dispose d'un système de refroidissement sécurisé et d'un boîtier anti-vandalisme garantissant une sécurité exceptionnelle pour les échantillons. Il est programmé pour prendre un échantillon chaque heure pendant 24 h pour remplir les 24 flacons situés à l'intérieur du boîtier.

### **VI. Méthodes d'analyse**

#### **1. Température**

La température de l'eau joue un rôle non négligeable dans l'analyse d'une eau usée. Elle est déterminée par une lecture sur le thermomètre.



**Fig. 6. Préleveur automatique**

### **2. Potentiel hydrogène (pH)**

Le pH est en relation avec la concentration des ions d'hydrogène présents dans l'eau. Il est mesuré à l'aide d'un pH mètre de palliase.

### **3. Conductivité électrique (CE)**

Elle est mesurée par lecture sur un conductivimètre après le rinçage de son électrode dans l'échantillon à analyser.

### **4. Matière en suspension (MES)**

La présence du MES dans l'eau provoque sa turbidité. Pour son dosage, nous avons utilisé la méthode par filtration sur disque filtrant de fibre de verre. Le filtre est séché à 105°C puis pesé après refroidissement.

Le taux du MES exprimé en (mg/L) est donné par l'expression :

$$MES = (P_p - P_v) \times 1000/V$$

Où

V : volume en mL d'échantillon utilisé

P<sub>p</sub> : Poids plein du filtre (g)

P<sub>v</sub> : Poids vide du filtre (g)

### **5. Demande biochimique en oxygène (DBO<sub>5</sub>)**

La détermination de la DBO<sub>5</sub> consiste à mesurer la consommation d'oxygène par voie biologique à température constante (20°C), pendant 5 jours, à l'aide d'un système de mesure OxiTop et d'un incubateur réglé à 20°C. La mesure est faite après 5 jours d'incubation par lecture sur l'appareil OxiTop.

## **CHAPITRE 2 DESCRIPTION DE LA STEP ET PROCEDES DE TRAITEMENT**

### **6. Demande chimique en oxygène (DCO)**

La détermination de la DCO se fait essentiellement par oxydation avec le dichromate de potassium  $K_2Cr_2O_7$  à ébullition pendant 2 heures à  $148^\circ C$  dans le bloc chauffant en présence d'ions  $Ag^+$  comme catalyseurs d'oxydation et d'ions  $Hg^{2+}$ .

### **7. Turbidité**

Elle est mesurée par lecture sur un turbidimètre.

### **8. Oxygène dissous ( $O_2$ dissous)**

Il est mesuré par lecture sur l'oxymètre.

### **9. Nitrites**

Ils sont déterminés par ajout du réactif nitriver3 dans 10 mL d'échantillon. Puis on lit l'absorption des nitrites dans le thermo spectrophotomètre DR3900.

### **10. Nitrates**

Les nitrites sont déterminés par l'ajout du réactif nitratVer6 dans 30 mL d'échantillon, puis on pipette 5 mL du mélange pour l'ajouter à 25 mL de nitriver3. Puis on lit l'absorption des nitrates dans le thermo spectrophotomètre DR3900.

### **11. Ammoniaque**

On verse 3 gouttes de stabilisateur minéral dans 25 mL d'échantillon, puis on ajoute 3 gouttes d'alcool polyvinylique et 1 mL de réactif de Nessler ; ensuite on lit l'absorption de l'ammoniac dans le thermospectrophotomètre DR3900.

### **12. Orthophosphates**

En milieu acide et en présence de molybdate d'ammonium les ortho-phosphates donnent un complexe phosphomolybdique qui réduit par l'acide ascorbique développe une coloration bleue, susceptible d'un dosage colorimétrique. Certaines formes organiques peuvent être hydrolysés au cours de l'établissement de la coloration et donner des ortho-phosphates. La teneur de ces derniers sera lu sur dans le thermospectrophotomètre DR3900.

### **Conclusion**

La station d'épuration Bouzedjar est une jeune station, bien planifiée et équipée. Cette station a la possibilité de développer et d'élargir son travail selon le développement de la région.

Dans cette station, un suivi des paramètres de qualité est réalisé pour suivre l'efficacité du traitement en gardant à l'esprit que la meilleure exploitation de la station et sa maintenance permettront de mieux gérer la qualité des eaux usées épurées qui seront déversées dans le milieu naturel ou utilisées à des fins.

**CHAPITRE 3**  
**RESULTATS ET**  
**DISCUSSION**



Introduction

Dans ce chapitre, seront présentés les résultats des analyses des paramètres physico-chimiques des eaux usées et épurées de la STEP de Bouzedjar effectuées durant la période allant de février 2016 à mars 2017. Les résultats ainsi obtenus feront l'objet d'une interprétation afin de cibler les anomalies qui pourraient exister dans la STEP concernée et de juger de la qualité des eaux épurées déversées dans le milieu naturel et utilisées pour l'irrigation des cultures.

Les valeurs maximales, minimales, moyennes et les écart-types des paramètres analysés sont mentionnées dans l'annexe I et les normes de rejet des eaux usées du JORA (2006) et celles de la réutilisation des eaux à des fins d'irrigation (FAO et OMS) sont regroupées dans l'annexe II.

I. Volume

La STEP de Bouzedjar a reçu en 2016 un volume d'eau brute de 10044.6 m<sup>3</sup>. Seuls 9584.6 m<sup>3</sup> ont été épurées et déversées dans l'oued Ferra.

Les deux graphes représentant les variations des volumes (Fig. 7 et 8) montrent que la station a reçu en moyenne 276 m<sup>3</sup> d'eau usée quotidiennement et en a épuré 263 m<sup>3</sup>.

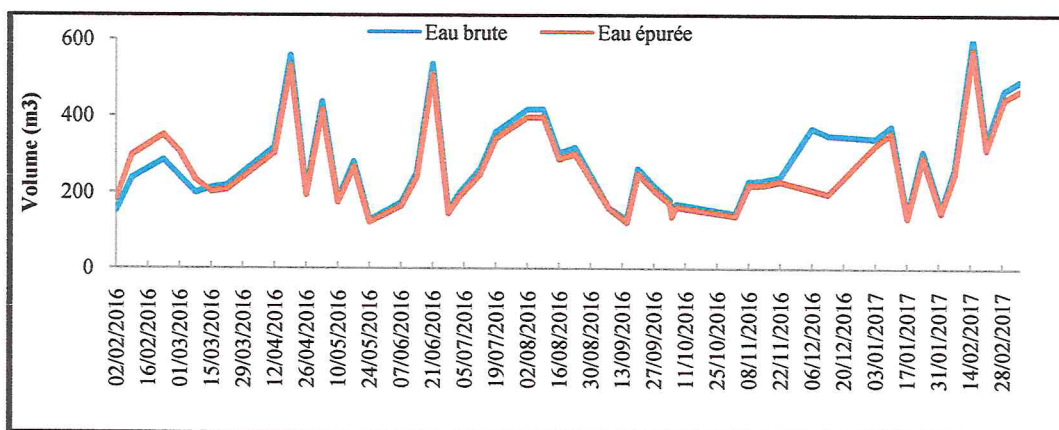


Fig. 7. Variation journalière des volumes des eaux brute et épurée.

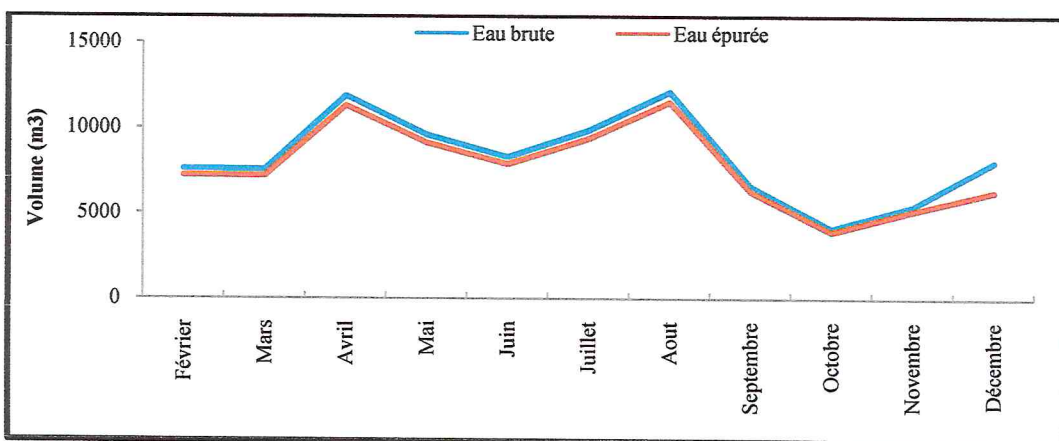


Fig. 8. Volumes mensuels des eaux brutes et épurées année 2016.

On remarque que le rendement de capacité installée (Fig. 9) est toujours inférieur à 20% ce qui indique que la station n'a pas encore atteint toute sa capacité. Celle-ci sera atteinte après le raccordement avec les deux villages voisins.

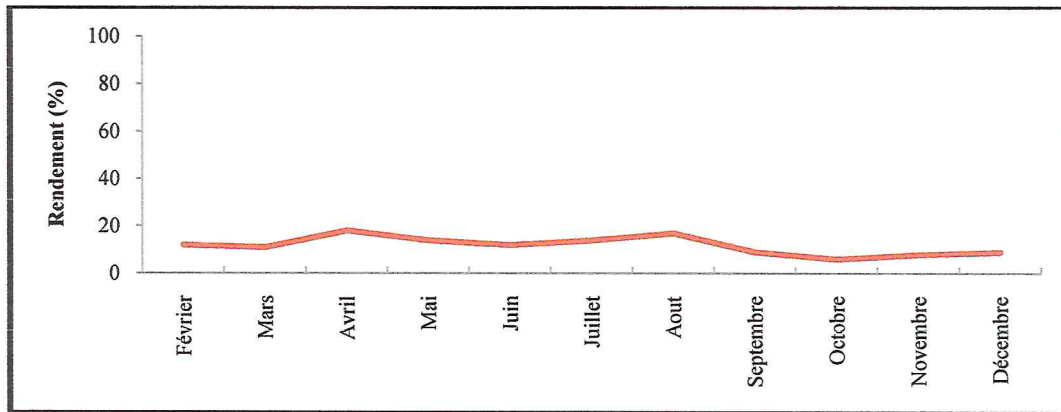


Fig. 9. Rendement de la capacité installée durant l'année 2016.

## II. Température de l'eau et de l'air

La température moyenne des eaux brute est de 18°C. Ses valeurs varient entre 15 et 27 °C durant la période concernée par l'étude. Celles des eaux épurées sont nettement inférieures aux précédentes. Elles sont comprises entre 9 et 23 °C avec une moyenne de 15°C (Fig. 10). En outre, les températures de ces dernières sont inférieures à la norme préconisée par le JORA qui est de 30°C.

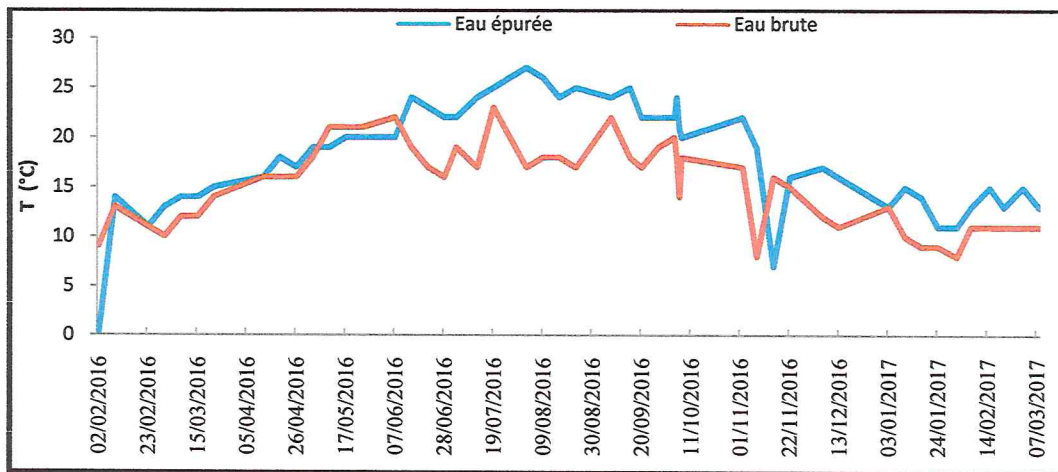


Fig. 10. Variation des températures des eaux de la station.

La figure 10 représentant la variation de la température de l'air (Fig. 11) montre que celle des eaux brutes et épurées suit, en général, les variations saisonnières de températures de l'air et que les températures les plus faibles sont relatives à la saison humide. Cette dépendance est plus ou moins bien marquée par la relation entre les températures de l'air et de l'eau qui affiche un coefficient de corrélation de 0.78 (Fig. 12).

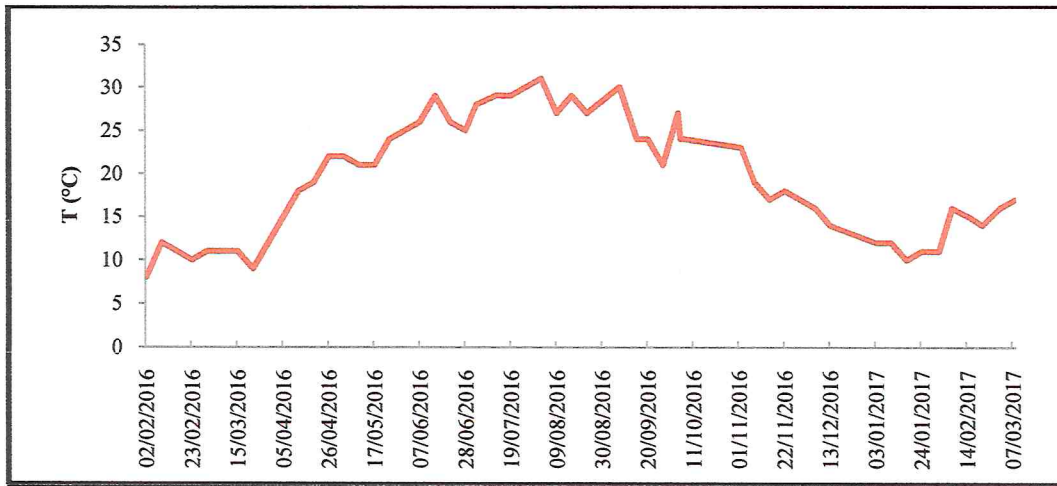


Fig. 11. Variation des températures de l'air.

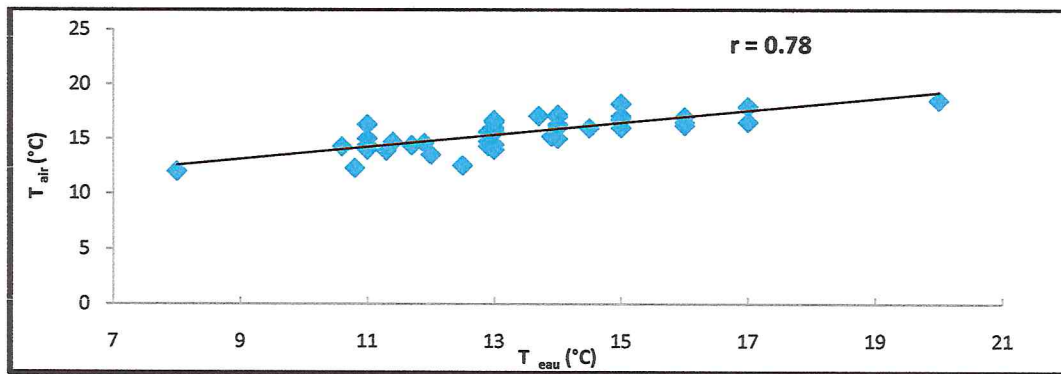


Fig. 12. Corrélation entre température de l'eau et de l'air.

**III. pH**

Les valeurs du pH des eaux brutes varient entre 7.4 et 8.31 (moyenne de 7.84) indiquant que les eaux sont alcalines (Fig. 13). Une fois épurées, le pH des eaux varie peu. Ses valeurs, comprises entre 7 et 8.39 avec une moyenne de 8, restent conformes à la norme de rejet des eaux du JORA et à celles de FAO et de l'OMS relatives à leur réutilisation qui préconisent un intervalle de 6.5-8.5

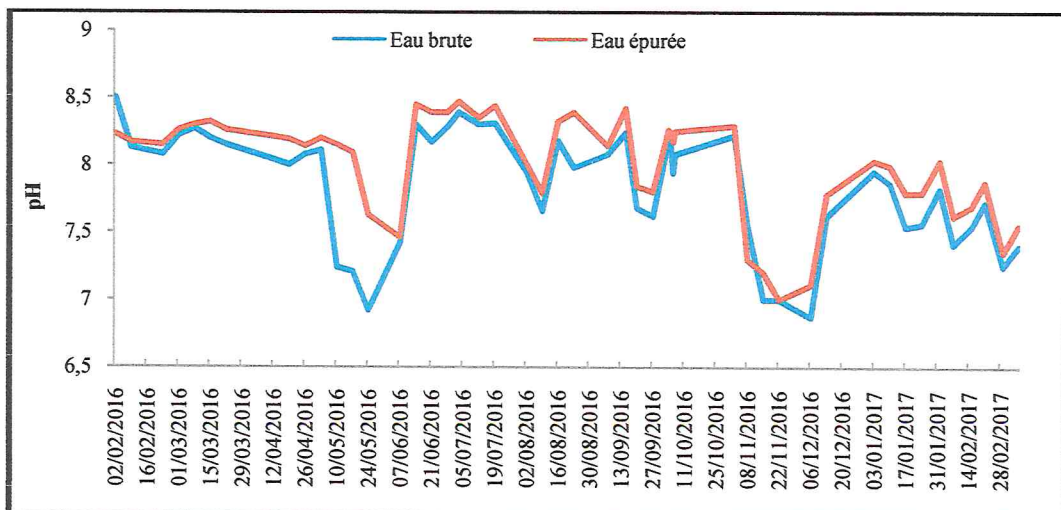


Fig. 13. Variation journalière du pH.

IV. Matière en suspension (MES)

Dans la figures 14 et 15 sont enregistrées les variations du MES à l'entrée et à la sortie (eaux usées) de la station. Les teneurs en MES des eaux usées sont comprises dans l'intervalle de 50- 450 mg/L, avec une moyenne de 180 mg/L. Dans les eaux épurées, elles diminuent et deviennent inférieures à la norme de rejet du JORA (35 mg/L), à l'exception du mois d'août où pour des raisons de pannes enregistrées, ces valeurs (42 et 98 mg/L) dépassaient la norme suscitée. Hormis ce mois-ci, on remarque, que durant toute la période d'étude, les MES sont bien éliminés par le procédé utilisé et sont conformes aux normes de réutilisation des eaux usées à des fins d'irrigation.

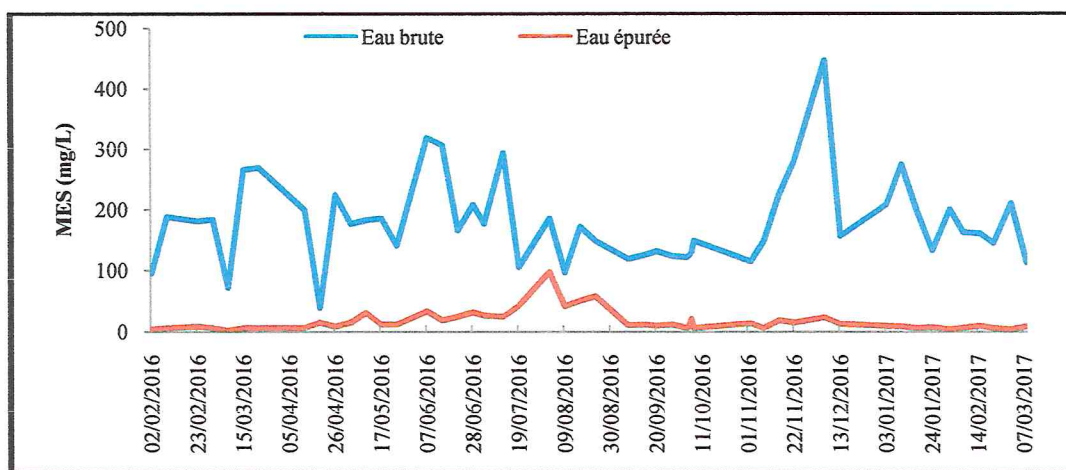


Fig. 14. Quantités des MES journaliers dans les eaux brutes et épurées.

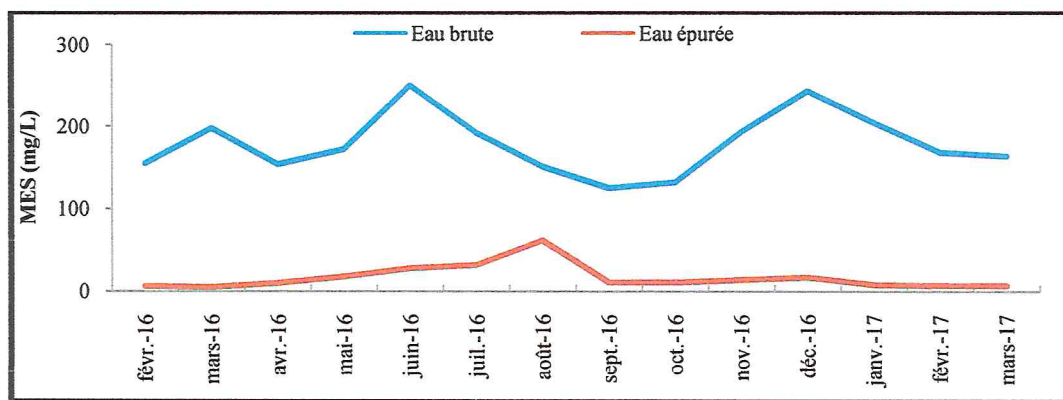


Fig. 15. Quantités mensuelles du MES dans les eaux brutes et épurées.

Le pouvoir épuratoire de la station durant la période d'étude est élevé, à l'exception du mois d'août, période de panne. Les valeurs de rendement varient entre 47 % et 98% % avec une moyenne de 88 % (Fig. 16).

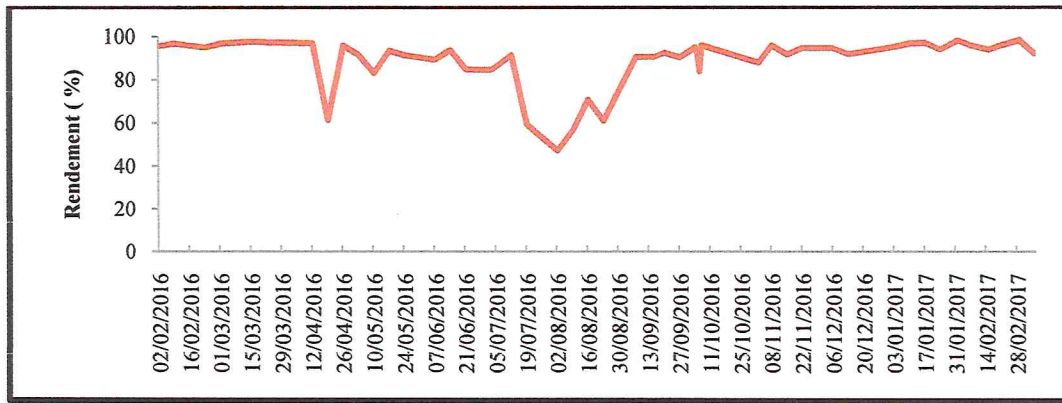


Fig. 16. Rendement épuratoire journalier des MES.

V. O<sub>2</sub> dissous

Les courbes de variations de l’oxygène dissous (Fig. 17) font remarquer que durant les premiers mois (période du 2 février au 7 juin 2016) du traitement, la teneur en oxygène dissous dans les eaux brutes était supérieure à celle des eaux épurées. Cette situation, inversée durant le reste de la période d’étude, est à l’origine d’un problème d’oxygénation survenu dans la station.

Les teneurs de l’O<sub>2</sub> dissous sont comprises entre 0 et 10 mg/L (Moyenne de 5.7 mg/L) pour les eaux usées et 0.1 et 9.83mg/L pour les eaux usées (Moyenne de 4.64 mg/L).

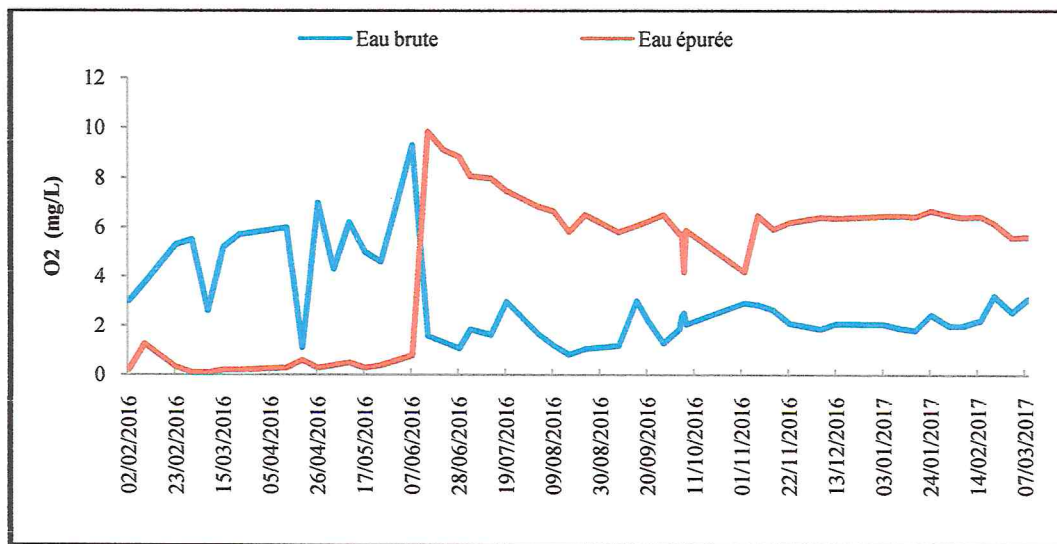


Fig. 17. Variation de la teneur en oxygène dissous.

La diminution des teneurs en oxygène dissous à partir du mois de juin 2016 dans les eaux brutes témoigne de l’existence d’une forte activité consommatrice de l’oxygène qui va influencer d’une manière ou d’une autre sur les autres paramètres physico-chimiques.

VI. DBO<sub>5</sub>

Les deux figures montrant les évolutions journalière (Fig. 18) et mensuelle (Fig. 19) de la DBO<sub>5</sub> font remarquer que les valeurs à l’entrée de station sont comprises entre 30 et 270 mg/L, avec une moyenne de 142 mg/L. Après épuration, ces valeurs diminuent pour atteindre des concentrations variant entre 1 et 29 mg/L, à l’exception de celles relevées

durant les journées du 19 juillet et du 2 août 2016 qui sont respectivement de 43 et 60 mg/L. Dans la quasi-totalité de la période étudiée, les eaux épurées répondent aux normes du JORA (30 mg/L) en matière de demande biochimique en oxygène (Annexe II).

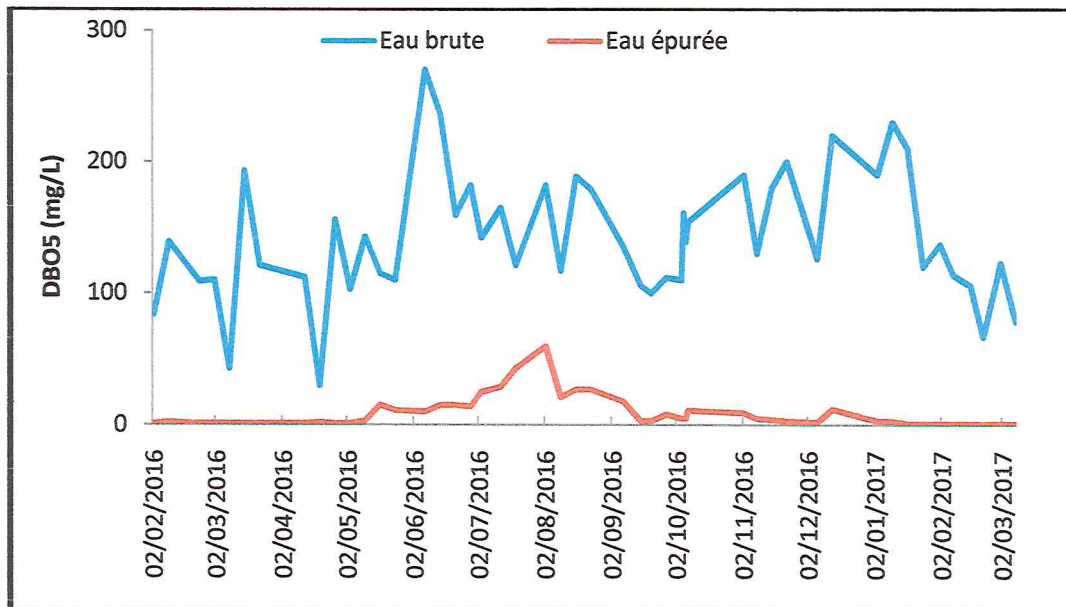


Fig. 18. Evolution journalière de la DBO<sub>5</sub>.

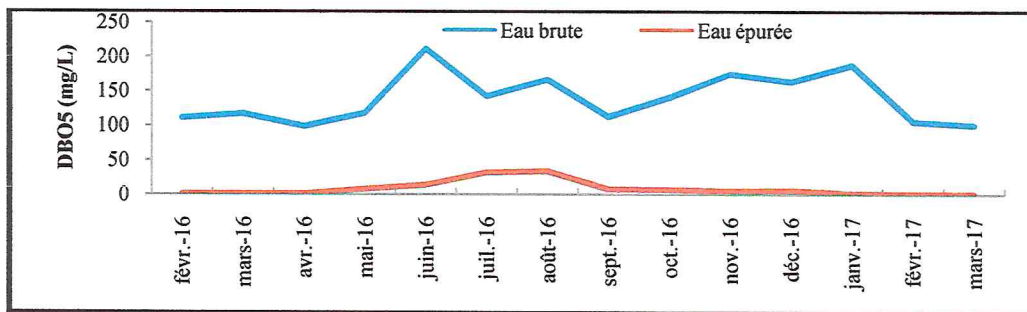


Fig. 19. Evolution mensuelle de la DBO<sub>5</sub>.

La figure 20 de la DBO<sub>5</sub>, montre que la station dispose d'un bon rendement épuratoire de la DBO<sub>5</sub>. Ce rendement, variant entre 64 % à 99%, nous permet de comprendre qu'aucun problème ne se pose au niveau du procédé d'épuration.

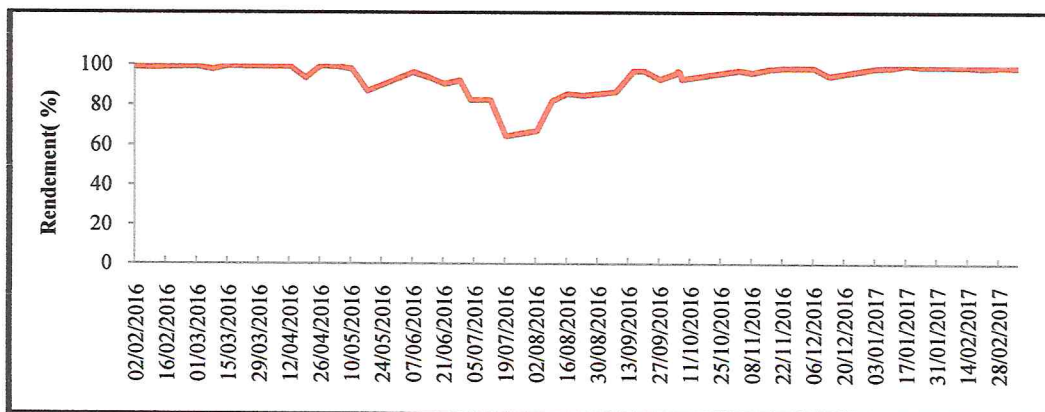
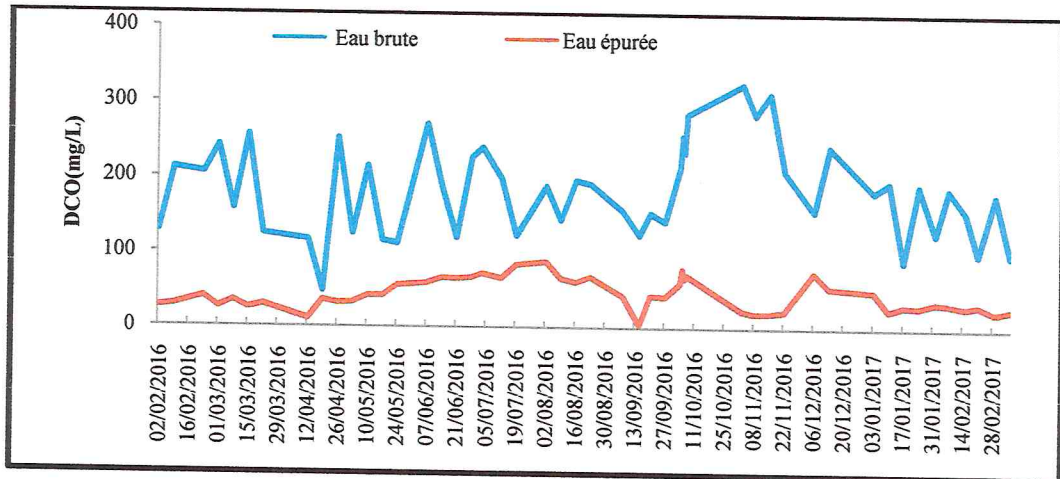


Fig. 20. Rendement (%) journalier de la DBO<sub>5</sub>.

**VII. Demande chimique en oxygène (DCO)**

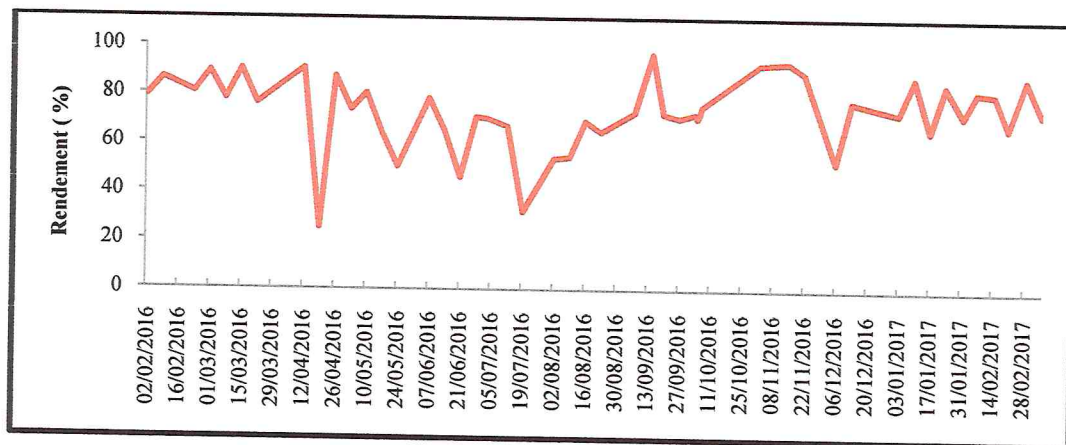
En matière de DCO, les eaux usées brutes en renferment des quantités comprises entre 50 et 320 mg/L (Fig. 21), avec une moyenne de 184 mg/L. Concernant les eaux épurées, les valeurs de la teneur en DCO varient entre 30 et 88 mg/L, avec une moyenne de 44 mg/L et sont donc conformes à la norme de rejet du JORA qui est de 120 mg/L



**Fig. 21. Variation de la DCO des eaux usées brutes et épurées.**

Le rendement épuratoire de DCO (Fig. 21) varie entre 25% et 91%. Ce rendement a chuté à cause de 2 problèmes qui sont :

- les fuites des réseaux d'eau potable au mois d'août ;
- le basculement de bassin 1 vers bassin 2 au mois de juillet.



**Fig. 22. Rendement (%) de la DCO.**

**VIII. Turbidité**

Les valeurs de la turbidité (Fig. 22) des eaux usées brutes varient entre 31 et 199 FTU avec une moyenne de 111 FTU. A la sortie de la station d'épuration, ces valeurs chutent entre 0 et 40 FTU (Moyenne de 5.61 FTU) indiquant que la turbidité est bien éliminée pendant le traitement.

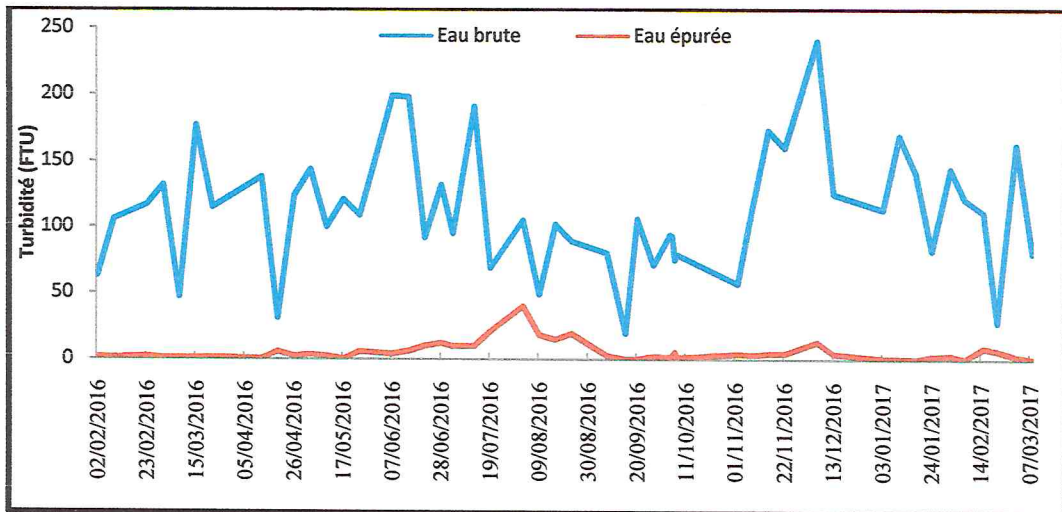


Fig. 23. Variation de la turbidité.

**IX. Evaluation de la pollution organique des eaux usées**

Pour une meilleure appréciation de l'origine des eaux usées, il est indispensable de calculer les rapports DCO/DBO<sub>5</sub>, DBO<sub>5</sub>/DCO, MES/DBO<sub>5</sub>. Ces rapport constituent un bon moyen pour donner une idée sur le degré de pollution des effluents bruts épurés par la STEP et aussi pour optimiser les paramètres physico-chimiques de ces eaux usées afin de savoir si le traitement à boue activée a faible charge est suffisant pour éliminer la pollution présente dans les eaux brutes .

**Tableau.6. Coefficient de biodégradabilité**

	Interprétation
DCO/DBO <sub>5</sub> <2	Effluent à dominante domestique facilement biodégradable
2<DCO/DBO <sub>5</sub> <3	Effluent d'industrie agro-alimentaire biodégradable
DCO/DBO <sub>5</sub> >3	Effluent industriel plus ou moins difficilement biodégradable.

**a) DCO/DBO<sub>5</sub>**

Les valeurs du rapport DCO/DBO<sub>5</sub> (Fig. 23), comprises entre 0.88 et 1.76 (Moyenne de 1.34), sont inférieures à 2. Ces résultats confirment que les eaux drainées par le récepteur sont des eaux usées domestiques renfermant de la matière organique facilement biodégradable et que le traitement biologique utilisé par la station est suffisant pour l'élimination de la charge polluante.



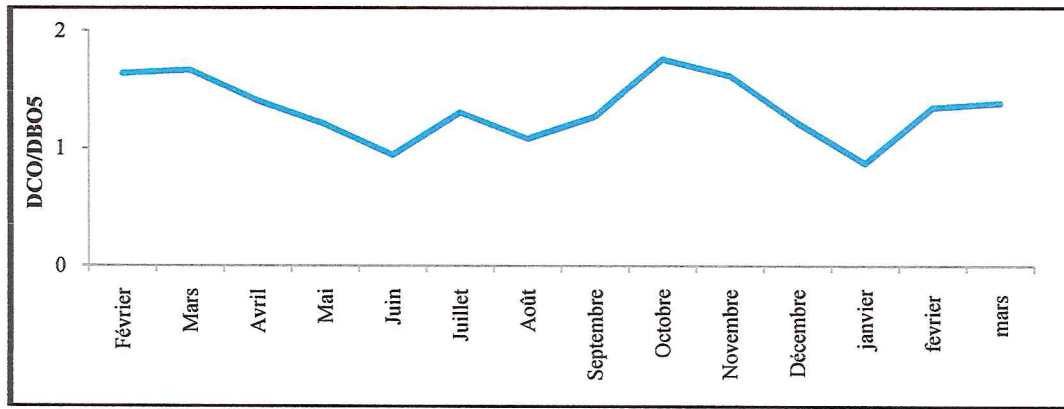


Fig. 24. Variation du rapport DCO/DBO<sub>5</sub>.

**b) DBO<sub>5</sub>/DCO**

Les valeurs du rapport DBO<sub>5</sub>/DCO des eaux usées de la station de Bouzedjar (Fig. 24) varie entre 0.57 et 1.14 (Moyenne de 0.78). Cette valeur élevée rend ces eaux usées instables et leur donne la possibilité de dégager des odeurs désagréables.

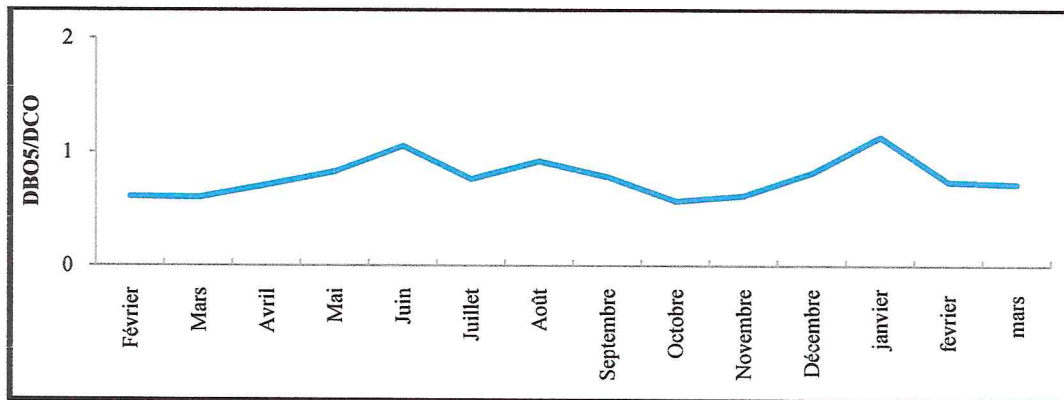


Fig. 25. Variation mensuelle du rapport DBO<sub>5</sub>/DCO.

**c) Ratio MES/DBO<sub>5</sub>**

Durant les 14 mois du traitement, les valeurs du rapport MES/DBO<sub>5</sub> (Fig. 25) sont supérieures à 1 ce qui confirme que les eaux usées de ville de Bouzedjar sont des eaux chargées en matière organique.

Dans ce travail, la concentration moyenne de la matière organique a été estimée par la formule suivante :

$$MO = \frac{1}{3}DCO + \frac{2}{3}DBO_5,$$

L'application de cette formule nous donne une teneur moyenne en MO de 154 mg/L. Avec la valeur moyenne de 1.32 du rapport MES/DBO<sub>5</sub>, on confirme que les eaux usées drainées vers la STEP de Bouzedjar sont fortement chargées en matière organique.

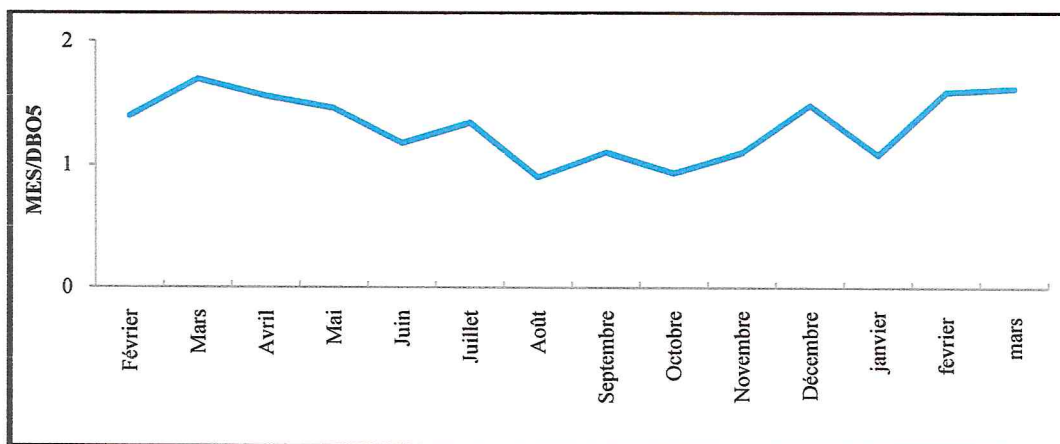


Fig. 26. Variation mensuelle du rapport MES/DBO<sub>5</sub>.

**X. Azote**

**a) Azote totale (NT)**

L'azote total regroupe l'azote organique, l'azote ammoniacal et celle des nitrates et nitrites. Les eaux brutes de la STEP de Bouzedjar ont des teneurs en azote total variant entre 0.38 et 83.3 mg/L avec une moyenne de 34 mg/L. Après épuration, ces eaux en renferment 0.05 à 53 mg/L avec une moyenne de 12 mg/L (Fig. 26).

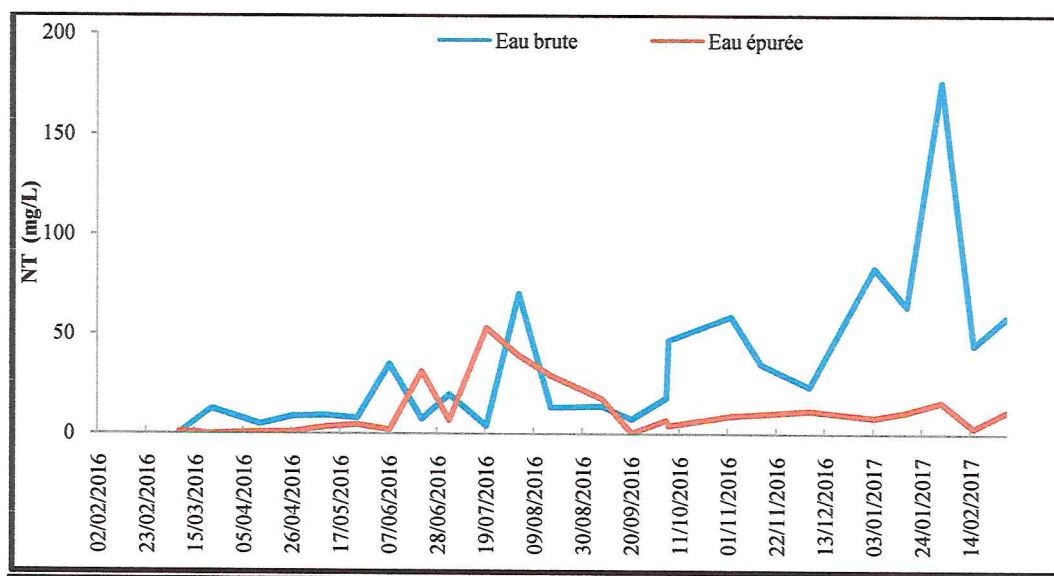


Fig. 27. Variation hebdomadaire du NT.

**b) Azote total Kjeldahl (NTK)**

Les valeurs de l'azote Kjeldahl (Fig. 27) des eaux brutes variant entre 1.44 et 169.6 mg/L (Moyenne de 36.74 mg/L), diminuent dans les eaux épurées pour être comprises entre 0.66 et 52.3 mg/L avec une moyenne de 12.28 mg/L. La quasi-totalité des concentrations en NTK obtenues (0.66 - 28.58 mg/L) sont conformes à la norme du JORA à l'exception de celles relevées en dates du 19 juillet et 2 août 2016 et qui étaient respectivement de 52.3 et 38.74 mg/L.

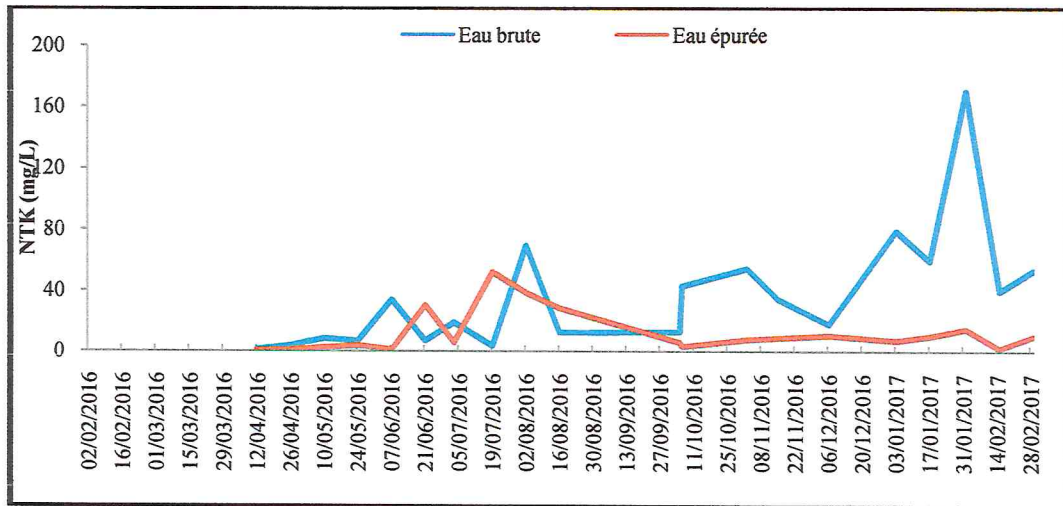


Fig. 28. Variation hebdomadaire du NTK.

L'azote Kjeldhal représente une partie importante de l'azote total. Cela est confirmé par la courbe  $NT = f(\text{NTK})$  des eaux brutes (Fig. 28) qui révèle un bon alignement des mesures, représenté par une corrélation positive importante ( $r = 0.99$ ).

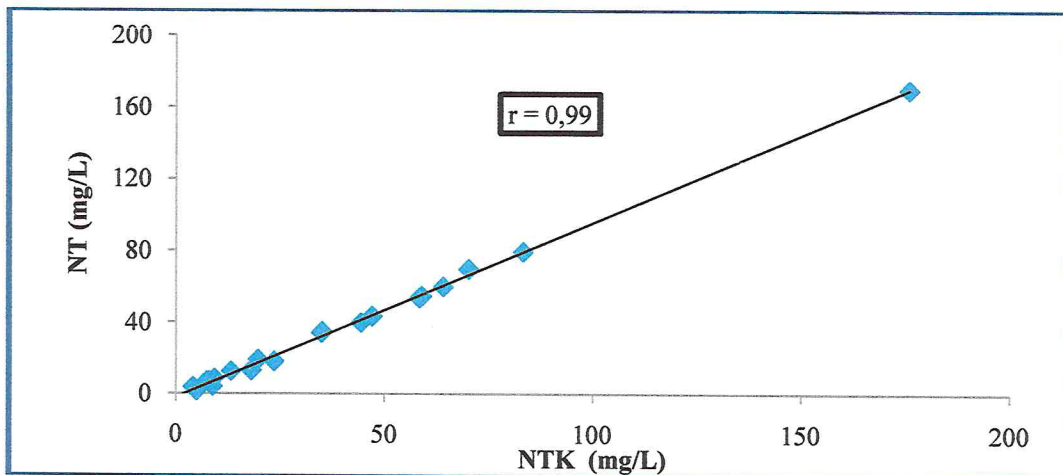


Fig. 29. Corrélation entre NTK et NT.

### c) Azote ammoniacal

Il est présent dans les eaux usées étudiées sous la forme d'ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) avec des concentrations variant, dans les eaux usées brutes (Fig. 29), entre 0.73 et 71.78 mg/L (Moyenne de 34.35 mg/L). Dans les eaux épurées, ses teneurs plus faibles diminuent après épuration, pour atteindre des valeurs comprises entre 0.05 et 67.5 mg/L (Moyenne de 10.02 mg/L).

Cette variation aléatoire des teneurs d'azote ammoniacal peut être due à la fragilité des microorganismes nitrifiants ainsi qu'à l'absence du suivi de ce paramètre durant le traitement. Notons que dans une station d'épuration il est nécessaire d'installer une sonde sélective permettant de contrôler ce paramètre.

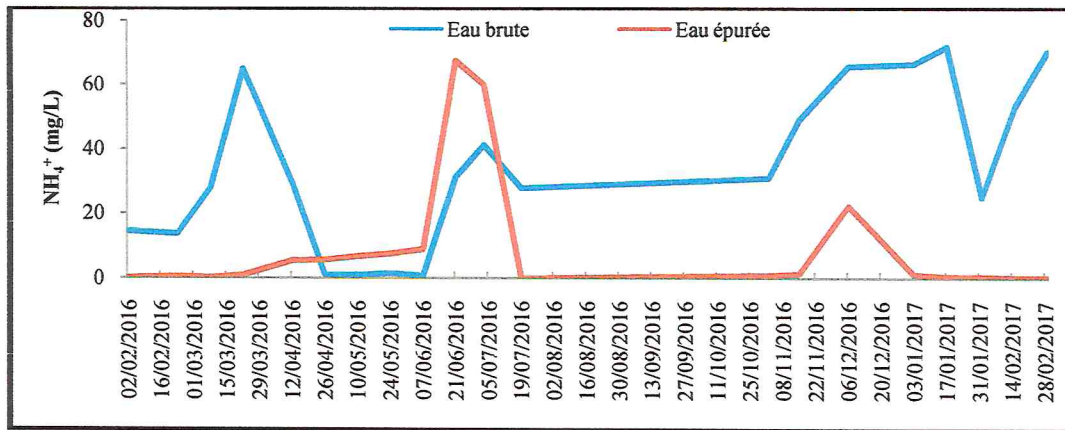


Fig. 30. Variation hebdomadaire du  $\text{NH}_4^+$ .

**b) Nitrites ( $\text{NO}_2^-$ )**

Selon le graphe, les eaux brutes de la STEP ont une teneur en nitrates qui varient entre 0.048 et 0.25 mg/L (Moyenne de 0.19 mg/L) (Fig. 30). Celles des eaux épurées, varient entre 0.013 et 1.63 mg/L avec une moyenne de 0.35 mg/L (Fig. 30).

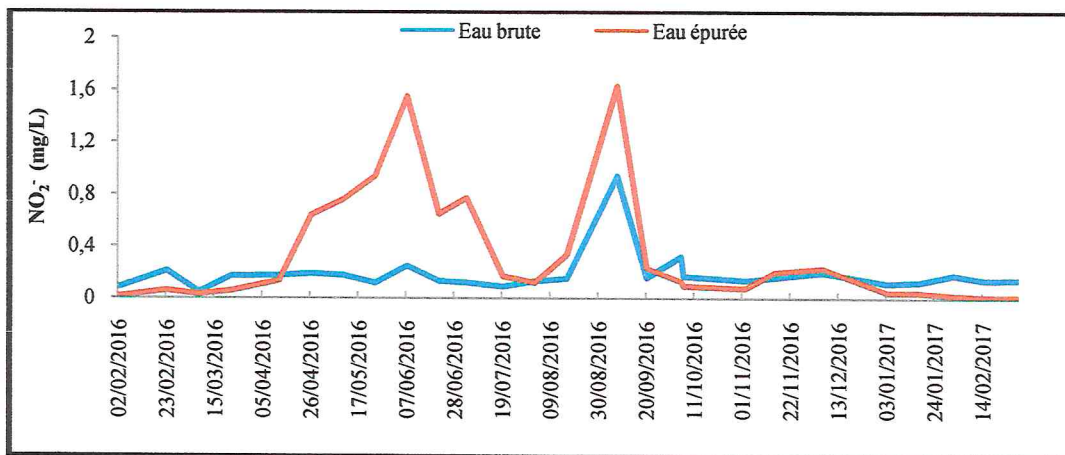


Fig. 31. Variation hebdomadaire du  $\text{NO}_2^-$ .

**c) Nitrates ( $\text{NO}_3^-$ )**

Selon le graphe Les concentrations en nitrates varient entre 0.23 et 6.10 mg/L (Moyenne de 2.80 mg/L) dans les eaux brutes et entre 0.13 à 1.12 mg/L (Moyenne de 0.87 mg/L) (Fig. 31).

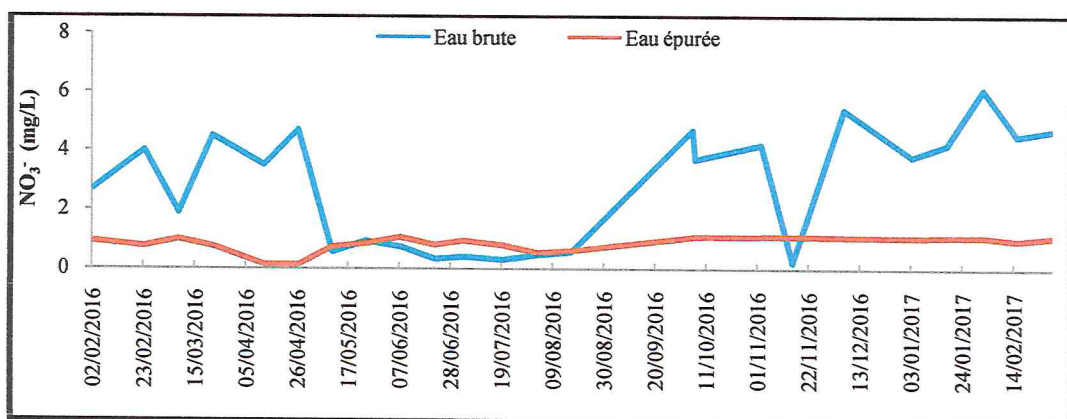


Fig. 32. Variation hebdomadaire du  $\text{NO}_3^-$ .

### XI. Phosphore total (PT)

La figure 32, montre les variations des teneurs en phosphore total (Fig. 32) à l'entrée et à la sortie de la station d'épuration. Les eaux usées brutes enregistrent des valeurs variant entre 0.80 et 9.64 mg/L, avec une moyenne de 7.87 mg/L. Après épuration, ces concentrations, comprises entre 0.04 et 10.5 mg/L (Moyenne de 3.28 mg/L), deviennent conformes à la norme (< 10 mg/L) de rejet du JORA.

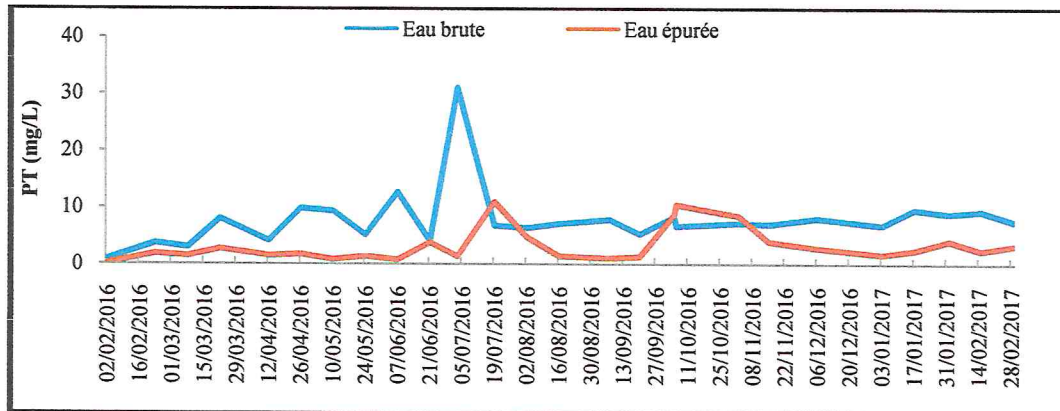


Fig. 33. Variation hebdomadaire du PT.

### Ortho-phosphates ( $\text{PO}_4^{3-}$ )

Les teneurs en ortho-phosphates des eaux brutes varient entre 0.17 et 17.5 mg/L avec une moyenne de 5.35 mg/L. Dans les eaux épurées, ces teneurs diminuent pour atteindre des teneurs comprises entre 0.13 et 7.64 mg/L avec une moyenne de 2.88 mg/L.

Cette variation peut être due à la variation saisonnière des températures selon Narsiah et al. (1988) qui ont confirmé que les variations saisonnières des températures ont un effet marquant sur la modification particulière des phosphates dans les eaux usées.

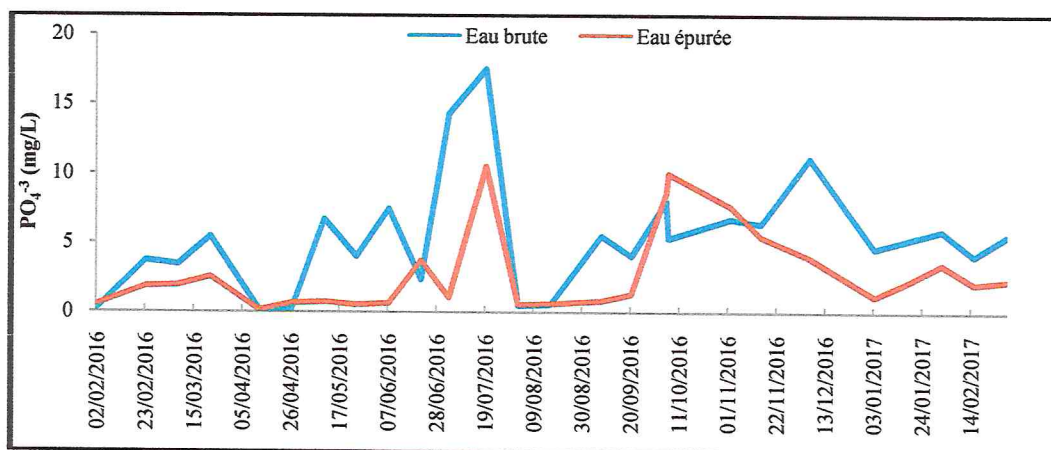


Fig. 34. Variation hebdomadaire du  $\text{PO}_4^{3-}$ .

### Conclusion

On peut conclure que la STEP de Bouzedjar permet une bonne réduction des teneurs en DCO, en  $\text{DBO}_5$ , de la matière en suspension, des nitrates et nitrites. Par ailleurs, les teneurs en azote Kjeldhal, ammoniacal et ortho-phosphate semblent augmenter à la sortie de la STEP. Cette augmentation est probablement due à la variation des températures et à l'absence de surveillance de l'azote ammoniacal.

# **CONCLUSION GENERALE**

## CONCLUSION GENERALE

L'objectif principal de cette étude était caractériser les eaux usées et épurées de la STEP de Bouezdjar. Dans cette station, les résiduaires sont épurées par le procédé à boues activées avant d'être rejetées dans le milieu naturel ou utilisées pour l'irrigation des cultures.

Des analyses physico-chimiques des eaux usées et épurées réalisées sur la période allant de février 2016 à mars 2017 ont concerné les températures de l'air et des eaux, le pH, la matière en suspension, la turbidité, l'oxygène dissous, les demandes chimique (DCO) et biochimique (DBO<sub>5</sub>) en oxygène, l'azote total Kjeldahl, les nitrites, les nitrates, l'ammonium, le phosphore total et les ortho-phosphates.

Les valeurs des rapports DCO/DBO<sub>5</sub> et MES/DBO<sub>5</sub> permettant d'estimer approximativement la biodégradabilité de la matière organique d'un effluent donné, indiquent que ces eaux usées sont à dominante domestique et qu'elles sont facilement biodégradables. Ceci est confirmé par les valeurs moyennes des rapports suscités qui sont respectivement de 1.34 et 1.32.

Les températures et les valeurs du pH des eaux à l'entrée et à la sortie de la station d'épuration ne montrent pas de différences notables et sont, en général, conformes aux normes de rejet et de réutilisation des eaux usées à des fins d'irrigation.

Les teneurs de la matière en suspension élevées dans les eaux usées (Minimum = 50mg/L ; Maximum = 450 mg/L) diminuent pour atteindre de plus faibles concentrations dans les eaux épurées. Les valeurs des teneurs en MES dans ces dernières, sont conformes à la norme préconisée par le JORA, à l'exception de celles du mois d'août 2016.

Les analyses ont aussi révélé d'importantes diminutions des demandes biochimique (DBO<sub>5</sub>) et chimique en oxygène (DCO). Dans les eaux épurées, elles sont comprises respectivement entre 1 et 27 mg/L (à l'exception de celle du 2 août qui est de 60mg/L) et 30 et 88 mg/L et restent donc conformes aux normes de rejet du JORA et à celles de réutilisation des eaux usées préconisées par la FAO.

Ces analyses ont aussi révélé, une pollution azotée importante. En effet, les concentrations en azote Kjeldahl élevées dans les eaux brutes (1.44-169.6 mg/L) diminuent après épuration pour atteindre des valeurs comprises entre 0.6 et 52 mg/L et sont de ce fait conformes aux normes de rejet des eaux usées et à celles de leur réutilisation dans l'irrigation des cultures.

Le phosphore est aussi présent dans les eaux épurées avec des concentrations variant entre 0.04 et 10.5 mg/L. Ces valeurs sont conformes aux standards limites des rejets d'effluents liquides préconisés par le JORA et aux normes de la FAO et de l'OMS.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

**ABIBSI N.** (2011). Réutilisation des eaux usées épurées par filtres plantes (phytoépuration) pour l'irrigation des espaces verts. Application à un quartier de la ville du Biskra. Mémoire de magister, Univ. Biskra.

**CARDOT C., GILLES A.** (2013). Analyse de l'eau : réglementation, analyses volumétriques et spectrométriques. Ellipse édition marketing, Paris.

**DJEDDI H.** (2007). Utilisation des eaux d'une station d'épuration pour l'irrigation des essences forestières urbaines. Mémoire de Magister, Univ. Constantine.

**FAO.** (2003). L'irrigation avec des eaux usées traitées. Manuel d'utilisation, Proche-Orient, 68 p.

**HANNACHI A., GHARZOULI R., DJELOULI Tabet Y.** (2014). Gestion et valorisation des eaux usées en Algérie. Lahryss journal, 19, 51-62.

**Journal Officiel de la République Algérienne 26** (2006). Valeurs limites des rejets d'effluents liquides industriels. Décret exécutif, n° 06-141.

**MEKHALIF F.** (2009). Réutilisation des eaux résiduaires industrielles épurées comme eau d'appoint dans un circuit de refroidissement. Mémoire de Magister, Univ. Skikda.

**MOULIN S., ROZEN-RECHELS D., STANKOVIC M.** (2013). Atelier de l'eau qualité vs quantité : traitement des eaux usées. CERES-ERTI, Paris.

**NARSIAH S., SHOIRY J., MORASSE C.** (1988). Effets des variations des températures saisonnières sur les modifications des phosphates dans les eaux usées. Revue des sciences de l'eau, 4, 305-320.

**OMS,** (2012). Utilisation des eaux usées en agriculture. In : L'utilisation sans risque des eaux usées, des excréta et des eaux ménagères. PNUE, 225 p.

**ONA,** (2016). Station d'épuration Bouzedjar. Fiche technique inédite.

**RODIER J., LEGUBE B., MERLETT N., BRUNET R.** (2009). L'analyse de l'eau. 9<sup>ème</sup> ed., Dunod, Paris.

**RODIER J., BAZIN C., BOUTIN J., CHAMBON P., CHAMPSAUR H., RODI L.** (2005). L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer. 8<sup>e</sup> ed. Dunod, Paris.

**TFEYECH L.** (2014). Suivi de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux usées d'Ouargla au cours de leur traitement. Mémoire de Master Professionnel, Univ. Ouargla.



VILAGINES R. (2010). Eau, environnement et santé publique : Introduction à l'hydrologie. 3<sup>e</sup> ed., Tec & Doc, Paris.

**Références en ligne**

**Traitement des eaux :** <http://traitementdeseaux.fr/>

**UVED :** <http://uved-ensil.unilim.fr/co/QuantiteEauUsees.html>

## Liste des tableaux

Tableau 1. Composition générale des eaux usées .....	3
Tableau 2. Concentration moyenne d'une eau usée domestique par habitant.....	4
Tableau 3. Analyses courantes au niveau d'une STEP.....	8
Tableau 4. Normes de rejet d'une station d'épuration : concentrations maximales autorisées MES, DCO, DBO <sub>5</sub> .....	11
Tableau 5. Principaux constituant azotés.....	11
Tableau 6. Concentrations maximales autorisées en phosphore et azote dans un rejet d'une station d'épuration.....	12
Tableau 7. Bases de dimensionnement.....	19
Tableau 8. Normes de rejets des eaux épurées de la station de Bouzedjar.....	19
Tableau 9 : Caractéristiques du dégrillage grossier.....	21
Tableau 10 : Caractéristiques du dégrillage fin.....	21
Tableau 11. Caractéristiques du déshuileur-dessableur.....	22
Tableau 12. Caractéristiques du bassin d'aération.....	23
Tableau 13. Caractéristiques du clarificateur.....	25
Tableau 14. Caractéristiques des lits de séchages .....	26
Tableau 15. Coefficient de biodégradabilité.....	39

## Liste des figures

Fig. 1. Emplacement des analyses à réaliser au niveau d'une STEP .....	8
Fig.2. Schéma décrivant le processus de réutilisation de l'eau dans le cadre du cycle (Simplifié) de l'eau en milieu urbain .....	13
Fig.3. Carte de situation de la commune de Bouzedjar.....	17
Fig.4. Carte de situation de la STEP par rapport à la ville de Bouzedjar .....	18
Fig. 5. Plan de la STEP Bouzedjar .....	20
Fig. 6. Préleveur automatique.....	28
Fig. 7. Variation journalière des volumes des eaux brutes et épurées.....	30
Fig. 8. Volumes mensuels des eaux brutes et épurées année 2016.....	30
Fig. 9. Rendement de la capacité installée durant l'année 2016.....	31
Fig. 10. Variation des températures des eaux de la station. ....	31
Fig. 11. Variation des températures de l'air.....	32
Fig. 12. Corrélation entre température de l'eau et de l'air.....	32
Fig. 13. Variation journalière du pH.....	32
Fig. 14. Quantités des MES journaliers dans les eaux brutes et épurées.....	33
Fig. 15. Quantités mensuelles du MES dans les eaux brutes et épurées.....	33
Fig. 16. Rendement épuratoire journalier des MES.....	34
Fig. 17. Variation de la teneur en oxygène dissous.....	34
Fig. 18. Evolution journalière de la DBO <sub>5</sub> .....	35
Fig. 19. Evolution mensuelle de la DBO <sub>5</sub> .....	35
Fig. 20. Rendement (%) journalier de la DBO <sub>5</sub> .....	35
Fig. 21. Variation de la DCO des eaux usées brutes et épurées.....	36
Fig. 22. Rendement (%) de la DCO.....	36
Fig. 23. Variation de la turbidité.....	37
Fig. 24. Variation du rapport DCO/DBO <sub>5</sub> .....	38
Fig. 25. Variation mensuelle du rapport DBO <sub>5</sub> /DCO.....	38
Fig. 26. Variation mensuelle du rapport MES/DBO <sub>5</sub> .....	39
Fig. 27. Variation hebdomadaire du NT.....	39
Fig. 28. Variation hebdomadaire du NTK.....	40
Fig. 29. Corrélation entre NTK et NT.....	40
Fig. 30. Variation hebdomadaire du NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> .....	41
Fig. 31. Variation hebdomadaire du NO <sub>2</sub> .....	41
Fig. 32. Variation hebdomadaire du NO <sub>3</sub> .....	41
Fig. 33. Variation hebdomadaire du PT.....	42
Fig. 34. Variation hebdomadaire du PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> .....	42

## ANNEXE I

**Annexe I<sub>1</sub>: Résultats des paramètres physico-chimiques des eaux usées brutes de la STEP de Bouzedjar.**

Paramètre	unité	Valeur minimale	Valeur maximale	Moyenne	Ecart-type
Température	°C	11	27	18	5
pH	-	6.92	8.5	8	0
Turbidité	FTU	28	199	112	46
MES	mg/L	39	447	180	72
DCO	mg O <sub>2</sub> /L	48	325	184	62
DBO <sub>5</sub>	mg O <sub>2</sub> /L	43	270	9	12
O <sub>2</sub> dissous	mg/L	1.1	6.2	4.64	3
Azote Kjeldhal (NTK)	mg/L	1.4	169.9	37	39
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	mg/L	0.05	0.94	0.2	0
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/L	0.27	6.1	3	2
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	mg/L	1.07	71.78	34	25
Phosphore total (PT)	mg/L	0.8	9.82	8	5
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	mg/L	0.18	17.50	5	4

**Annexe I<sub>2</sub>: Résultats des paramètres physico-chimiques des eaux épurées de la STEP de Bouzedjar.**

Paramètre	Unité	Valeur minimale	Valeur maximale	Moyenne	Ecart-type
Température	°C	9	23	15	4
pH	-	7	8.39	8	0.4
CE	μS/m	1693	2690	2153	183
Turbidité	FTU	0	40	5.61	7
MES	mg/L	0	100	17.26	17
DCO	mg O <sub>2</sub> /L	30	88	44	20
DBO <sub>5</sub>	mg O <sub>2</sub> /L	1	60	9	12
O <sub>2</sub> dissous	mg/L	0.1	9.83	4.64	3
Azote Kjeldhal (NTK)	mg/L	0.66	52.3	12.28	14
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	mg/L	0.013	1.63	0.35	0.5
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/L	0.13	1.12	0.87	0.3
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	mg/L	0.05	67.5	10.02	20
Phosphore total (PT)	mg/L	0.04	10.5	3.28	3
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	mg/L	0.13	7.64	2.88	3

## ANNEXE II

### Normes de rejets et de la réutilisation des eaux usées

Paramètres	Unité	JORA (2006)	FAO (2003)			OMS (2012)
			Restriction à l'usage			
			Aucune	légère à modéré	Sévère	
Température	°C	30	-			-
pH	-	6.5-8.5	6.5-8.5			6.5-8.5
CE	dS/m	-	< 0,7	0.7-3	> 3	<3
MES	mg/L	35	-	100 - 350	-	100-350
NTK	mg/L	30	20 - 60			20 - 85
DBO <sub>5</sub>	mg O <sub>2</sub> /L	35	-			110 - 400
DCO	mg O <sub>2</sub> /L	120	-			-
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/L	-	< 5	5-30	> 30	-
Pt	mg/L	10	6 - 15			6-20

# MEMOIRE DE MASTER

**Type de Master : Professionnel**

**Domaine : Sciences de la Terre et de l'Univers**

**Filière : Géologie**

**Spécialité : Géo-Ressources**

**Titre du mémoire : Caractérisation physico-chimique des eaux usées et épurées de la station de Bouzedjar (Aïn Témouchent)**

**Auteur : Rahima HADDOUCHE**

## Résumé

L'objectif de ce travail est l'étude des eaux usées et épurées de la STEP de Bouzedjar qui utilise pour le traitement des eaux résiduaires le procédé des boues activées. Un suivi des paramètres de qualité de ces effluents a permis de caractériser les eaux usées et épurées. Les analyses ont porté sur la température, le pH, la matière en suspension, l'oxygène dissous, les demandes chimique (DCO) et biochimique (DBO<sub>5</sub>) en oxygène, la turbidité, la matière en suspension, l'azote total, l'azote total Kjeldahl, les nitrites, les nitrates, l'ammonium, le phosphore total et les ortho-phosphates.

Les eaux usées drainées vers la STEP de Bouzedjar quoique fortement chargées en

matières organique rapports présentent des rapports DBO<sub>5</sub>/DCO (0.57- 1.14) et MES/DBO<sub>5</sub> (1.32) témoignant d'une biodégradabilité satisfaisante de la matière polluante.

La comparaison des paramètres analysés des eaux épurées avec les normes du journal officiel de la république algérienne (JORA) montrent qu'en général, ces eaux épurées ne présentent aucun danger quant à leur rejet dans l'environnement. Par ailleurs, ces paramètres sont aussi conformes aux normes de réutilisation des eaux usées de la FAO et de l'OMS et peuvent de ce fait être utilisées pour l'irrigation des cultures.

**Mots-clés : STEP de Bouzedjar - Boues activées - Eaux usées - Eaux épurées - Qualité - Caractérisation physico-chimique - Biodégradabilité - Normes.**