



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي  
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Université des Frères Mentouri Constantine  
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

جامعة الاخوة منتوري قسنطينة  
كلية علوم الطبيعة و الحياة

Département : Biologie Et Ecologie Végétale

قسم : علم البيئة والمحيط.

Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Ecologie et Environnement

Spécialité : Ecologie fondamentale et appliquée

**Intitulé :**

---

## **Evaluation de la qualité physico-chimique des eaux brutes et traitées des stations d'épuration Ibn Ziad (Constantine) et Ferdjioua (Mila)**

---

Présenté et soutenu par : *Dalichaouche Madjeda et Bouchama Haoua*

Le : 1 juillet 2018

Jury d'évaluation :

Président du jury : **Dr Bazri KE** MCA, Université Frères Mentouri Constantine 1

Rapporteur : **Dr Afri-Mehennaoui F-Z** Prof, Université Frères Mentouri Constantine 1

Examineur : **Dr Touati L** MCA, Université Frères Mentouri Constantine 1

*Année universitaire  
2017 - 2018*

## Remerciements

---

*Ce travail a été effectué au sein de l'Université des frères Mentouri de Constantine 1, faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, département d'Ecologie et de Biologie Végétale, et au sein du laboratoire Catalyse.*

*Nous adressons nos sincères remerciements à Madame AFRI-MEHENNAOUI F. Z. Professeur et maître de recherche à l'université de Constantine 1, qui a dirigé ce travail, pour son suivi, ses conseils judicieux, ses encouragements et ses discussions qui nous ont beaucoup aidées au cours de notre recherche.*

*Nous tenons à remercier avec la plus grande gratitude Monsieur BAZRI KE. MCA, à l'université de Constantine 1, de l'honneur qu'il nous a fait d'avoir accepté de présider le jury de soutenance.*

*Nous remercions également Monsieur TOUATI L. MCA à l'université de Constantine 1, d'avoir aimablement accepté de se joindre à ce jury comme examinateur.*

*Nos vifs remerciements s'adressent également à tout le personnel du laboratoire Catalyse. Lab. de leur immense contribution dans la réalisation de ce travail, et plus particulièrement à CHAITA SABER, l'ingénieur du laboratoire qui nous a formées durant ce stage, et à Madame CHAFIA ABDENNOUR, la directrice du laboratoire Catalyse. Lab.*

## Dédicaces

---

*Je dédie ce modeste travail aux êtres qui me sont les plus chers, je cite :*

*A mon cher papa, pour ses conseils très constructifs, pour ses sacrifices et ses aides précieuses durant la réalisation de ce travail et tout au long de mon parcours universitaire, mon exemple éternel, mon soutien moral et source de joie, lui, qui m'a toujours poussé et motivé.*

*A ma chère maman, en signe d'amour, qui veut toujours me voir réussir et aller très loin, pour tous ses sacrifices pour mon instruction et mon bien-être, pour son soutien permanent, ses aides, ses conseils rares, sa patience énorme, et ses prières tout au long de mes études.*

*A mon cher frère, pour son appui et ses encouragements.*

*A mon petit neveu, qui m'a toujours transmet une énergie positive.*

*A ma chère sœur et son mari, pour leurs encouragements et leurs conseils durant mes études.*

*A ma chère tante Chafia, qui m'a énormément aidé et encouragé.*

*A toute ma famille, mes amies, et tous les gens qui me sont chers.*

**MADJDA.D**

## Dédicaces

---

*Je dédie ce modeste travail à :*

*Ma très chère mère qui m'a toujours apportée  
son amour et son affection*

*Mon cher père, qui m'a toujours encouragée*

*Mon cher frère Adem,*

*Ma très chère sœur Aya.*

*Mes chers oncles Mourad, Chaouki, Zine Elabidine, Abdkader.*

*Ma chère tante Fatima.*

*Toute la famille, Bouchama et Zeriref.*

*Mes cousins, cousines et mes amies.*

*Mes chers enseignants...*

*Toute la promotion de M2 écologie fondamentales et appliqués  
2017/2018*

*Tous ceux qui me sont chers et proches*

**HAOUA.B**

# **Table de matières**

# Table de matières

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction ..... 1

## Chapitre 1 : synthèse bibliographique

1-1 Définition des eau usées ..... 4

1-2 Importance des eaux usées ..... 4

1-3 Différents types des eaux usées .....4

1-3-1 Eaux domestiques .....5

1-3-2 Eaux pluviales .....5

1-3-3 Eaux industrielles .....6

1-4 Composition des eaux usées .....6

1-5 Principales utilisation des eaux usées .....6

1-6 Service d'assainissement .....7

1-6-1 Le role d'assainissement ..... 7

1-6-2 Fonctionnement de l'assainissement des eaux usées .....7

1-7 Décrets concernant le déversement dans le réseau d'assainissement .....8

## Chapitre 2 : Présentation de la zone d'étude

2-1 Définition de la station d'épuration.....9

2-2 Localisation des deux stations d'épuration ..... 9

2-2-1 La station d'épuration Ferdjioua .....9

2-2-2 La station d'épuration Ibn Ziad.....10

2-3 Role des STEP .....11

2-4 Exemple d'un procédé d'épuration..... 12

2-5 Les étapes du traitement de la station d'épuration Ibn Ziad ..... 12

2-5-1 Prétraitement

2-5-2 Traitement biologique .....	13
2-5-3 Clarification.....	14
2-5-4 Boues de retour .....	15
2-5-5 Désinfection.....	15
2-5-6 Traitement des boues en excés .....	15
2-6 Etapes du traitement de la STEP de Ferdjioua.....	16
2-7 But du traitement des eaux usées .....	18

### Chapitre 3 : Matériel et méthode

3-1 Présentation du laboratoire Catalyse .....	19
3-2 Prélèvement des échantillons d'eau usées .....	19
3-3 Analyses des paramètres physico-chimiques.....	21
3-3-1 Température.....	21
3-3-2 Potentiel d'hydrogène (pH).....	21
3-3-3 Dosage des matières en suspension (MES).....	21
3-3-4 Détermination de la demande biochimique en oxygène (DBO <sub>5</sub> ).....	22
3-3-5 Détermination de la demande chimique en oxygène (DCO).....	22
3-3-6 Azote kjeldahl (NKJ).....	23
3-3-7 Azote ammoniacal (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ).....	23
3-3-8 Nitrate .....	24
3-3-9 Nitrite .....	24
3-3-10 Phosphore et phosphate .....	24

### Chapitre 4: Résultats et discussions

4-1 Température.....	28
4-2 Potentiel d'hydrogène (pH).....	29
4-3 Dosage des matières en suspension (MES).....	30
4-4 Détermination de la demande biochimique en oxygène (DBO <sub>5</sub> ).....	31
4-5 Détermination de la demande chimique en oxygène (DCO).....	33

4-6 Azote kjeldahl (NKJ).....	35
4-7 Azote ammoniacal (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ).....	36
4-8 Nitrate .....	37
4-9 Nitrite .....	39
4-10 Phosphore .....	41
4-11 Phosphate.....	42
Conclusion.....	44
Références bibliographique .....	45
Annexes	
Résumé	



## **Liste des abréviations**

**STEP** : station d'épuration

**ONU** : organisation des nations unies

**OMS** : organisation mondiale de la santé

**REUE** : rejet des eaux usées épurées

**ONA** : office national de l'assainissement

**SEACO** : société de l'eau et de l'assainissement Constantine

**EH** : équivalent habitant

**LD** : limite de dosage

## Liste des figures

<b>Figure 1 :</b> Station d'épuration Ain Baida Harriche (ONA).....	9p
<b>Figure 2 :</b> Station d'épuration Ain Baida Harriche (ONA).....	9p
<b>Figure 3 :</b> Localisation de la station Ibn Ziad Constantine.....	10p
<b>Figure4 :</b> Procédé de traitement des eaux usées dans la STEP Ibn Ziad de Hamma Bouziane...	11p
<b>Figure 5 :</b> Canal principale des eaux usées qui alimente la STEP Ibn Ziad.....	12p
<b>Figure 6 :</b> Canaux d'entrées de l'eau usée au criblage grossier, avec des ouvertures manuelles...	12p
<b>Figure7 :</b> Criblage grossier.....	13p
<b>Figure 8 :</b> Représente la séparation du sable et de la graisse.....	13p
<b>Figure 9 :</b> Bassins d'aération.....	13p
<b>Figure 10 :</b> Bassins d'aérobie.....	14p
<b>Figure 11 :</b> Bassin d'anaérobie.....	14p
<b>Figure 12 :</b> Clarificateurs circulaires.....	14p
<b>Figure 13.</b> Refoulement des boues activées par les pompes à vis.....	15p
<b>Figure 14 :</b> Bassins d'assainissement des boues activées.....	15p
<b>Figure 15 :</b> Séchage des boues activées à l'air libre.....	16p
<b>Figure16 :</b> Réservoir d'huiles (ONA).....	16p
<b>Figure 17 :</b> Benne à sable (ONA).....	17p
<b>Figure 18 :</b> Bassins d'aérations (ONA).....	17p
<b>Figure 19 :</b> Clarificateurs (ONA).....	17p
<b>Figure 20 :</b> Récupération des boues activés (ONA).....	17p
<b>Figure 21 :</b> Lits de séchages (ONA).....	17p
<b>Figure 22 :</b> Section analyses physico-chimiques ( <i>Catalyse Lab.</i> ).....	19p

<b>Figure 23 :</b> Bouteilles d'échantillons ( <i>Catalyse Lab.</i> ).....	20p
<b>Figure 24 :</b> Variation de la température de la STEP Ferdjioua.....	28p
<b>Figure 25 :</b> Variation du pH des eaux brutes et traitées de la STEP Ferdjioua.....	29p
<b>Figure 26 :</b> Teneurs en MES des eaux brutes et traitées de la STEP Ferdjioua.....	30p
<b>Figure 27 :</b> Variation de MES au niveau de la STEP Ibn Ziad Constantine.....	31p
<b>Figure 28 :</b> les teneurs de la DBO <sub>5</sub> au niveau de STEP Ferdjioua.....	32p
<b>Figure 29 :</b> Variation de la DBO <sub>5</sub> au niveau de STEP Ibn Ziad Constantine.....	32p
<b>Figure 30 :</b> Variation de la DCO au niveau de STEP Ferdjioua.....	34p
<b>Figure 31 :</b> Variation de la DCO au niveau de STEP Ibn Ziad Constantine.....	34p
<b>Figure 32 :</b> les teneurs d'azote Kjeldahl au niveau de la STEP Ferdjioua.....	35.p
<b>Figure 33 :</b> les teneurs d'azote Kjeldahl au niveau de la STEP Ibn Ziad Constantine.....	36p
<b>Figure 34 :</b> les teneurs d'azote ammoniacal au niveau de la STEP Ibn Ziad Constantine.....	37p
<b>Figure 35 :</b> Variation nitrate au niveau de la STEP Ferdjioua.....	38.p
<b>Figure 36:</b> Variation nitrate au niveau de la STEP Ibn Ziad Constantine.....	38p
<b>Figure 37 :</b> Variation de nitrite au niveau de la STEP Ibn Ziad.....	40p
<b>Figure 38 :</b> Variation de nitrite au niveau de la STEP Ibn Ziad.....	40p
<b>Figure 39:</b> Variation du phosphore total au niveau de la STEP Ibn Ziad Constantine.....	41p
<b>Figure 40 :</b> Variation du phosphate au niveau de la STEP Ferdjioua.....	42p
<b>Figure 41 :</b> Variation du phosphate au niveau de la STEP Ibn Ziad Constantine.....	43p

## **Liste des tableaux**

**Tableau 1** : Proportion des volumes rejetés pour chacune des activités domestiques polluantes (Rej Sek, 2002).

**Tableau 2** : Capacité des deux stations Ibn Ziad et Ferdjioua.

**Tableau 3** : Calendrier de prélèvements et paramètres analysés.

**Tableau 4** : Résultats des paramètres physico-chimiques des eaux brutes et des eaux traitées de la STEP de Ferdjioua (Mila).

**Tableau 5** : Résultats des paramètres physico-chimiques des eaux à l'entrée (eau brute) et sortie (eau traitée) de la STEP Ibn Ziad Constantine.

**Tableau 6** : Rabattement de la pollution en pourcentage (MES DBO<sub>5</sub> et DCO) des deux STEP Ferdjioua et Ibn Ziad.

# **Introduction**

L'eau est le patrimoine commun de toute l'humanité. Ce patrimoine a malheureusement connu un état de dégradation qui revient aux différents types de pollution, qu'il s'agisse de pollution industrielle (toxique), agricole (pesticides), changement de climat et des conditions météorologiques, qui influent sur le milieu naturel. Pour préserver cette ressource naturelle, l'Algérie s'est engagée à améliorer les conditions de vie des citoyens et c'est dans ce cadre que le pays a développé l'épuration des eaux brutes et leur réutilisation et compte augmenter les capacités de traitement des STEP des eaux usées. Cette réutilisation, a des effets positifs, mais peut avoir aussi des effets négatifs sur l'environnement en fonction des caractéristiques de l'eau traitée, du degré d'épuration, de la méthode et de l'endroit d'utilisation (ONA, 2014). L'Algérie est « pionnière » à l'échelle africaine en matière de réalisation des stations d'épuration des eaux usées (a déclaré le ministre des Ressources en eau et de l'Environnement).

Dans nos pays, l'eau est banalisée, il suffit d'ouvrir un robinet pour en obtenir à volonté alors que dans d'autres pays elle est un bien rare pour les êtres vivants car il existe peu d'eau douce directement utilisable, souvent trop polluée, surexploitée et mal répartie sur notre planète. L'eau est appelée aujourd'hui « l'or bleu ». Pour que l'eau que nous consommons devienne bio-assimilable et biocompatible, il faut qu'elle soit "saine sur le plan bactériologique" donc sans bactéries pathogènes (Pierre d'eau vive, 2012).

L'Algérie compte actuellement 75 barrages d'une capacité totale de 6,5 milliards de mètres cubes, dont le taux de remplissage, directement lié à la pluviométrie est variable d'une année à l'autre. Certaines années le taux peut-être déclaré confortable avec un remplissage atteignant 70% et davantage. Néanmoins, dans un contexte de croissance de la population, d'urbanisation, de hausse des températures, d'industrialisation accrue et de développement du secteur agricole, les autorités poursuivent leurs projets de développement des infrastructures hydrauliques du pays. 80 sites supplémentaires ont été recensés pour la réalisation de nouveaux barrages, et 30 d'entre eux ont fait l'objet d'études de faisabilité. Le gouvernement entend faire passer à 139 le nombre total de barrages en Algérie d'ici 2030, et, ce faisant, atteindre une capacité de stockage de près de 12 milliards de mètres cubes sur l'ensemble du pays (Algérie focus, 2017).

Considérée parmi les ressources qui contribuent au développement des activités humaines, la demande en eau n'a jamais été aussi forte en raison de la croissance démographique, de l'évolution des modes de consommation alimentaire ou encore des besoins accrus en énergie.

La caractéristique de l'eau, dont la disponibilité est en quantités fixes à l'échelle planétaire, oblige à considérer la notion d'offre d'eau comme une réalité géophysique autant qu'économique. La réalité

économique est que l'offre d'eau ne peut réagir aux signaux de marché comme c'est le cas pour toutes les autres ressources primaires : l'ajustement de l'offre d'eau ne peut se faire qu'à la marge, par un moindre gaspillage et une meilleure utilisation de la ressource disponible (augmentation de la productivité de l'utilisation d'eau)

Les nappes souterraines sont très importantes car elles alimentent les populations. Malheureusement, ces nappes souterraines sont menacées par l'approvisionnement excessif et la pollution c'est pour cela qu'on a recours au recyclage des eaux usées pour leur réutilisation. Les nitrates contenus dans les engrais et les pesticides et contaminent l'eau souterraine par lessivage des terres agricoles. Toutefois, ce type de pollution n'est pas un danger imminent pour le moment. Dans les régions urbaines, les hydrocarbures, les huiles... découlent dans les nappes d'eau souterraines et les polluent (Plastech-plus, 2012).

Le présent travail, élaboré dans le cadre de la réalisation du mémoire de master 2 en « Ecologie fondamentale et Appliquée », a été accompli dans le cadre d'un stage pratique de deux mois au laboratoire d'analyses physico-chimiques « Catalyse-Lab. ». Les stations d'épuration retenues sont celles d'Ibn Ziad à Constantine (mise en service en 1997) et celle de Ferdjioua opérationnelle depuis 24 mois. Les paramètres retenus pour les analyses physico-chimiques répondent aux exigences des prestations demandées par le client, au laboratoire.

La synthèse de ce stage est présentée en quatre chapitres :

- Après une introduction, le premier chapitre récapitule des généralités sur les eaux usées, l'importance et les techniques de traitements des eaux usées par boues activées.
- Dans le deuxième chapitre sont présentées les deux zones d'étude : la STEP Ibn Ziad qui traite les eaux usées de Constantine et sa banlieue et la STEP qui épure les eaux de Ferdjioua. Le principal objectif de la mise en service de ces STEP est la protection du Barrage Béni Haroun, principal réservoir dans l'est algérien qui alimente 6 wilayas en eau pour divers usages. Constantine et Mila sont en plus alimentées en eau potable après traitement de l'eau de surface puisée dans le barrage Béni-Haroun.
- Le troisième chapitre est consacré au matériel et méthodes utilisés pour mener l'ensemble des analyses physico-chimiques des eaux brutes et traitées des deux stations. Pour chacune des stations, quatre campagnes de prélèvement ont été retenues à titre d'exemple.
- Le quatrième chapitre réunit les résultats des analyses effectuées et leurs discussions.
- Une conclusion et des recommandations clôturent cette contribution.

Les objectifs de ce travail sont :

- La détermination et l'évaluation de la qualité des eaux brutes et des eaux traitées de la station d'épuration d'Ibn Ziad et celle de Ferdjioua en appliquant des méthodes normalisées.
- Effectuer une comparaison entre une STEP d'une grande commune avec un nombre d'équivalents habitant élevé, par analogie à une autre STEP d'une petite commune et définir qu'elle est la STEP la plus efficace dans le traitement des eaux brutes.
- Montrer l'importance du traitement des eaux usées sur la qualité de l'environnement.



# **Chapitre 1**

## **Généralités sur les eaux usées**

**1-1 Définition des eaux usées**

Les eaux usées, sont des eaux chargées de polluants, solubles ou non, provenant essentiellement de l'activité humaine. Du fait de cette charge polluante, il est important d'épurer ces eaux au niveau des stations d'épuration, avant de les rejeter dans l'environnement. En effet, ce rejet peut avoir des conséquences pour le milieu récepteur, en particulier les organismes vivants qu'il héberge, mais également pour l'Homme ou pour les activités qu'il réalise au niveau de ce milieu (Rejsek, 2002).

**1-2 Importance du traitement des eaux**

L'assainissement, autrement appelé dépollution, a pour fonction de préserver la qualité de la vie en débarrassant les eaux usées de leur pollution, avant leur retour dans le milieu naturel. L'apport, au quotidien, du service d'assainissement est donc considérable. Il a un rôle important dans :

- la protection sanitaire des populations ; grâce au traitement des eaux usées, les rivières ne se transforment pas en égouts. Avec des traitements encore plus complets, les eaux de baignade sont protégées de la présence de virus ou de bactéries qui peuvent propager des maladies.
- la contribution décisive au maintien de la qualité de l'environnement et des activités liées à l'eau, qu'il s'agisse de tourisme (sites, rivières, plans d'eau, lieux de baignade, de pêche, etc.) ou de pisciculture. L'agriculture et l'industrie ont également besoin d'eau pour assurer leur développement.

L'ONU s'est fixé pour objectif l'approvisionnement en eau pure et l'assainissement pour tous les individus de la planète en 1990. Elle espérait ainsi améliorer les conditions de vie d'environ deux milliards de personnes. Dans plusieurs cas, cette amélioration devrait se traduire par une réduction importante du nombre de malades. L'OMS estime que 80% des maladies qui affectent la population mondiale sont directement associées à l'eau (exemple : la gastro-entérite, paludisme, salmonellose). On estime que les eaux polluées sont responsables de 50% des cas de mortalité infantile (Desjardins, 1997).

**1-3 Différents types des eaux usées**

Les eaux usées, appelées aussi résiduaires urbaines, qui arrivent à la station d'épuration sont un mélange de plusieurs types d'eau. On distingue trois grandes catégories d'eaux usées : les eaux domestiques, les eaux industrielles, les eaux pluviales.

### 1-3-1 Eaux usées domestiques

Elles constituent généralement l'essentiel de la pollution et se composent :

- des eaux de cuisine qui contiennent des matières minérales en suspension provenant du lavage des légumes, des substances alimentaires à base de matières organiques (glucides, lipides, protides), et des produits détergents ;
- des eaux de salle de bain chargées en produits utilisés pour l'hygiène corporelle, généralement des matières grasses hydrocarbonées ; des eaux vannes qui proviennent des sanitaires (WC), très chargées en matières organiques hydrocarbonées, en composés azotés, phosphorés et microorganismes (Rej sek, 2002).

**Tableau 1.** Proportion des volumes rejetés pour chacune des activités domestiques polluantes (Rej sek, 2002).

Activité domestique	Volume rejeté (%)
Cuisine : évier	3%
Lave-vaisselle	13%
Lave-linge	13%
Salle de bains	44%
Chasse d'eau	26%

### 1-3-2 Eaux pluviales

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

- le lessivage des sols des surfaces imperméabilisées : les déchets solides ou liquides déposés par temps sec sur ces surfaces sont entraînés dans le réseau d'assainissements par les premières précipitations qui se produisent ;
- la remise en suspension des dépôts des collecteurs : par temps sec, l'écoulement des eaux usées dans les collecteurs du réseau est lent, ce qui favorise le dépôt de matières décantables. Lors d'une précipitation, le flux d'eau plus important permet la remise en suspension de ces dépôts (Rej sek, 2002).

### 1-3-3 Eaux industrielles

Leur composition est liée au type d'industrie implantée dans la commune. La quantité de pollution est parfois très importante. Elle peut être organique, minérale ou toxique selon l'activité de l'industrie (Rejsek, 2002).

Le branchement des industries n'est pas obligatoire mais doit faire l'objet d'une convention entre la commune et l'industriel et respecter le fonctionnement de la station d'épuration pour éviter de surcharger le traitement des eaux usées. En Algérie cette activité est régie par le décret exécutif n° 06-141 du 20 Rabie El Aouel 1427 correspondant au 19 avril 2006 définissant les valeurs limites des rejets d'effluents liquides industriels.(JORADP, 2006).

### 1-4 Composition des eaux usées

La composition des eaux usées s'analyse par le biais de diverses mesures physiques, chimiques et biologiques. Les déchets solides comprennent les solides dissous et en suspension. Les solides dissous sont les matériaux qui passent à travers un papier filtre et les solides en suspension sont divisés en solides décantables et non décantables en fonction du nombre de milligrammes de solide qui se déposera en l'espace d'une heure pour un litre d'eaux usées. Toutes ces classes de solides peuvent être divisées en solides volatils (matériaux organiques) ou fixes (matériaux inorganiques/minéraux). Dans les eaux usées domestiques, la matière organique est constituée approximativement de 50 % de glucides, 40 % de protéines et 10 % de graisse. La concentration d'un déchet industriel est obtenue après avoir déterminé le nombre de personnes ou équivalent-habitant qui serait nécessaire pour produire une quantité équivalente de déchets. Les eaux de pluie renferment une proportion significative de bactéries, oligo-éléments, d'huile et de produits chimiques organiques (<http://maribia.wordpress.com>).

### 1-5 Principales utilisations des eaux usées épurées

La réutilisation des eaux usées épurées « REUE » est une action volontaire et planifiée qui vise la production de quantités complémentaires en eau pour différents usages telles que les utilisations agricoles. L'irrigation est la plus répandue, permettant d'exploiter la matière fertilisante contenue dans ces eaux réalisant ainsi une économie d'engrais. Quelques exemples de périmètres d'irrigation projetée où existant utilisant les eaux usées épurées :

- **Tlemcen** : la mise en service du périmètre irrigué de Hennaya sur 912 ha à partir des eaux usées épurées de la station d'épuration d'Ain El Hout (Tlemcen).

- **Constantine** : Le périmètre d'irrigation à partir de la STEP de Hamma Bouziane sur une superficie de 327 ha.
- **Tiaret** : périmètre de Dahmouni, à partir de la STEP de la ville, sur une superficie de 1214 ha.
- **Bordj Bou Arreridj** : périmètre d'irrigation, à partir de la STEP de la ville, sur une superficie de 350 ha.
- **Oran** : périmètre d'irrigation de M'leta à partir de la STEP de la ville sur une superficie de 8100 ha.
- **Potentiel actuel de traitement** :  
Sur les 130 stations d'épuration exploitées par l'ONA (office national de l'assainissement) à travers les 44 wilayas, 17 sont concernées par la réutilisation des eaux usées épurées en agriculture. Le volume réutilisé, fin août 2016, est estimé à 14,6 millions de m<sup>3</sup> afin d'irriguer plus de 11 076 ha de superficies agricoles.
- utilisations municipales : arrosage des espaces verts, lavage des rues, alimentation de plans d'eau, lutte contre les incendies et des chantiers de travaux publics, arrosage pour compactage des couches de base des routes et autoroutes ;
- utilisations industrielles : pour le refroidissement ;
- amélioration des ressources : recharge des nappes pour la lutte contre les rabattements des nappes et la protection contre l'intrusion des biseaux salés en bord de mer (ona-dz.org).

## 1-6 Service d'assainissement

### 1-6-1 Rôle de l'assainissement

L'assainissement des eaux usées est devenu un impératif. En effet, le développement des activités humaines s'accompagne inévitablement d'une production croissante de rejets polluants. Les ressources en eau ne sont pas inépuisables. Leur dégradation, sous l'effet des rejets d'eaux polluées, peut non seulement détériorer gravement l'environnement, mais aussi entraîner des risques de pénurie. L'assainissement sert donc à préserver la ressource et le patrimoine naturel (ona-dz.org).z

### 1-6-2 Fonctionnement de l'assainissement des eaux usées

La collecte s'effectue par l'évacuation des eaux usées domestiques et éventuellement industrielles (ou pluviales) dans les canalisations d'un réseau d'assainissement appelées aussi collecteurs. La

SEACO en Algérie gère la collecte des eaux usées à travers un réseau de plus de 930 kilomètres. Le réseau d'eau usée est caractérisé par la présence d'ouvrages spécifiques comme un puits de type vortex de plus de 100 mètres de profondeur et une galerie souterraine de plus de 150 mètres de long.

Le transport des eaux usées dans les collecteurs se fait en général par gravité, c'est-à-dire sous l'effet de leur poids. Il peut parfois s'effectuer par refoulement, sous pression ou sous dépression.

Les canalisations sont en ciment, parfois en fonte, plus rarement en grès ou en acier. Lorsque la configuration du terrain ne permet pas un écoulement satisfaisant des eaux collectées, on a recours à différents procédés (pompage et stations de relèvement) pour faciliter leur acheminement vers la station d'épuration où elles subissent différents traitements (ona-dz.org).

### **1-7 Décrets concernant le déversement dans le réseau d'assainissement**

- Décret exécutif n° 07-149 du 3 Joumada El Oula 1428 correspondant au 20 mai 2007 fixant les modalités de concession d'utilisation des eaux usées épurées des fins d'irrigation ainsi que le cahier des charges-type y afférent (Journal officiel n°35).
- Décret exécutif n° 08-53 du 2 Safar 1429 correspondant au 9 février 2008 portant approbation du cahier des charges-type pour la gestion par concession du service public d'assainissement et du règlement de service y afférent (Journal officiel n°8).
- Décret exécutif n° 09-209 du 17 Joumada Ethania 1430 correspondant au 11 juin 2009 fixant les modalités d'octroi de l'autorisation de déversement des eaux usées autres que domestiques dans un réseau public d'assainissement ou dans une station d'épuration (Journal officiel n°36).
- Arrêté interministériel du 8 Safar 1433 correspondant au 2 janvier 2012 fixant la liste des cultures pouvant être irriguées avec des eaux usées épurées (Journal officiel n° 41).

# **Chapitre 2**

## **Présentation de la zone d'étude**

## 2-1 Définition de la station d'épuration

Une station d'épuration (STEP) est installée généralement à l'extrémité d'un réseau de collecte principal, juste en amont de la sortie des eaux vers le milieu naturel. Elle rassemble une succession de dispositifs, empruntés tour à tour par les eaux usées. Chaque dispositif est conçu pour extraire au fur et à mesure les différents polluants contenus dans les eaux (Rej sek, 2002).

## 2-2 Localisation des deux stations d'épuration

### 2-2-1 Station Ferdjioua wilaya de Mila

La STEP de Ferdjioua (fig. 1) est une nouvelle STEP créée en Janvier 2013 par l'office national de l'assainissement pour protéger le barrage Béni Haroun. Située dans la wilaya de Mila, dans la commune de Ain Baida Harriche (fig. 2) pour traiter les eaux usées provenant de cette commune et de celle de Ferdjioua.

Les capacités des deux STEP sont présentées dans le tableau 2.



Figure 1 : Station d'épuration Ain Baida Harriche (ONA 2018).



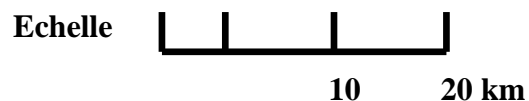
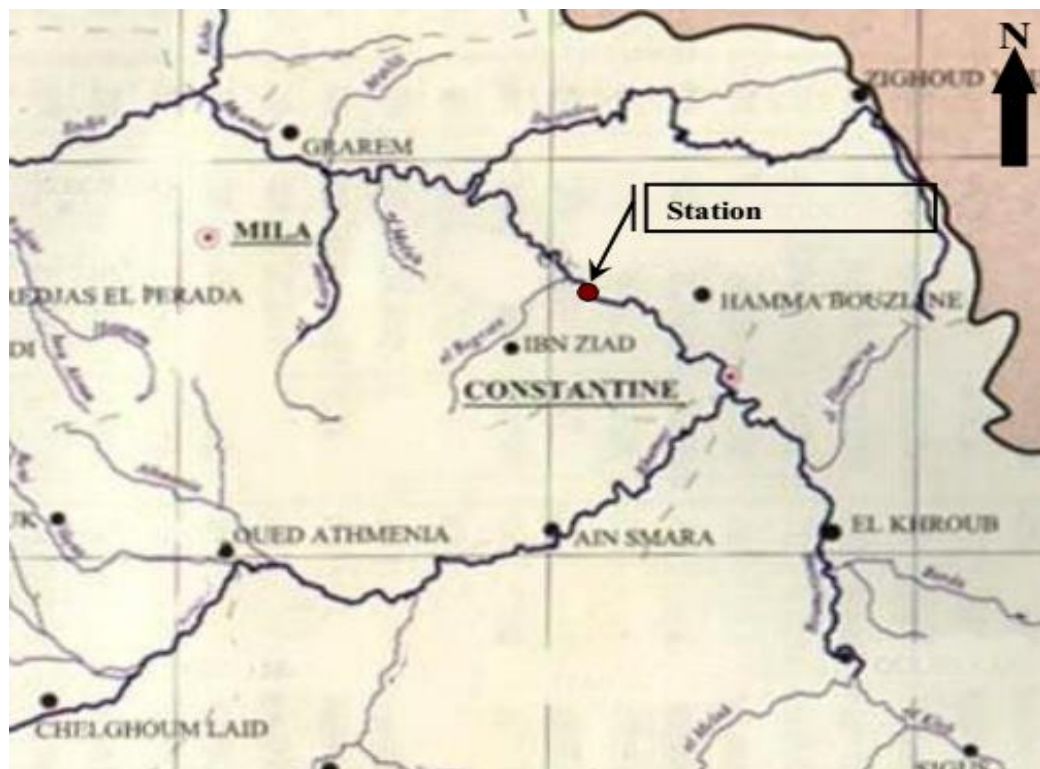
Figure2 : Localisation de station d'épuration Ferdjioua (Google Maps 2018).



### 2-2-2 Station d'épuration Ibn Ziad Constantine

La station d'épuration des eaux usées de Constantine est située à 12 km de la daïra de Hamma Bouziane, sur la route de Mila (fig.1). Mise en service le 15 mai 1997, elle a une superficie de 12 ha et traite aujourd'hui une partie des eaux usées déversées par la ville de Constantine (Société de l'eau et de l'assainissement Constantine, fiche technique de la STEP Ibn Ziad).

S'inscrivant dans le cadre des efforts de la wilaya de Constantine en matière d'assainissement, un autre projet consiste à élaborer une étude d'extension de la station d'épuration de la commune d'Ibn Ziad (2015-2019). Cet équipement devra atteindre une capacité de traitement de 300 000 équivalent-habitants pour les villes de Constantine, El-Khroub, Aïn Smara et de Hamma-Bouziane. L'autre grande agglomération de la wilaya de Constantine est la nouvelle ville Ali-Mendjeli.



**Figure 3:** Localisation de la station Ibn Ziad Constantine (Cahier n°2 de l'agence du bassin hydrographique « Constantinois –Seybouse – Mellegue », 2001).

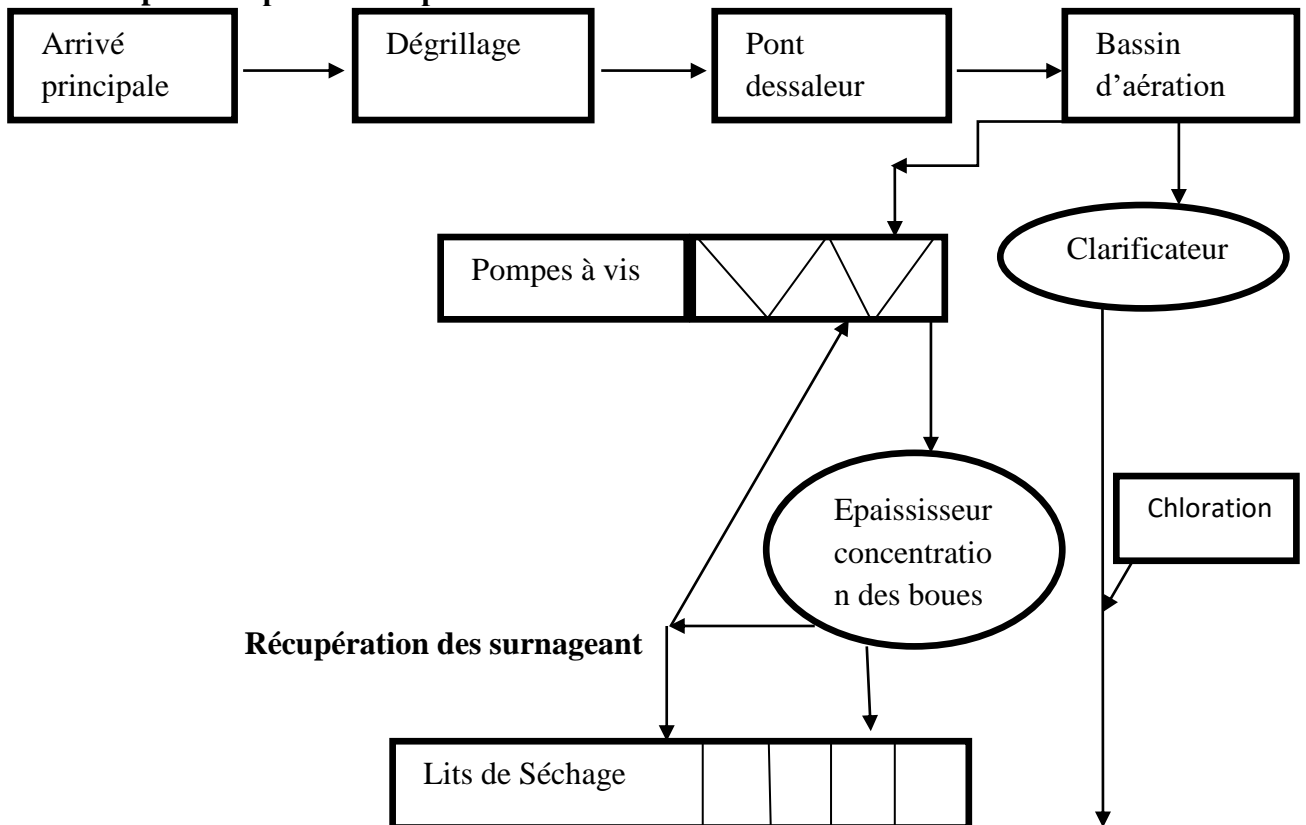
**Tableau 2 :** Capacité des deux stations Ibn Ziad et Ferdjioua.

Stations	Ibn Ziad	Ferdjioua
Débit d'entrée journalier moyen	69120 m <sup>3</sup> /jour, (800 l/s).	9.600 m <sup>3</sup> /jour
Equivalent habitant	450.000 EH	80 000 EH
Débit de pointe	8640 m <sup>3</sup> /heure	3.450 m <sup>3</sup> /heure

**2-3 Rôle des STEP**

L'Algérie a consenti de grands efforts pour la construction de barrages afin d'augmenter ses réserves d'eaux douces. Ces projets ont été accompagnés par la construction de STEP dans le but de protéger les réservoirs d'eau de surface destinés à de multiples usages et essentiellement l'alimentation en eau potable des populations. La STEP a aussi pour but de lutter contre les différentes formes de maladies à transmission hydrique. Elle est également destinée à la protection de la nappe phréatique qui alimente les populations rurales de ces deux communes (Constantine et Ferdjioua).

**2-4 Exemple d'un procédé d'épuration**



**Figure 4:** Procédé de traitement des eaux usées dans la STEP Ibn Ziad de Hamma Bouziane.

## 2-5 Etapes du traitement et équipement de la station d'épuration Ibn Ziad

La station d'épuration Ibn Ziad traite les eaux usées de Constantine d'origine domestiques et industrielles. Ces dernières sont acheminées à la station par une conduite principale (Fig. 5)



**Figure 5 :** Canal principale des eaux usées qui alimente la STEP Ibn Ziad.

Le processus de traitement compte les étapes suivantes :

### 2-5-1 Prétraitement

#### - Criblage grossier

A l'aide des cribles à barreaux mécaniques ceux –ci se comportent en trois jeux de crible à râtaux de 12 mm de large espacés de 20 mm en parallèle, chaque crible est muni d'une vanne d'entrés et de sortie (Fig. 6), et une capacité maximale de 1200l/s, les détritux de déversés dans une benne pour l'évacuation définitive (Fig. 7).



**Figure 6 :** Canaux d'entrées de l'eau usée au criblage grossier, avec des ouvertures manuelles.



**Figure 7 :** Criblage grossier.

- **Deux canaux de déssableurs**

Ils sont conçus de manière à permettre l'utilisation permanente des deux unités de 14.5 m de longueur et 5 m de largeur, 5 m de profondeur (niveau d'entrés) ; le sable et la graisse sont éliminés des eaux usées dans un canal aéré à écoulement en spirale et à double compartiment, les deux moitiés du canal fonctionnement ensemble et parallèle (Fig. 8).



**Figure 8 :** Séparation du sable et de la graisse.

**2-5-2 Traitement biologique**

Traitement biologiques est accompli dans quatre bassins biologiques de 42 m de largeur et 63 m de longueur et 5.6 m de profondeur (Fig. 9).



**Figure 9 :** Bassins d'aération.

Les deux premiers compartiments sont nommés « zone anoxie » et sont munis de mélangeurs visant à assurer la suspension du mélange « boue activée et eaux usées » (liqueur mixte). Les quatre derniers compartiments sont munis d'aérateurs mécaniques superficiels alimentent la liqueur mixte en oxygène dissous. Le dernier déversoir de sortie peut être relevé ou abaissé pour modifier le niveau de submersion des aérateurs et en conséquence l'ampleur d'aération.



**Figure 10 :** Bassins d'aérobies.

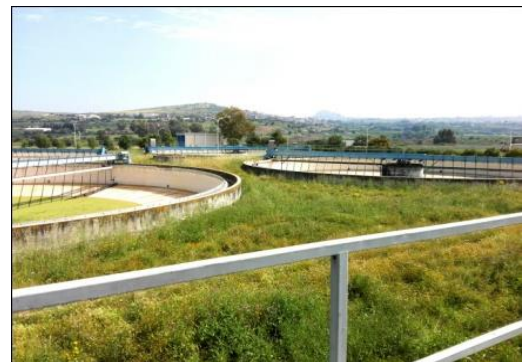


**Figure 11 :** Bassin d'anaérobie.

### 2-5-3 Clarification

L'eau traitée (liqueur mélangée) sortie des bassins biologiques acheminée hydro- statiquement vers deux chambre F, puis vers « huit clarificateurs » circulaire raclés secondaires.

La liqueur mélangée s'écoule dans l'un huit bassins de décantation secondaires, disposés parallèlement les uns aux autres, ou tombant au fond du bassin et sont enlevées, chaque bassin fait 39m de diamètre avec une paroi latéral de 2.5 de profondeur (Fig. 12).



**Figure 12 :** Clarificateurs circulaires.

#### 2-5-4 Boue de retour

Les boues activées de retour sont refoulées par trois pompes à vis de 1.64 m de diamètre avec inclinaison de 30 °chacune .les boues remontent sur 4 m vers la charge d'où elles s'écoulent l'une marche et autres secours (Fig. 13).



**Figure 13 :** Photo de refoulement des boues activées par les pompes à vis.

#### 2-5-5 Désinfection

Les eaux traitées utilisées aux fins de l'irrigation seront désinfectés au chlore dans un bassin de 180 m<sup>3</sup> de capacité. Ce bassin offre une durée de retenue de 10 minutes pour un débit maximum d'eaux traitées d'irrigation de 300 l/s. Cependant ce dispositif est hors service depuis la mise en fonction de la STEP ; les eaux ne sont pas désinfectées car elles sont rejetées dans l'oued Rhumel.

#### 2-5-6 Traitement des boues en excès

Les boues excédentaires de la station de pompage des boues de retour , s'écoulent vers deux bassins d'épaississement des boues de 17 m de diamètre et 3.5 m de profondeur , munis chacun d'un agitateur à pieux fixé sur le pont et d'un clapet de sectionnement manuel (Fig. 14).



**Figure 14 :** Bassins d'assainissement des boues activées.

Les boues épaissies d'écoulent par gravité des épaisseurs totale est  $21600\text{m}^2$  vers l'un des 24 lits de séchages, leurs superficie totale est  $21600\text{m}^2$ .

Les boues sont distribuées par une série de tuyaux et de clapets, l'eau surnageant est drainée manuellement des lits par un système de vannes et renvoyée à la station pour être traitée.

L'eau décantée s'écoule vers un puisard de décantation .puis refoulée vers le puisard des boues de retour, le reste de l'eau s'évapore et les boues sèchent à l'aire libre (Fig. 15).



**Figure 15 :** Séchage des boues activées à l'air libre.

### 2-6 Etapes du traitement de la STEP de Ferdjioua

La station d'épuration des eaux usées Ferdjioua utilise les même procédés d'épuration de la station Ibn ziad Constantine, voici quelques figures qui montrent les différentes étapes.



**Figure16 :** Réservoir d'huiles (ONA).



Figure 17 : Benne à sable (ONA).



Figure 18 : Bassins d'aérations (ONA).



Figure 19 : Clarificateurs (ONA).



Figure 20 : Récupération des boues activés (ONA).



Figure 21 : Lits de séchages (ONA).



**2-7 But de ces traitements**

Le but des traitements des eaux est de diminuer suffisamment la quantité de substances polluantes contenues dans les eaux usées pour que l'eau finalement rejetée dans les eaux souterraines et les eaux de surfaces ne dégrade pas ce dernier.

Le nettoyage des eaux usées obéit donc à une logique de préservation des ressources en eau et de protection de l'environnement.

# **Chapitre 3**

## **Matériel et méthodes**

### 3-1 Présentation du laboratoire *Catalyse*



Le laboratoire *Catalyse*, où nous avons effectué notre stage pratique, est un laboratoire destiné aux analyses et essais microbiologiques et physicochimiques (fig. 22). Il est équipé de plusieurs types d'appareillages et dispose d'un stock de réactifs, pour l'approvisionnement de plusieurs fonctionnalités. Parmi ces dernières figure la détermination et l'évaluation de la qualité des eaux (usées, de surfaces, potables ...etc.) en appliquant des méthodes normalisées. Les analyses du laboratoire sont réalisées en fonction de la demande du client en nombre et type de paramètres.



**Figure 22** : Section analyses physico-chimiques (*Catalyse* Lab.).

**3-2** + Le prélèvement s'effectue à l'aide d'un préleveur automatique, appareil qui mélange et prélève les échantillons dans un grand récipient. Il est programmé à prélever en continu, toutes les heures pendant 24 heures, une quantité précise jusqu'au remplissage du récipient. L'échantillonneur s'arrête alors automatiquement et le contenu du jerrican reflète la qualité de l'eau sur une durée de 24 heures. Les eaux à analyser sont échantillonnées à l'entrée puis à la sortie de la STEP puis livrées au laboratoire (fig. 23) où est déterminée leur qualité, afin de surveiller les processus et le rendement du traitement des eaux usées.



**Figure 23 :** Bouteilles d'échantillons (*Catalyse Lab.*).

Les dates des prélèvements que nous avons analysés sont présentées dans le tableau 3.

**Tableau3.** Calendrier de prélèvements et paramètres analysés

	Date de prélèvement	Paramètres déterminés
STEP de Ferdjioua Mila	10/08/2017	Analyses physico-chimique des différents paramètres : Température, pH, Azote Kjeldahl, Phosphates, DCO, DBO <sub>5</sub> , MES, Nitrates, Nitrites.
	06/09/2017	
	04/10/2017	
	5/11/2017	
STEP Ibn Ziad Constantine	3/10/2015	Analyses physico-chimique des différents paramètres : Azote Kjeldahl, Phosphates, DCO, DBO <sub>5</sub> , MES, Nitrates, Nitrites, Azote ammoniacal, Phosphore total.
	17/11/2015	
	30/12/2015	
	3/01/2016	

### 3-3-Analyses des paramètres physico-chimiques

### 3-3-1 Température

La température est une propriété physique qui se réfère aux notions communes de chaleur ou pas de chaleur, est étroitement liée à l'énergie interne d'un système. Elle joue un rôle de facteur limitant pour de très nombreuses espèces et conditionne la répartition des espèces, des communautés et des populations dans la biosphère. La tolérance à la température de la plupart des espèces se situe dans un intervalle compris entre -10 et +50°C. La température a un rôle primordial dans les réactions physico-chimiques et biologiques lors des processus de traitement des eaux usées. Elle est mesurée au laboratoire et les résultats sont exprimés en degrés Celsius (°C).

### 3-3-2 Potentiel hydrogène (pH)

La mesure électrométrique du pH se fait avec une électrode de verre selon la norme NF T 90-017 (2001). Le pH mètre mesure la différence de potentiel existant entre une électrode de verre et une électrode de référence plongeant dans l'eau à analyser. Les résultats sont exprimés en unité pH.

### 3-3-3 Matières en suspension (MES)

#### - Définition

La détermination du taux de matières en suspension (MES) est effectuée par la méthode de filtration sur filtre en fibre de verre selon la norme NF EN 872 (2005). Les particules fines en suspension (MES) dans une eau sont soit d'origine naturelle, en liaison avec les précipitations, soit produites par les rejets urbains et industriels. Leur effet néfaste est mécanique, par formation de sédiments et d'un écran empêchant la bonne pénétration de la lumière (réduction de la photosynthèse). Leur effet est par ailleurs chimique par constitution d'une réserve de pollution potentielle dans les sédiments.

#### - Principe

Les méthodes gravimétriques reposent sur le calcul de la masse de matière sèche (en mg/L) obtenue après séparation des MES de l'eau suivie d'une déshydratation à 105 C. La séparation des MES se fait à l'aide d'un équipement de filtration sous vide ou sous pression qui permet le passage de l'eau à analyser sur un filtre en fibres de verre.

Les MES sont retenues sur le filtre qui est ensuite séché à 105 C, de manière à éliminer l'eau retenue dans le filtre, puis la masse du résidu retenu est déterminée par pesée différentielle (P1– P0) du filtre avec (P1) et sans MES (P0). Les résultats sont exprimés en mg/l.

### 3-3-4 Détermination de la demande biochimique en oxygène après 5 jour (DBO<sub>5</sub>) :

#### - Définition

La demande biochimique en oxygène après 5 jours d'un échantillon est la quantité d'oxygène consommé par les microorganismes aérobies présents dans cet échantillon pour l'oxydation biochimique des composés organiques et/ou inorganique.

#### - Méthode de détermination

Dans le laboratoire Catalyse nous avons déterminé la DBO<sub>5</sub> selon la méthode manométrique (norme NF EN 1899-1(1998)). Elle a été proposée en 1908 par Adeney, en même temps que la méthode par dilution, mais elle n'a pas été normalisée comme cette dernière. Le principe des méthodes manométriques consiste à mesurer l'évolution de la pression de l'air à l'intérieur d'un flacon contenant l'échantillon et l'eau de dilution. Cette évolution est directement liée à la diminution de la concentration en oxygène de l'atmosphère d'incubation. En effet les microorganismes, lors de la biodégradation des matières organiques, consomment l'oxygène de l'air, il se dissout pour remplacer l'oxygène consommé. Ceci crée un déficit en gaz dans l'air du flacon qui n'est pas renouvelé à condition que le CO<sub>2</sub> formé lors de la biodégradation soit absorbé par de la potasse présente dans le flacon.

#### - Principe

Il repose sur la mesure de l'oxygène consommé dans un échantillon d'eau et de ses dilutions pour dégrader la pollution initiale par voie biochimique par détermination de la concentration en oxygène dissous avant et après incubation. Cette mesure implique l'introduction, dans une eau de dilution saturée en oxygène, d'un volume d'échantillon tel que la consommation en oxygène au bout de 5 jours soit de l'ordre de 50% de la teneur initiale.

Les résultats sont exprimés en mg/l d'O<sub>2</sub>.

### 3-3-5 Détermination de la demande chimique en oxygène (DCO)

#### - Définition

Selon la norme NF T90-101(2001), la DCO correspond à la quantité de dioxygène, provenant de la réduction du dichromate de potassium, nécessaire pour oxyder les matières oxydables dans les conditions de la norme.

Ces matières oxydables étant en très grande majorité des matières organiques, même si certains sels peuvent être oxydés, on pourra considérer la DCO comme une mesure de la totalité des matières organiques contenues dans une eau.

#### - Principe

Cette détermination comprend deux étapes :

**-première étape** : oxydation chimique des matières réductrices contenues dans l'eau par un excès de dichromate de potassium ( $K_2Cr_2O_7$ ).

**-deuxième étape** : dosage de l'excès de dichromate de potassium par le sel de Mohr après refroidissement.

Les résultats sont exprimés en mg/l d' $O_2$ .

### 3-3-6 Azote Kjeldhal (NKJ)

#### Définition

L'azote Kjeldhal est composé d'azote organique et azote ammoniacal d'un échantillon, il est déterminé selon la méthode Kjeldahl.

#### Principe

L'azote Kjeldhal est analysé selon la norme NF EN 25663 (1994). Dans un premier temps, l'azote organique est minéralisé par de l'acide sulfurique à ébullition, en présence d'une concentration élevée de sulfate de potassium et de sélénium comme catalyseur. Cette minéralisation n'est pas efficace sur toutes les formes d'azote organique ; par exemple l'azote des hétérocycles n'est pas complètement minéralisé. Après la minéralisation, le minéralisateur kjeldhal contient uniquement des ions  $NH_4^+$ . Une variante permet le dosage direct de l'ion  $NH_4^+$  dans le minéralisateur kjeldhal par spectrophotométrie à 655 nm.

Les résultats sont exprimés en mg/l NK.

### 3-3-7 Azote ammoniacal ( $NH_4^+$ )

#### - Définition

La détermination de l'azote ammoniacal est une mesure de la quantité d'ammoniac, un polluant toxique pour la vie aquatique en provenance du lessivage des terres agricoles, souvent trouvé dans les déchets tels que les eaux usées d'origine municipale et industrielle.

#### - Principe

Le dosage de l'azote ammoniacal par acidimétrie après distillation, selon la norme NF T90-015 (2000). Il y a formation, en milieu alcalin (pH compris entre 10,4 et 11,5), d'un composé de type indophénol par réaction des ions ammonium avec du phénol et l'hypochlorite, en présence de nitroprussiate comme catalyseur. On mesure à la longueur d'onde de 630 nm, l'absorbance de la coloration bleue obtenue. Les résultats sont exprimés en mg/l  $NH_4$ .

### 3-3-8 Nitrate (NO<sub>3</sub>)

#### - Définition

Le nitrate est une production naturelle créée au cours du cycle de l'azote qui concerne toutes les plantes et les animaux, où il y tient une place importante, mais aujourd'hui, il arrive que la nature ne parvienne plus à en éliminer l'apport excessif lié aux activités humaines.

#### - Principe

Ce paramètre est analysé par méthode spectrophotométrique à l'acide sulfosalicylique selon la norme ISO 7890 (1988). Les nitrates constituent le stade final de l'oxydation de l'azote. Leur dosage est difficile, du fait que les méthodes requises sont relativement complexes. Les résultats sont exprimés en mg/l NO<sub>3</sub>.

### 3-3-9 Nitrite (NO<sub>2</sub>)

#### - Définition

Substance chimique naturelle qui rentre dans le cycle de l'azote, le premier résultat de la dégradation des organismes végétaux et animaux milieu aquatique. Présent à l'état naturel partout dans l'environnement, produit de l'oxydation de l'azote par les microorganismes.

#### - Principe

Le dosage de nitrite se fait par la méthode de la spectrométrie d'absorption moléculaire, c'est la méthode de Shinn normalisée ISO 6777 ou NF EN 26777, la réaction de diazotation entre les nitrites et le réactif amino-4 benzène sulfonamide en présence d'acide orthophosphorique, le produit formé donne un complexe rose avec le dichlorhydrate de N-Naphtyl-1 diamino-1,2 éthane qui possède un maximum d'absorption à 540 nm. Les résultats sont exprimés en mg/l NO<sub>2</sub>.

### 3-3-10 Phosphore et phosphate

#### - Définition

Le phosphore total peut exister dans les eaux résiduaires en solution ou en suspension, à l'état minéral ou organique. Les composés phosphorés sans hydrolyse (minéralisation) répondent au test spectrophotométrique, ils sont considérés comme étant des orthophosphates. L'hydrolyse en milieu acide fait apparaître le phosphore hydrolysable et la minéralisation, le phosphore organique peut être séparé analytiquement en orthophosphate (Rodier et al, 2005).



Le phosphore blanc est la forme la plus dangereuse du phosphore, il est extrêmement toxique, l'exposition est fatale. En grande quantité, il est létal.

**- Principe**

Le dosage du phosphore par la méthode spectrophotométrique et selon la norme NF EN 1189. les ions orthophosphate en solution acide ( $H_2SO_4$ ) et en présence d'ions molybdate et antimoine forment un complexe d'antimonyl-phosphomolybdate qui, après réduction par l'acide ascorbique, donne un complexe de molybdène fortement coloré en bleu. Le développement de la coloration est accéléré par l'utilisation d'un catalyseur, le tartate double de potassium d'antimoine .

La mesure de l'absorbance du complexe se fait à 880 nm et permet de déterminer la concentration en orthophosphate de l'échantillon par rapport à une gamme étalon.

Les résultats sont exprimés en mg/l.

# **Chapitre 4**

## **Résultats et discussion**

Dans le chapitre suivant, nous allons présenter les résultats obtenus suite aux analyses physico-chimiques des eaux usées, avant et après traitements, des deux stations d'épuration Ferdjioua-Mila (tab. 4) et Ibn Ziad-Constantine (tab 5).

**Tableau 4:** Résultats des paramètres physico-chimiques des eaux brutes et des eaux traitées de la STEP de Ferdjioua (Mila).

Paramètres physico-chimiques	Station d'épuration des eaux usées Ferdjioua					
	Date de prélèvement	10/08/2017	6/09/2017	4/10/2017	5/11/2017	Moyenne
	Type d'eau					
Température (°C)	Eau brute	27.5	24.3	22.9	5.4	20.02
	Eau traitée	26	23.4	21.7	5.3	19,1
pH	Eau brute	7.42	8.16	7.74	7.55	7,71
	Eau traitée	7.13	7.99	7.56	7.86	7,63
MES (mg/l)	Eau brute	483	187	224	365	314
	Eau traitée	173	59	104	24	90
DBO <sub>5</sub> (mg/l)	Eau brute	340	240	100	380	265
	Eau traitée	26	44	14	12	24
DCO (mg/l)	Eau brute	901.34	921.6	850	1120	948
	Eau traitée	70.72	160.68	125.6	48	101
Azote Kjeldahl (mg/l)	Eau brute	95.2	22.4	36.4	22.96	44,24
	Eau traitée	/	/	/	/	/
Nitrate (mg/l)	Eau brute	/	/	/	/	/
	Eau traitée	1.033	3.161	3.396	5.97	3,39
Nitrite (mg/l)	Eau brute	/	/	/	/	/
	Eau traitée	<LD	0.005	0.075	0.03	0,027
Phosphate (mg/l)	Eau brute	1.247	0.761	0.413	0.492	2,544
	Eau traitée	0.711	0.594	0.38	0.373	0,514

LD= limite de détection

**Tableau 5.** Résultats des paramètres physico-chimiques des eaux à l'entrée (eau brute) et sortie (eau traitée) de la STEP Ibn Ziad Constantine

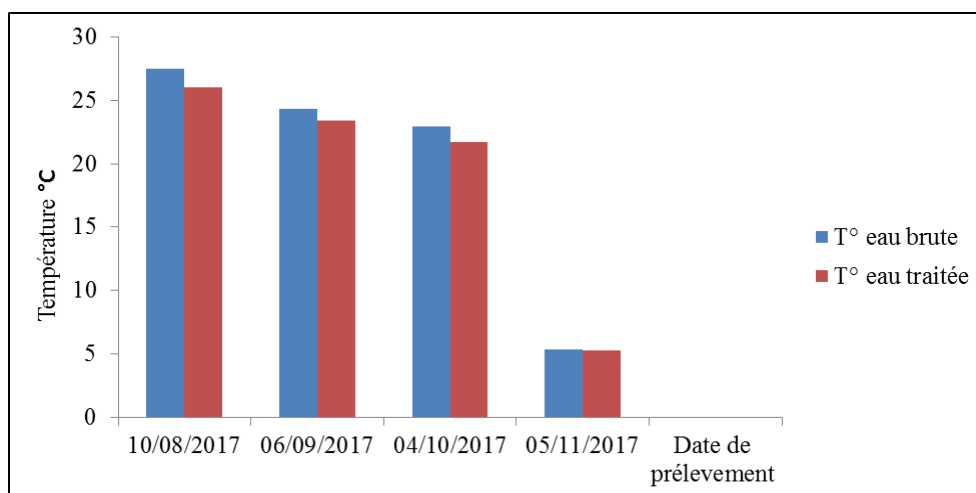
Paramètres physico-chimiques	Station d'épuration des eaux usées d'Ibn Ziad Constantine					Moyenne
	Date de prélèvement	03/10/2015	17/11/2015	30/12/2015	03/01/2016	
MES (mg/l)	Eau brute	59.3	130	182	119	122,57
	Eau traitée	6.8	14	18	20	14,7
DBO <sub>5</sub> (mg/l)	Eau brute	90	70	260	60	435
	Eau traitée	09	07	06	07	7,27
DCO (mg/l)	Eau brute	424	220	310	210	291
	Eau traitée	18.2	19	20	18	18,8
Azote Kjeldahl (mg/l)	Eau brute	24.2	56	56	56	52,55
	Eau traitée	5.6	2.8	5.6	2.8	4,2
Azote ammoniacal (mg/l)	Eau brute	12.6	39.2	39.2	39.2	32,55
	Eau traitée	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Nitrate (mg/l)	Eau brute	13.2	4.43	12	4.43	8,51
	Eau traitée	10.2	13	4.43	4.43	8,01
Nitrite (mg/l)	Eau brute	0.36	0.01	0.00	0.01	0,37
	Eau traitée	0.32	0.1	<LD	<LD	0,10
phosphate (mg/l)	Eau brute	3.2	3.0	3.4	3.1	3,17
	Eau traitée	2.8	2.3	2.6	2.5	2,55
Phosphore (mg/l)	Eau brute	1.6	2.82	3.2	2.92	2,63
	Eau traitée	1.2	1.9	2.4	2.2	1,92

**Tableau 6.** Rabattement de la pollution en pourcentage (MES DBO<sub>5</sub> et DCO) des deux STEP Ferdjioua et Ibn Ziad.

Nom de la STEP	Paramètre	MES en %	DBO <sub>5</sub> en %	DCO en %
	Date de prélèvement	Rabattement de la pollution		
STEP Ferdjioua Mila	10/08/2017	64	92	92
	6/9/2017	68	82	83
	4/10/2017	53	86	85
	5/11/2017	93	97	96
STEP Ibn Ziad Constantine	3/10/2015	89	90	96
	17/11/2015	89	90	91
	30/12/2015	90	98	94
	3/01/2016	83	88	91

#### 4-1 Température

A l'entrée de la STEP Ferdjioua, la température fluctue entre 27,5 °C en août et de 5.4°C en novembre ; la moyenne est de 20.02 °C (tab 3, fig. 24). A la sortie, la température varie entre 26 °C en août et de 5.3 °C en novembre avec une moyenne de 19.1°C.



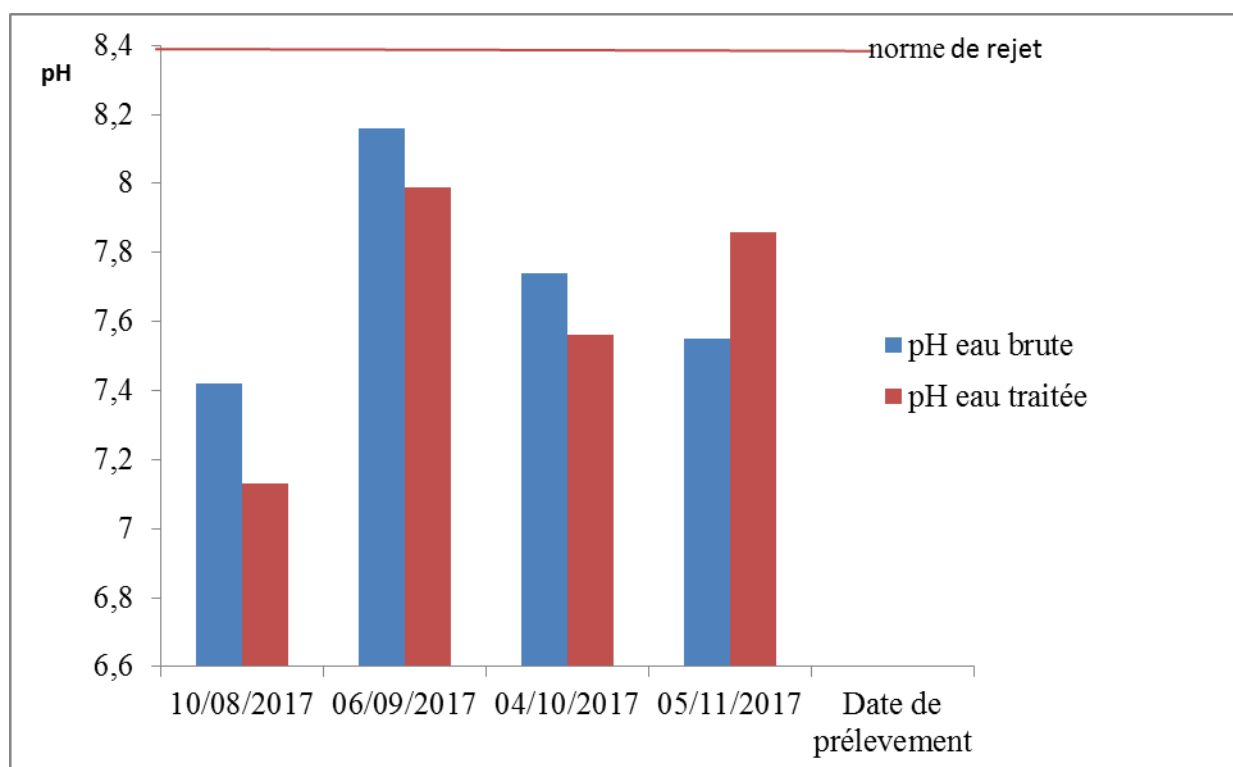
**Figure 24 :** Variation de la température de la STEP Ferdjioua.

La figure 24 montre que les valeurs de la température ne dépassent pas les normes de rejet dans la nature admises pour les eaux usées soit 30°C (Décret exécutif n°09-209, JORADP, 2009). L'analyse de ce paramètre est très importante, car elle conditionne de nombreux paramètres, tels que le pH, NO<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub> ainsi que les réactions de dégradation et de minéralisation de la matière

organique. En effet l'élévation de la température s'accompagne toujours d'une modification des propriétés de l'eau, qui favorisent l'autoépuration et accroît la vitesse de sédimentation, ce qui peut présenter un intérêt dans les stations d'épurations (Rodier et al. 2005).

#### 4-2 Potentiel Hydrogène (pH)

Pour les quatre prélèvements étudiés (tab 3, fig. 25), le pH des eaux brutes de la STEP de Ferdjioua fluctue entre 7,42 en août et 8,16 en septembre. Celui des eaux traitées se traduit par une sensible diminution et atteint 7,13 et 7,99 pour respectivement les mêmes prélèvements. Les moyennes sont 7.71 pour les eaux brutes, et de 7.63 pour les eaux traitées.



**Figure 25 :** Variation du pH des eaux brutes et traitées de la STEP Ferdjioua.

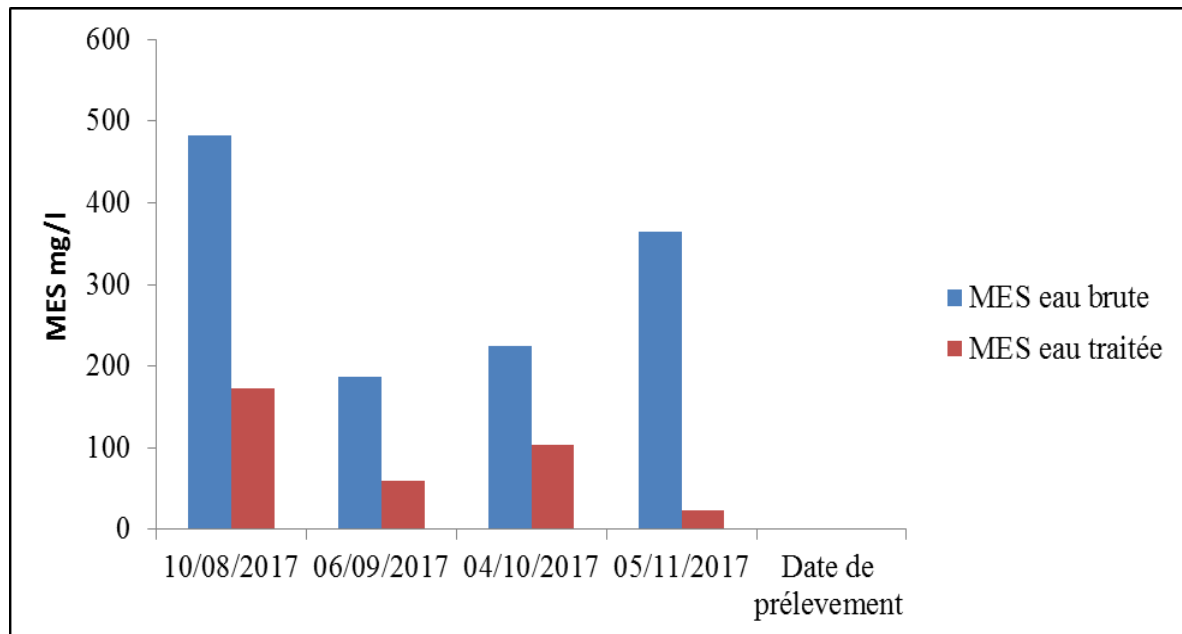
Les valeurs du pH sont compatibles avec les normes de rejets qui varient entre 5.5 et 8.5 (Décret exécutif n° 09-209, JORADP, 2009).

Le pH est neutre mais parfois il devient faiblement alcalin suite probablement à la réception d'effluents à pH basique. Il est rapporté par exemple que les influents des tanneries sont de nature alcaline (Bremond. et Vuichard R. 1973). Le pH est un facteur important parce que le procédé de traitement des eaux usées nécessite d'être réalisé avec un pH spécifique pour être efficace, il doit

permettre la survie des organismes responsables de l'épuration et il conditionne un grand nombre d'équilibres physico-chimiques.

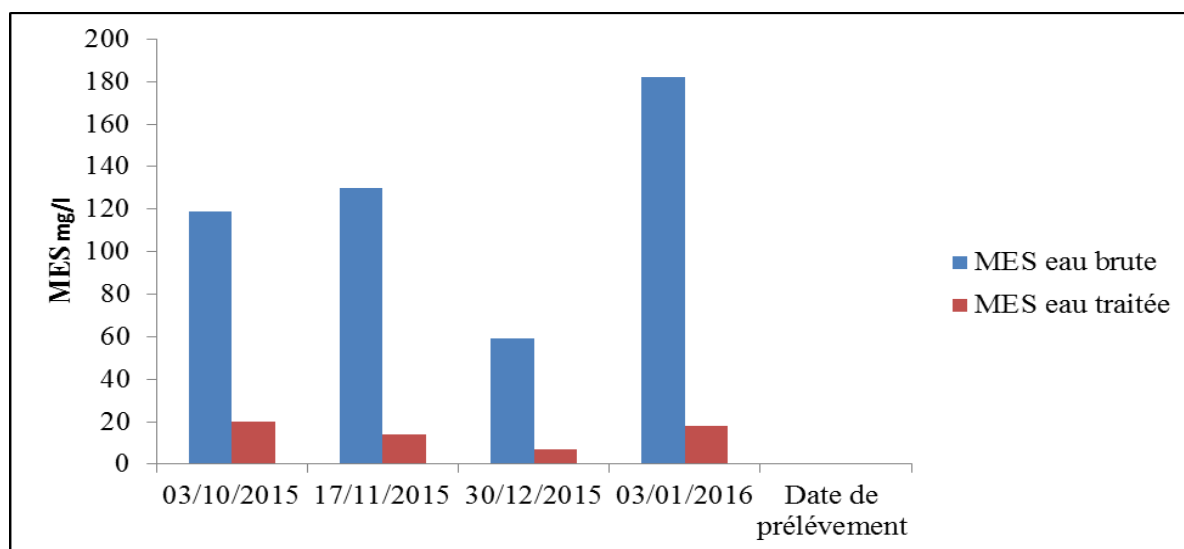
#### 4-3 Matières en suspension (MES)

A l'entrée de la STEP Ferdjioua, les teneurs des MES fluctuent entre 483 mg/l en août et de 187 mg/l en septembre avec une moyenne de 314 mg/l. A la sortie, la teneur des MES varie entre 173 mg/l en août, et de 24 mg/l en novembre avec une moyenne de 90 mg/l (tab 3, fig.26).



**Figure 26 :** Variation des teneurs en MES des eaux brutes et traitées de la STEP Ferdjioua.

Les teneurs des MES enregistrées au sein de la station d'épuration Ibn Ziad varient entre 59 mg/l en octobre et 182 mg/l en décembre à l'entrée. Après épuration, les teneurs fluctuent de 6.8 mg/l en octobre et 20mg/l en janvier à la sortie. Les moyennes des eaux brutes sont 22.57 mg/l, et celles des eaux traitées sont 14.7 mg/l (tab 4, fig. 27).



**Figure 27** : Variation des teneurs en MES au niveau de la STEP Ibn Ziad Constantine.

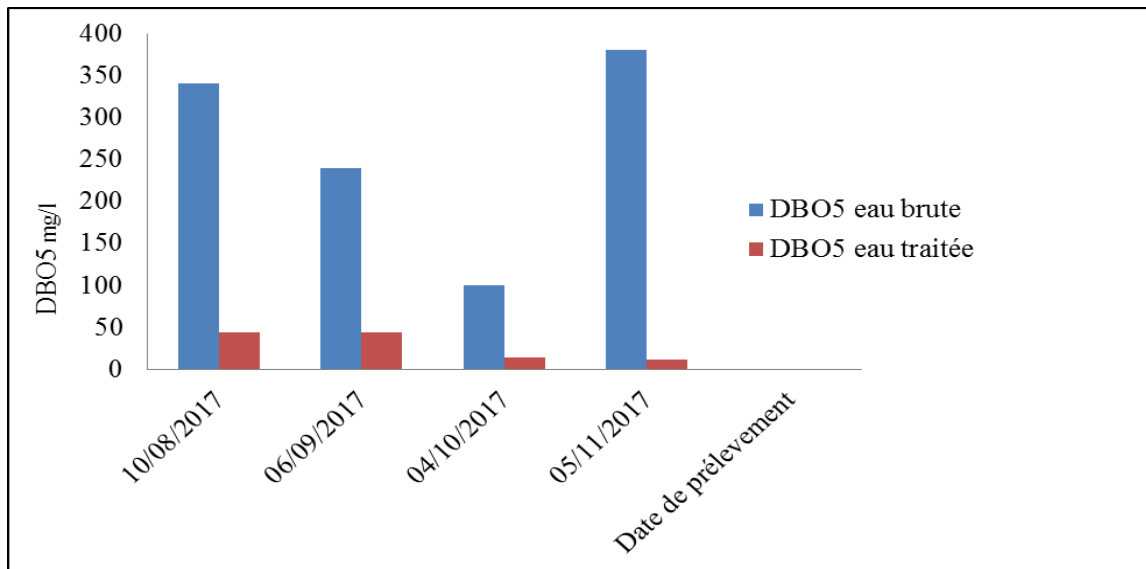
Les résultats obtenus au niveau de l'entrée de la STEP Ferdjioua et Ibn Ziad sont élevés car il s'agit d'eau usée urbaine, et leur diminution à la sortie est due au traitement d'épuration qu'a subie l'eau usée. Cette diminution est très importante car ils ne restent que 6.57 % des MES initiales pour station Ferdjioua, et 9.89 de STEP Ibn Ziad (tab 5), ce qui donne encore une idée sur l'efficacité du traitement, surtout si on considère que les normes des MES pour le rejet des eaux traitées doit être inférieur à 30 mg/l, (Décret exécutif n° 09-209, JORADP, 2009).

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

#### 4-4 La demande biologique en oxygène (DBO<sub>5</sub>)

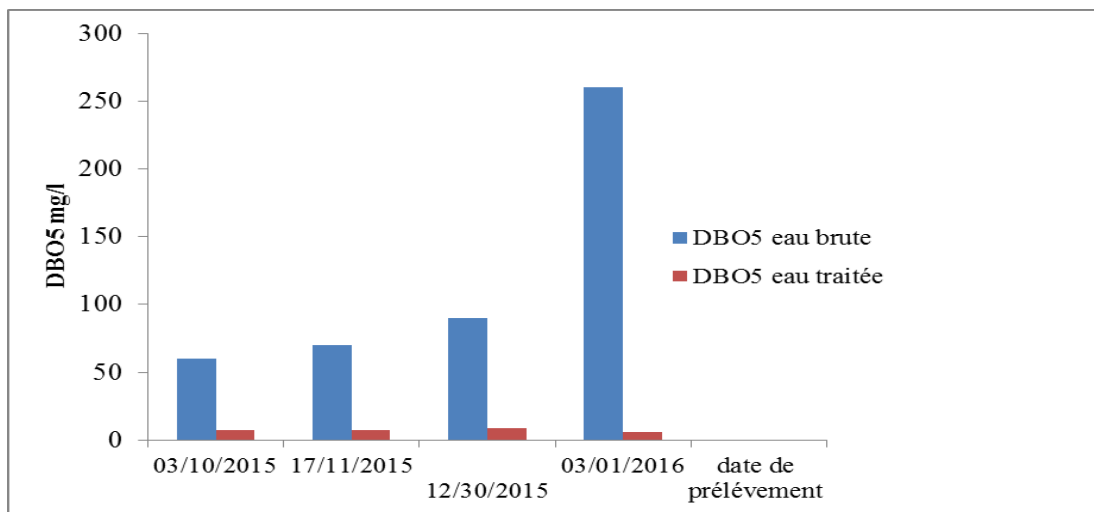
Pour déterminer l'efficacité du traitement et prévoir l'impact des effluents sur les eaux réceptrices, on effectue des tests de DBO<sub>5</sub>, avant et après traitement (Gaujous, 1995). Les teneurs de la DBO<sub>5</sub> enregistrées au sein de la station d'épuration Ferdjioua varient entre 100 mg/l en octobre et 380 mg/l en novembre à l'entrée. Après épuration, les teneurs fluctuent de 44 et 12 mg/l respectivement en septembre et novembre. Les moyennes des eaux brutes sont 265 mg/l, et celles des eaux traités 24 mg/l (tab. 3, fig. 28).





**Figure 28 :** Teneurs de la DBO<sub>5</sub> des eaux brutes et traitées de la STEP Ferdjioua.

Dans la STEP Ibn Ziad Constantine, à l’entrée les teneurs de la DBO<sub>5</sub> indiquent une grande variation importante de 260 mg/l en décembre et 60 mg /l en janvier. A la sortie Les teneurs varient entre 9 mg/l en octobre et 6 mg/l en décembre. Les moyennes des eaux brutes sont 435 mg/l, et celles des eaux traités 7.27 mg/l (tab. 4, fig. 29).



**Fig.29:** Teneurs de la DBO<sub>5</sub> des eaux brutes et traitées de la STEP Ibn Ziad Constantine.

Les teneurs de la DBO<sub>5</sub> dans les deux STEP Ferdjioua et Ibn Ziad Constantine sont inférieures aux normes de rejet dans la nature admises pour les eaux usées : 500 mg /l (Décret exécutif n°09-209, JORADP, 2009).

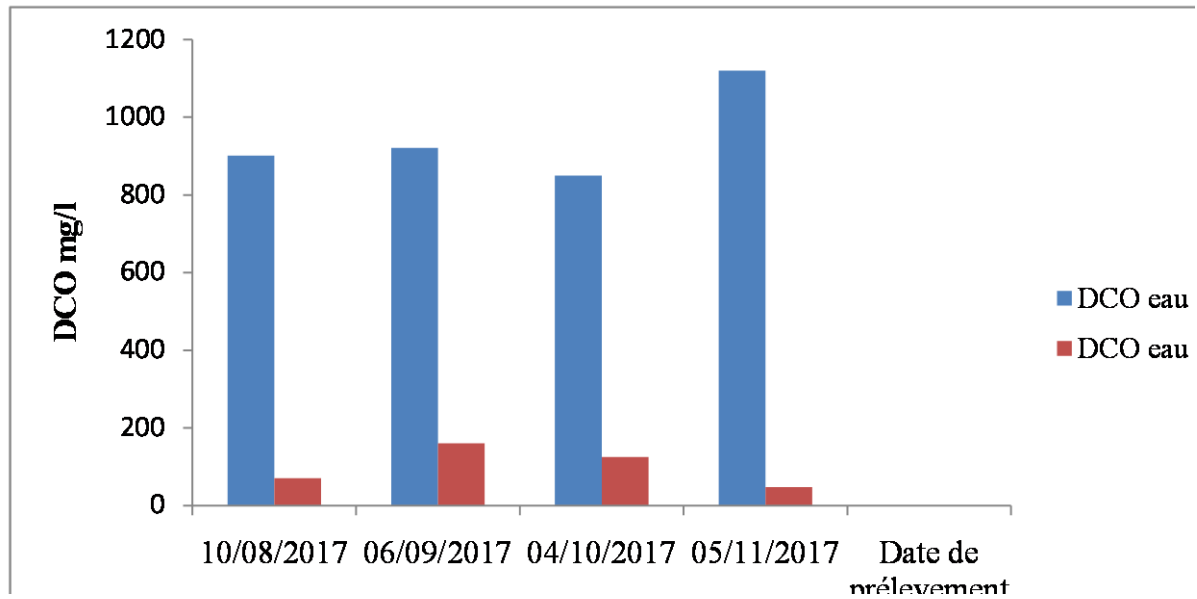
La variation des teneurs de la DBO<sub>5</sub>, peut être expliquée par la nature et l'origine de l'eau usée collectée et acheminée vers la station d'épuration, afin qu'elle soit traitée. La valeur élevée de la DBO<sub>5</sub> au niveau de l'entrée de la station est tout à fait compréhensible, car les eaux usées domestiques sont chargées en matières organiques biodégradables. Le rabattement de pollution enregistrée au niveau de la station d'épuration Ibn Ziad est de 88 à 98%), et dans la STEP Ferdjioua est de 82 à 97% (tab.5), indique que le traitement biologique effectué sur l'eau usée est efficace. La norme exige une DBO<sub>5</sub> inférieure à 10 mg/l selon la fiche technique de la STEP Ibn Ziad-Constantine, SEACO).

Si nous comparons les données en DBO<sub>5</sub> des deux STEP, Ferdjioua et Ibn Ziad, nous remarquons une grande différence car ;

- la station d'épuration Ibn Ziad Constantine est située dans une grande ville, et a 45000 équivalent habitants par contre la station d'épuration Ferdjioua est située dans une commune de la wilaya de Mila, et a 8000 équivalent habitants (tab, 2)
- La DBO<sub>5</sub> indique la quantité de matières organiques présentes dans les eaux usées (Xantholins, 1993). La concentration organique des eaux usées, est l'un des plus importants critères utilisés dans la conception d'une installation de traitement des eaux usées afin de déterminer le degré de traitement nécessaire. La charge organique de l'installation de traitement est la DBO<sub>5</sub> des eaux usées qui y sont amenées.

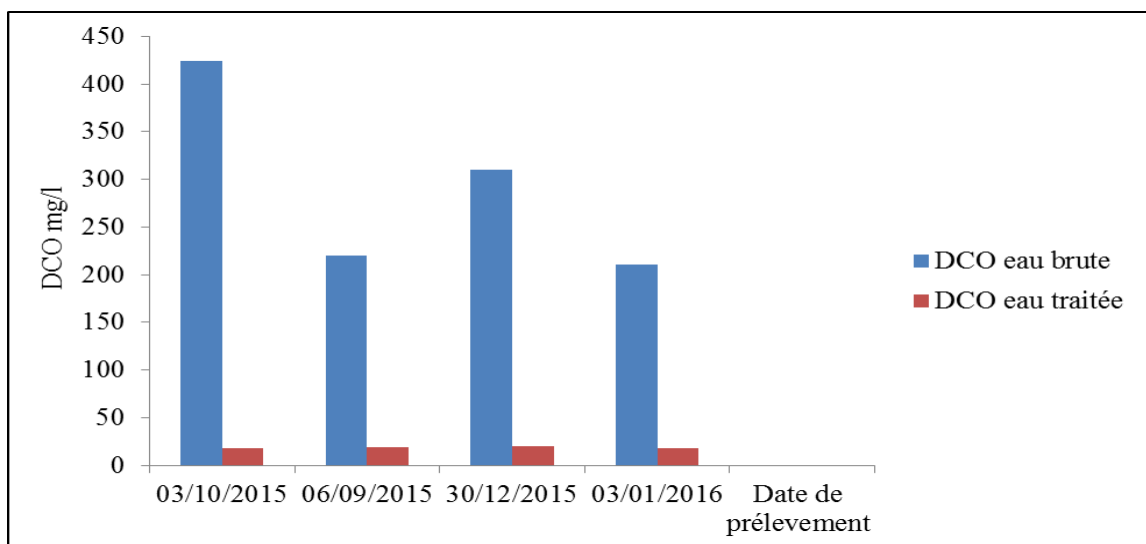
#### **4-5 La demande chimique en oxygène (DCO)**

A l'entrée de la STEP de Ferdjioua, les teneurs de la DCO oscillent entre 850 mg /l en octobre et 1120 mg/l en novembre. A la sortie, les teneurs varient entre 160.68 mg/l en septembre et 48 mg/l en novembre. Les moyennes des eaux brutes sont 948 mg/l, et celles des eaux traités 101.25 mg/l (tab. 3, fig. 30). Le rabattement de la DCO est évalué à 82% en septembre et atteint 96% en novembre.



**Figure 30 :** Variation de la DCO des eaux brutes et traitées de la STEP Ferdjioua.

A l'entrée la STEP Ibn Ziad, les teneurs de la DCO varient entre 424 mg/l en octobre, et 210 en janvier. La moyenne de la DCO des eaux brutes est 291 mg/l, liées à la présence de matières oxydables organiques et minérales qui proviennent des eaux résiduaires et industrielle. Celles des eaux traitées sont 18.8 mg/l. A la sortie, les teneurs de DCO chutent pour atteindre 18 mg/l en janvier et 20 mg/l en décembre (tab. 4, fig. 31).



**Figure 31 :** Teneur de la DCO des eaux brutes et traitées de la STEP Ibn Ziad Constantine.

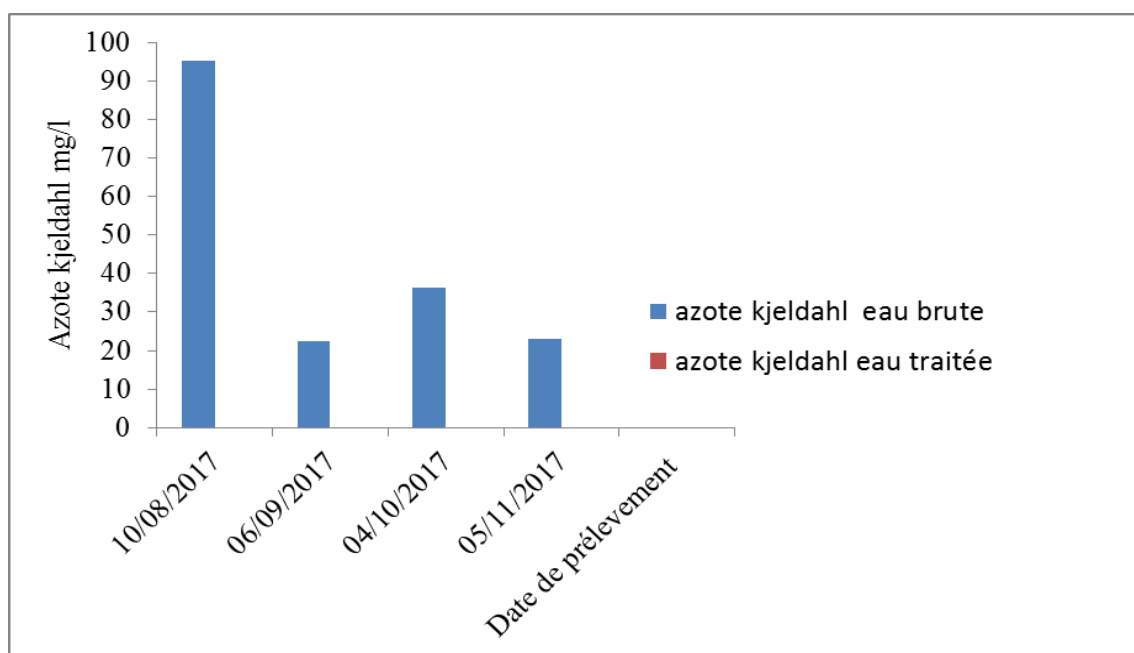
La diminution des teneurs de la DCO pour les deux STEP est très importante car il ne reste que 8.63 % des teneurs initiales de la DCO au niveau de la STEP Ibn Ziad et de 17.43 % au niveau de la STEP Ferdjioua (tab, 5). Elle donne encore une idée sur l'efficacité du traitement. Ces teneurs

sont inférieures aux normes algériennes de rejet des eaux traitées : 120 mg/l O<sub>2</sub> (décret exécutif n°-06-141, JORADP, 2006), ainsi que celle de l’OMS : inférieure à 90 mg /l O<sub>2</sub>.

La DCO correspond à la teneur de l’ensemble des matières organiques oxydables. Elle s’exprime par la quantité d’oxygène fournie par le dichromate de potassium et nécessaire à l’oxydation des substances organiques (protéines, glucides, lipides, etc.) présentes dans les eaux résiduaires. Les différences des résultats obtenus entre les valeurs de la DBO et la DCO constituent une indication de l’importance des matières polluantes peu ou pas biodégradables (Rodier et al, 2009).

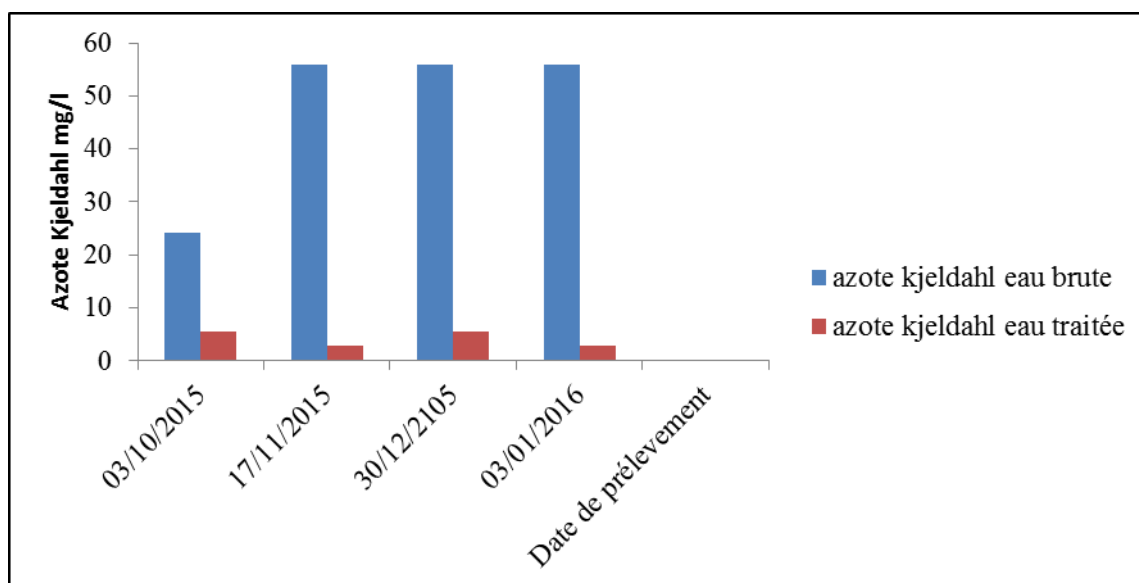
#### 4-6 Azote Kjeldahl (NKJ)

À l’entrée les teneurs de l’azote Kjeldahl enregistrées au sein de la station d’épuration Ferdjioua varient entre 95.5 mg/l en août et 22.4 mg/l en septembre ; la moyenne est 44.24 mg/l pour l’eau brute (tab 3, fig. 32).



**Figure 32:** Teneurs d’azote Kjeldahl au niveau de la STEP Ferdjioua.

A l’entrée de la STEP Ibn Ziad, les teneurs de NKJ varient entre 24.2 mg/l en octobre, et 56mg/l en janvier. Ala sortie les teneurs fluctuent entre 5.6 en octobre et 2.8 mg/l en janvier. Les moyennes des eaux brutes sont 52.55mg/l et celles des eaux traitées sont 4.2 ml /l (tab. 4, fig. 33).



**Figure 33 :** Teneurs d'azote Kjeldahl des eaux brutes et traitées de la STEP Ibn Ziad Constantine.

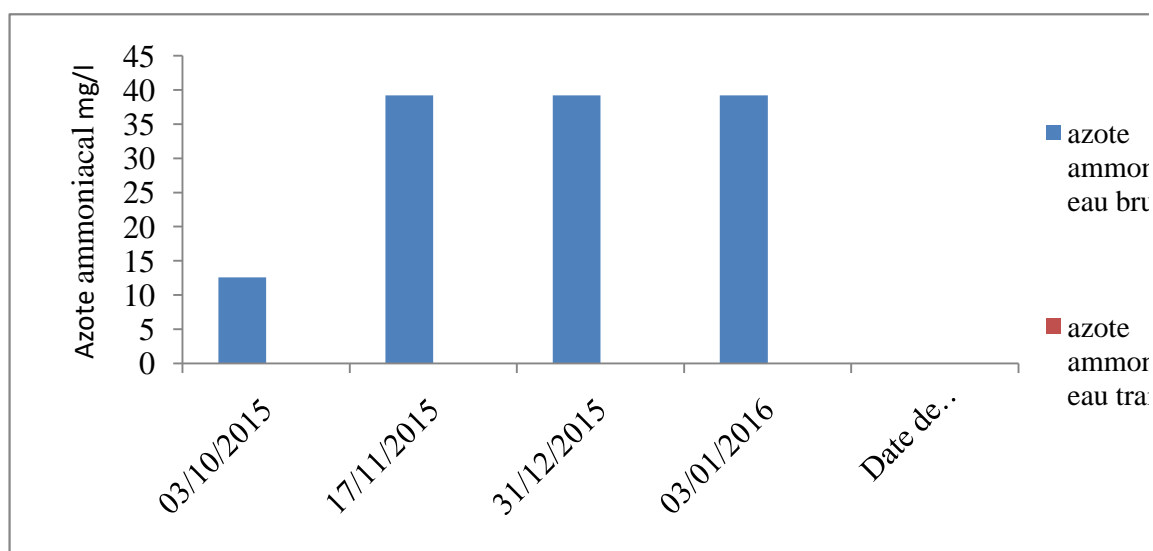
L' NKJ émis par les industries, non seulement chimiques (papier, textile, acier, etc.) mais aussi d'installations agro-alimentaires (usine BIFA-Constantine.), ou par des eaux urbaines d'origine humaine (urée et acides aminés), des rejets des eaux domestiques (eaux de cuisines). Les quantités d'NKJ rejetées sont estimées à travers la notion H-A en NKJ (Rodier et al ,2005).

L'azote organique a subi plusieurs transformations par hydrolyse (minéralisation) sous l'action des bactéries en azote minéral et azote ammoniacal (ammonification). NKJ se sépare des eaux par différents mécanismes physico-chimiques (Deronzier et al, 1995).

#### 4-7 Azote ammoniacal

Nous ne disposons pas de données relatives à l'azote ammoniacal pour la STEP de Ferdjioua, les analyses étant effectuées selon la demande du client.

A l'entrée de la STEP Ibn Ziad Constantine, les teneurs en azote ammoniacal indiquent une variation importante, de 12.6 mg/l en octobre et 39.2 en janvier. Par contre à la sortie les teneurs deviennent inférieures à la limite de détection (LD) de la technique d'analyse (tab 4, fig. 34).

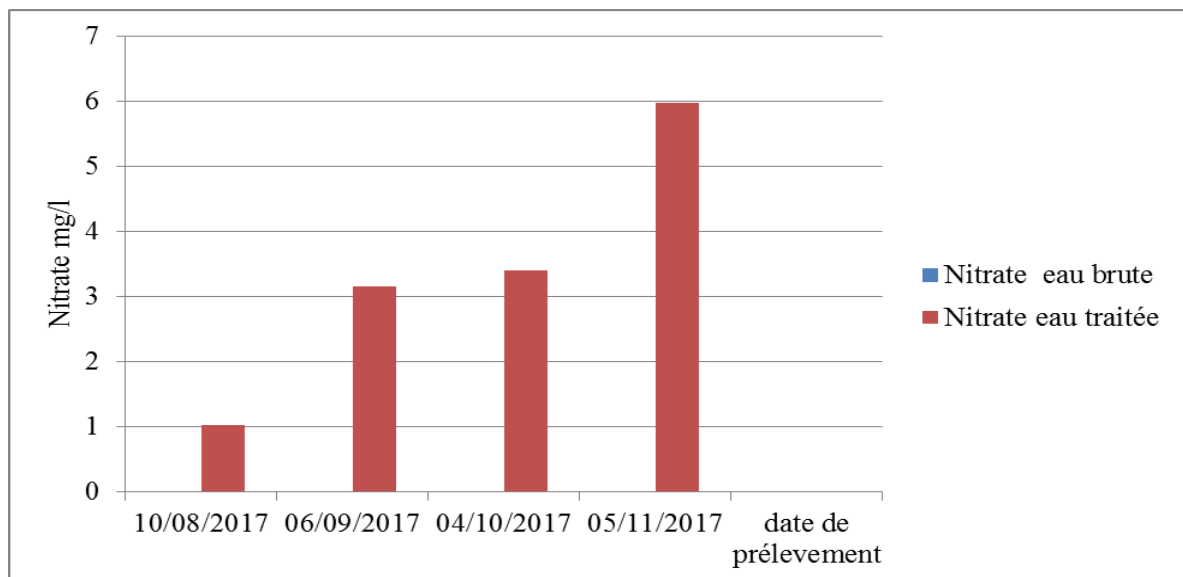


**Figure 34 :** Teneurs en azote ammoniacal des eaux brutes et traitées de la STEP Ibn Ziad Constantine

L'azote ammoniacal peut avoir pour origine la matière organique animale ou humaine, les rejets industriels (engrais, textiles...) (Rodier *et al*, 2009). D'après Nisbet et Verneaux (1970), l'azote ammoniacal rencontré dans les eaux usées, et dont la présence est anormale, traduit habituellement un processus de dégradation incomplète de la matière organique lorsque la teneur en oxygène est insuffisante pour assurer sa transformation. Cela explique les teneurs en  $\text{NH}_4^+$  de l'eau usée avant le traitement.

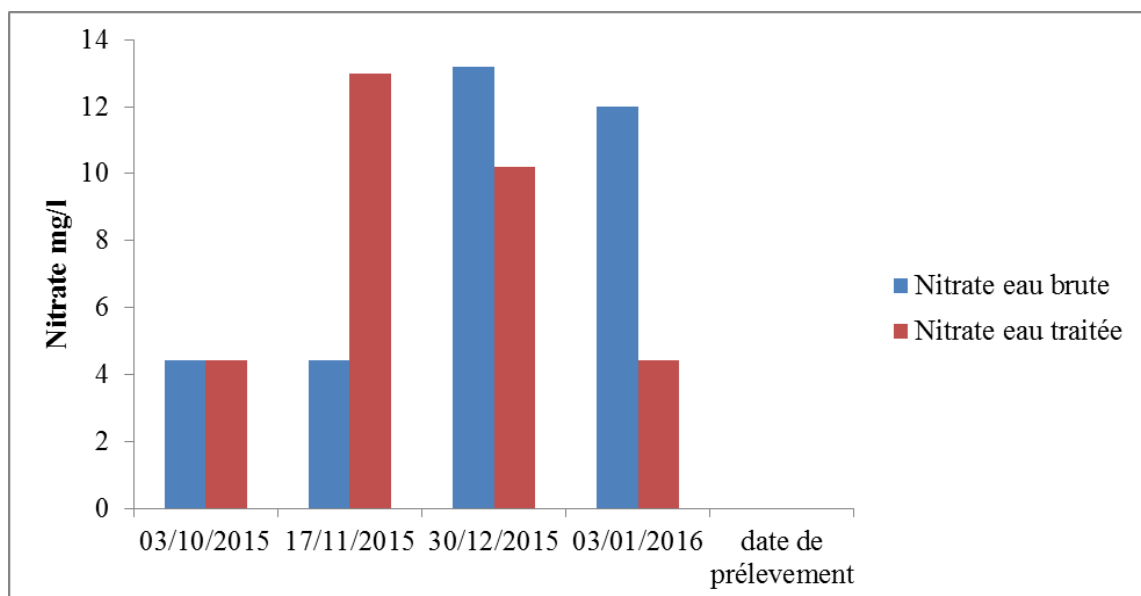
#### 4-8 Nitrates ( $\text{NO}_3$ )

De même, la teneur en nitrate n'a pas été demandée par le client qui n'a porté un intérêt qu'à la teneur des eaux traitées. De ce fait, à la sortie de la STEP Ferdjioua, les  $\text{NO}_3$  fluctuent entre 1.033 mg/l en août et de 5.97 en novembre. La moyenne est 3.39 mg/l (tab 3, fig. 35).



**Figure 35 :** Teneurs en nitrates des eaux de la STEP Ferdjioua.

A l'entrée de la STEP Ibn Ziad, les teneurs des  $\text{NO}_3$  révèlent 13.2 mg/l en octobre et de 4.43 mg/l en janvier. La moyenne est 8.51mg/l (tab 4, fig.36). A la sortie, les  $\text{NO}_3$  varient entre 13 mg/l en novembre et 4.43 mg/l en janvier avec une moyenne de 8.01 mg/l.



**Figure 36:** Teneurs en nitrates des eaux de la STEP Ibn Ziad Constantine

L'émission des  $\text{NO}_3$  par les industries va augmenter l'apport des nitrates, et par conséquent leur concentration dans les eaux usées. Les  $\text{NO}_3$  sont très présents dans les épisodes pluvieux en réseau unitaire où des eaux parasites riches en  $\text{NO}_3$  s'infiltrent dans le réseau.

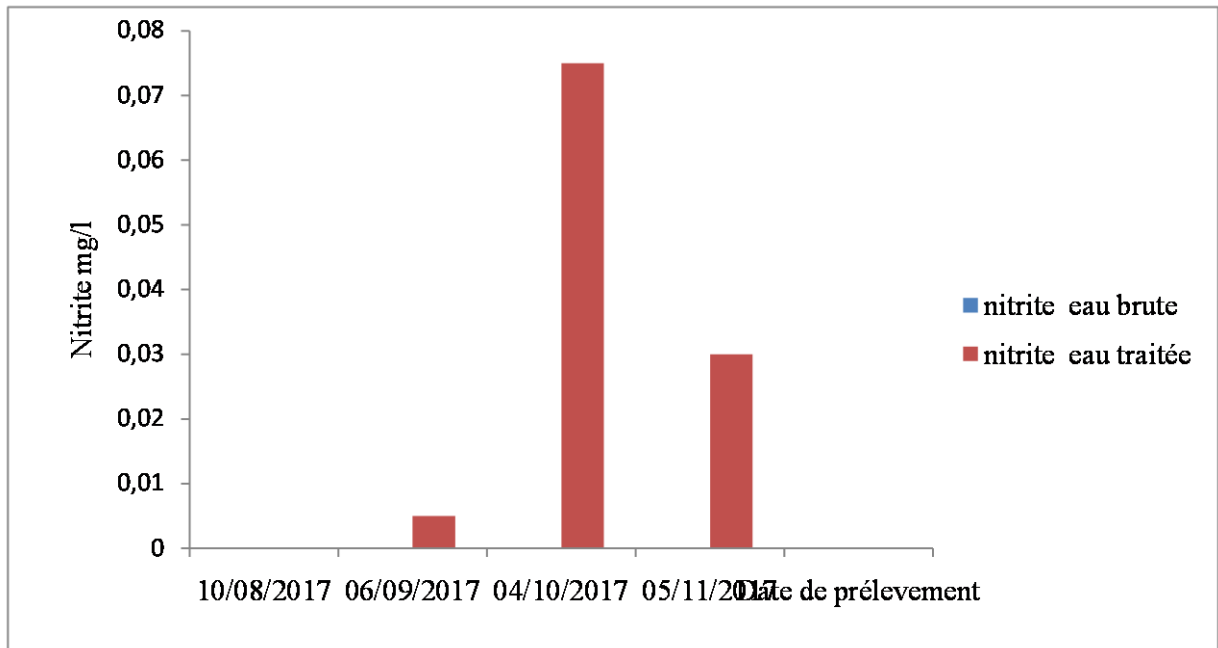
L'augmentation des  $\text{NO}_3$  dans l'eau (cas du prélèvement de novembre) résulterait de la transformation des  $\text{NH}_4^+$  en  $\text{NO}_3$  (nitrification) par l'action des bactéries autotrophes et en présence d' $\text{O}_2$  dissous. La haute présence des  $\text{NH}_4^+$  va booster la croissance multipliée de ces bactéries responsables de cette transformation. La présence d'une température idéale et d'un pH neutre, va permettre la préservation de l' $\text{O}_2$  dissous indispensable à la vie des bactéries et leur activité continue pour pouvoir transformer les  $\text{NH}_4^+$  en  $\text{NO}_3$  dans le milieu. Un pH acide ou basique peut ralentir ce phénomène. Les concentrations excessives en  $\text{NH}_4^+$  sont inhibitrices de la formation des nitrates, de même que l'absence des conditions favorables à la nitrification comme la température, le pH, l' $\text{O}_2$  dissous, l'absence des périodes pluvieuses, la réduction des émissions industrielles (Deronzier et al, 2001).

La diminution des  $\text{NO}_3$  indique peut-être l'efficacité du traitement de cette STEP. La diminution des  $\text{NO}_3$  est due et à leur transformation en azote gazeux ( $\text{N}_2$ ) qui va se libérer dans l'atmosphère, en présence de bactéries hétérotrophes, et en absence totale d' $\text{O}_2$  dissous (dénitrification) en zone d'anoxie. La présence de la température idéale, la charge de substrat nécessaire, et le pH neutre permettent cette transformation. Le changement du pH, en passant du neutre à un pH acide ou basique peut aboutir à des transformations incomplètes des nitrates en azote gazeux. Les modifications dans la température ou dans la concentration des  $\text{NO}_3$  dans le milieu peuvent stopper complètement ce processus (Deronzier et al, 2001).

#### 4-9 Nitrites ( $\text{NO}_2$ )

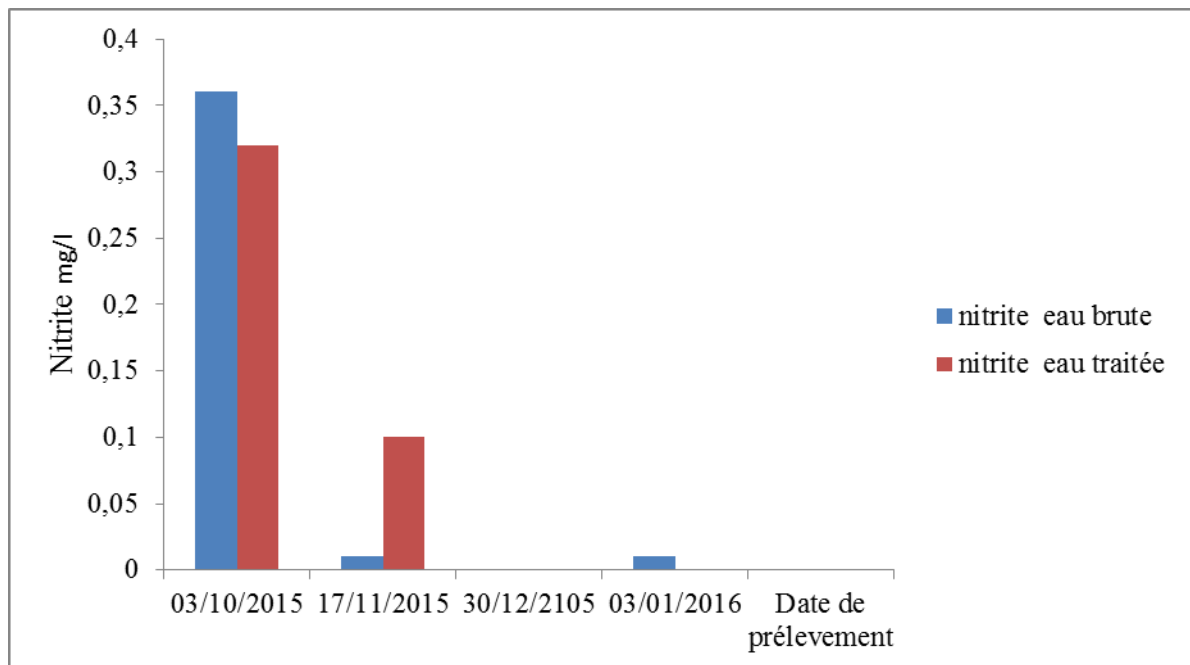
À La sortie, les teneurs des  $\text{NO}_2$  enregistrées au sein de la station d'épuration Ferdjioua varient entre 0.075 mg/l en octobre et < LD mg/l en aout .la moyenne est 0.027 mg/l pour l'eau traitée (tab 3, fig. 37).





**Figure 37 :** Teneurs en nitrites des eaux traitées de la STEP Ferdjioua.

À l’entrée de la STEP Ibn Ziad, les teneurs des NO<sub>2</sub> varient entre 0.36 mg/l en octobre, et < LD en décembre. A la sortie les teneurs fluctuent entre 0.32 mg/l en octobre et < LD en janvier. Les moyennes des eaux brutes sont 3.17 mg/l et celles des eaux traitées sont 0.10 mg /l (tab 4, fig. 38).



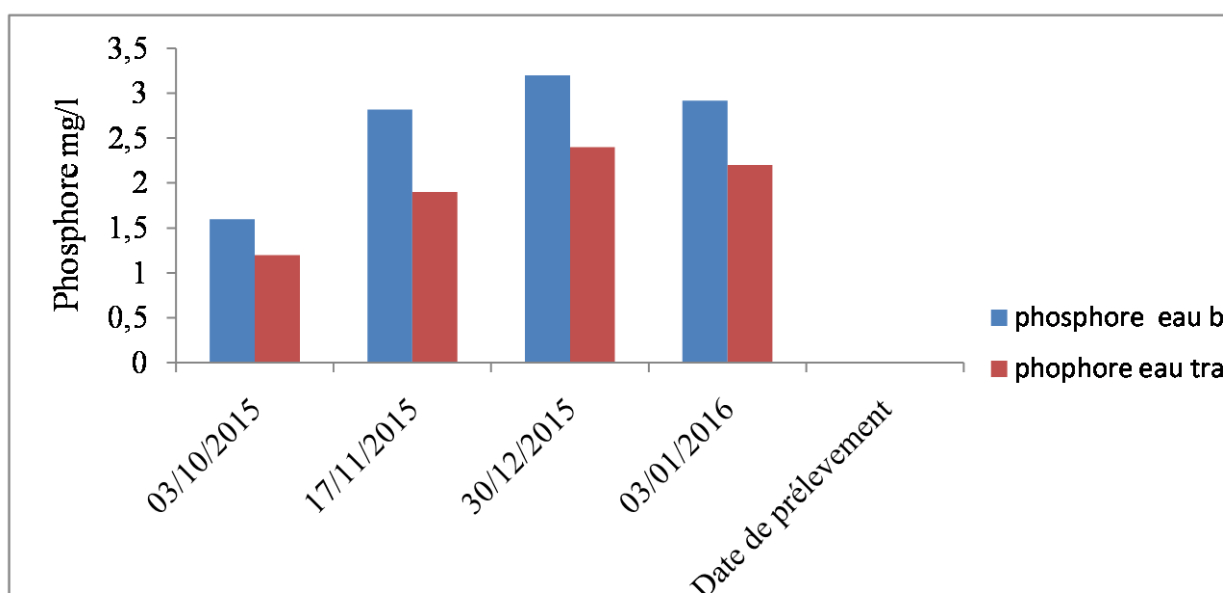
**Figure 38 :** Teneurs en nitrites des eaux brutes et traitées de la STEP Ibn Ziad.

Les résultats des deux STEP montrent que les teneurs des nitrites ne dépassent pas les normes de rejet dans la nature admises pour les eaux usées soit 0.1 mg /l (Décret exécutif n°09-209, JORADP, 2009).

Les nitrites, dans l'eau usée de la STEP Ibn Ziad sont légèrement présents ou absents, comparés aux nitrates qui sont présents. Les  $\text{NO}_2$  sont toujours en quantité très faible étant donné leur forme instable et intermédiaire du passage de l'ion ammonium vers les nitrates par oxydation.  $\text{NO}_3$  est la forme ultime très stable. En novembre (Beachler, 2012), la teneur en nitrites à la sortie excède celle de l'entrée tout comme la teneur en nitrates.

#### 4-10 Phosphore

A l'entrée de la STEP Ibn Ziad Constantine, les teneurs du phosphore fluctuent entre 1.6 et 3.2 mg/l respectivement en octobre et décembre avec la moyenne de 2.54 mg/l. A la sortie les teneurs sont 1.2 mg/l et 2.4 pour les mêmes mois avec la moyenne de 1.92 mg/l (tab 4, fig. 39).



**Figure 39:** Teneurs en phosphore total des eaux brutes et traitées de la STEP Ibn Ziad Constantine.

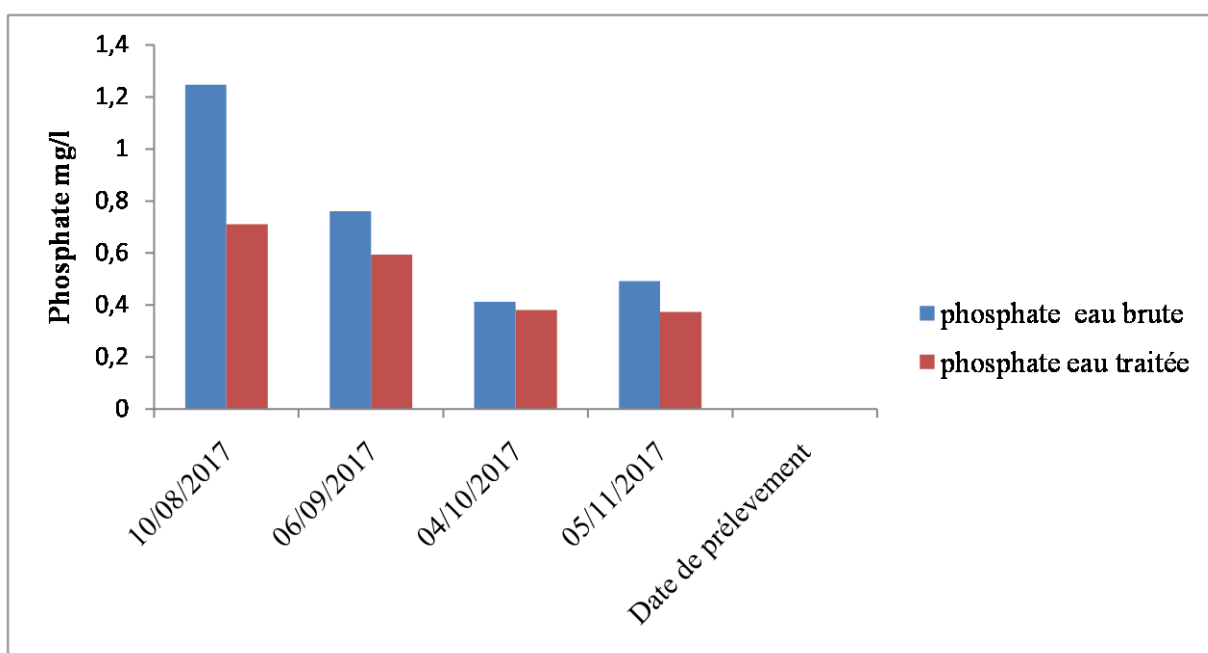
les teneurs en phosphore obtenues sont inférieures aux normes de rejet dans la nature admises pour les eaux usées : 10 mg /l (Décret exécutif n°06 -141, JORADP, 2006).

La présence du phosphore dans les eaux usées provient, pour l'essentiel, des rejets métaboliques (déjections humaines), détergents, eau de vaisselle, produits de lavage dits industriels utilisés dans les restaurants, laveries, industries agro-alimentaires ..., et rejets agricoles. Sa diminution, après épuration, se définit par l'assimilation du phosphore par la biomasse pour ses besoins métaboliques

minimaux, d'autre part par la suraccumulation du phosphore par des bactéries déphosphatantes au-delà de leurs besoins métaboliques (déphosphatation). Le phosphore dissous peut être piégé sous forme particulaire (Deronzier et Choubert, 2004).

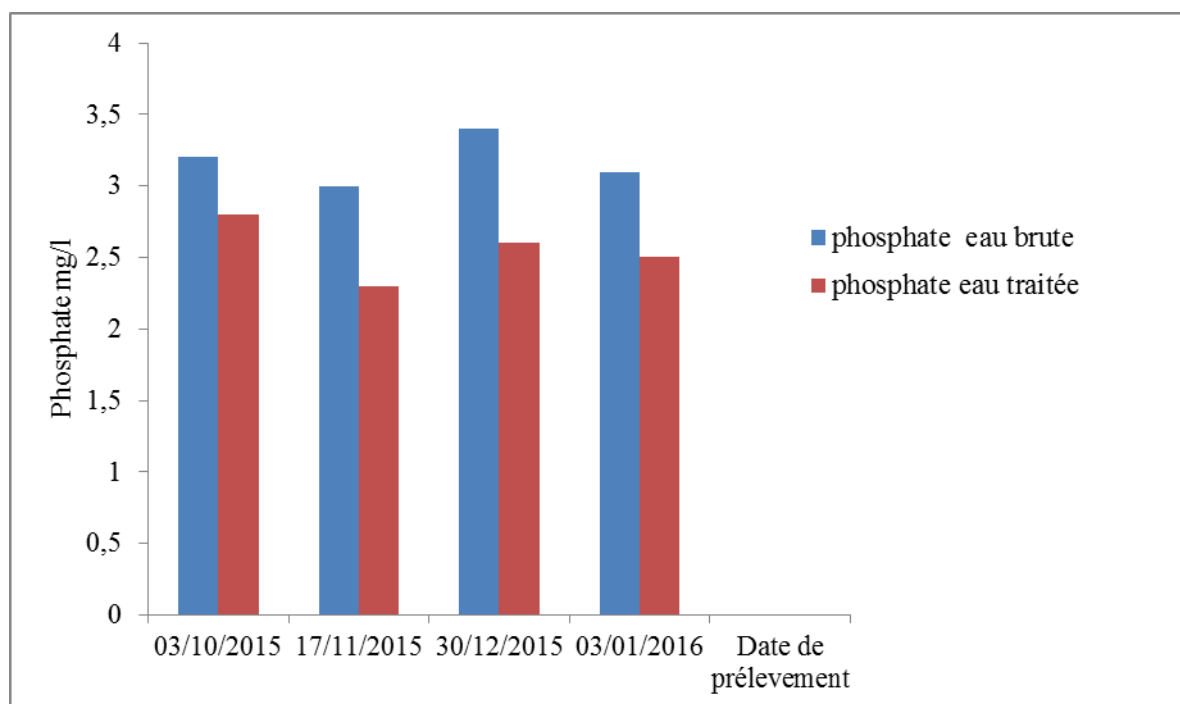
#### 4-11 Phosphates

A l'entrée de la STEP Ferdjioua, les teneurs des phosphates fluctuent entre 1.25 mg/l en août et de 0.41 mg/l en octobre, la moyenne 2.54 est mg/l. A la sortie, la teneur des phosphates varie entre 0.71 mg/l en août, et 0.37 mg/l en novembre avec une moyenne de 0.51 mg/l (tab 3, fig. 40).



**Figure 40 :** Teneurs des phosphates des eaux brutes et traitées de la STEP Ferdjioua.

Les teneurs des phosphates déterminées à l'entrée de la station d'épuration Ibn Ziad varient entre 3 mg/l en novembre et 3.4 mg/l en décembre à l'entrée. Après épuration, les teneurs fluctuent de 2.3 mg/l en novembre et 2.6 mg/l en décembre à la sortie. Les moyennes des eaux brutes sont 3.17 mg/l, et celles des eaux traitées sont 2.55 mg/l (tab 4, fig. 41).



**Figure 41** : Teneurs des phosphates des eaux brutes et traitées de la STEP Ibn Ziad Constantine.

Les teneurs en phosphate de la STEP Ferdjioua obtenues sont inférieures aux normes algériennes : 2 mg /l (Décret exécutif n°06 -141, JORADP, 2006) par contre les teneurs en phosphore de STEP Ibn Ziad sont variables ; parfois elles sont supérieures et parfois elles sont inférieures à celles-ci.

La minéralisation qui se fait est indispensable à la détermination des phosphates à l'arrivée des eaux brutes (Deronzier et Choubert, 2004). Cela peut s'expliquer aussi par la localisation de la STEP de Ibn Ziad, par son positionnement important aux voisinages d'une importante zone urbaine (Constantine), domestiques et industrielles qui rejettent leurs eaux abondamment dans cette STEP.

A la sortie des deux STEP des deux communes, il ya une diminution des taux des phosphates. Cela revient au même traitement effectué pour le phosphore (déphosphatation) ou par minéralisation

# Conclusion

L'objectif de cette étude a visé le suivi de la qualité physico-chimique des eaux usées brutes et épurées et l'importance de l'épuration de ces types d'eau. Il s'agit d'une pratique qui a des effets sur l'environnement et ses composants. L'eau subit diverses pollutions et dégradation d'où la nécessité de son traitement et contrôle afin de produire un effluent qui respecte les normes dans un milieu récepteur. Et si cette eau reste polluée, elle risque de contaminer les eaux souterraines et superficielles, et apparition des maladies à transmission hydrique.

Durant cette étude, nous avons choisi comme zone d'étude la STEP Ibn Ziad qui se situe à Constantine, cette ville qui connaît une importante croissance démographique. Cette croissance rapide est accompagnée par une augmentation des quantités des eaux rejetées. Et la STEP de Ferdjioua, qui est une petite commune avec un nombre d'habitat moins important que celui de Constantine.

Selon les résultats d'analyses effectués dans le laboratoire Catalyse.Lab nous remarquons une différence entre les teneurs des eaux traitées et celles des eaux brutes. Les valeurs de chaque paramètre nous permettent de connaître le danger éliminé dans ces eaux.

Dans la STEP de Ferdjioua, les MES ont un rabattement de pollution de 93%, celui de la DBO<sub>5</sub> est de 97%, de la DCO est de 96%. Dans la STEP de Ibn Ziad, les MES ont un rabattement de pollution de 90%, celui de la DBO<sub>5</sub> est de 90%, de la DCO est 96 %. En comparant ces rabattements aux normes algériennes de rejets dans la nature admises pour les eaux usées, on conclue que les deux STEP ont un bon traitement.

Les teneurs du pH et de la température de la STEP de Ferdjioua sont convenables aux normes algériennes.

Pour les teneurs des nitrates, nitrites, l'azote ammoniacal, l'azote Kjeldahl, des deux STEP traduisent une efficacité du traitement.

Les teneurs des phosphates sont variables dans la STEP Ibn Ziad, des fois ils sont supérieurs et parfois sont inférieurs aux normes algériennes. Contrairement à la STEP de Ferdjioua qui sont compatibles à ces normes.

On conclue que les résultats des analyses pour les deux STEP sont conformes aux normes algériennes. Par contre il ya une légère différence entre les deux STEP, cette petite différence permet de révéler que la STEP de Ferdjioua effectue une épuration des eaux usées plus efficace que celle de Ibn Ziad.

# **Références bibliographiques**

## Références bibliographiques

Bechac J.P. et Boutill P., (1997). Traitement des eaux usées. Ed. Eyrolles, 2eme édition, 281p.

Bremond R. et Vuichard R., 1973. Paramètres de la qualité des eaux. Documentation Française, Paris, France, 178 p.

Cahier n°2 de l'agence du bassin hydrographique « Constantinois –Seybouse – Mellegue », 2001

Desjardins, Raymond., 1997. Traitement des eaux usées.

Duronzier, G., Schétrite, S., Racault, Y., Canler, J.P., Liénard, A., Héduit, A., Duchène, P., (2001) ; Traitement de l'azote dans les stations d'épuration biologiques des petites collectivités ; CEMAGREF, Antony, 79p.

Duronzier, G. et Choubert, J.M., 2004. Traitement du phosphore dans les petites stations d'épuration à boues activées, CEMAGREF, Antony, 24p.

Gaujous D. (1995). La pollution des milieux aquatiques. Ed. Techniques et documentation. Lavoisier, Paris, 220p.

JORADP, (2006). Journal officiel de la république algérienne n°26. Décret Exécutif n° 06-141 du 20 Rabie El Aouel 1427 correspondant au 19 avril 2006 définissant les valeurs limites des rejets d'effluents liquides industriels.

JORADP, (2007). Journal officiel de la république algérienne n°35. Décret Exécutif n° 07-149 du 3 Joumada El Oula 1428 correspondant au 20 mai 2007 fixant les modalités de concession d'utilisation des eaux usées épurées des fins d'irrigation ainsi que le cahier des charges-type y afférent.

JORADP. (2008). Journal officiel de la république algérienne n°8. Décret Exécutif n° 08-53 du 2 Safar 1429 correspondant au 9 février 2008 portant approbation du cahier des charges-type pour la gestion par concession du service public d'assainissement et du règlement de service y afférent.

JORADP. (2009). Journal officiel de la république algérienne n°36. Décret Exécutif n° 09-209 du 17 Joumada Ethania 1430 correspondant au 11 juin 2009 fixant les modalités d'octroi de l'autorisation de déversement des eaux usées autres que domestiques dans un réseau public d'assainissement ou dans une station d'épuration.



JORADP, (2012). Journal officiel de la république algérienne n°41. Arrêté Interministériel du 8 Safar 1433 correspondant au 2 janvier 2012 fixant la liste des cultures pouvant être irriguées avec des eaux usées épurées.

Laurent Baechler, 2012, Cairn info numéro 365, l'Europe en formation. 3p.

Nibest, M. et Verneaux, J., (1970). Composants chimiques des eaux courantes. Annales de Limnologie, N°6, 161-190.

Norme française. NE N-1189 janvier 1997. Dosage du phosphore et phosphate.

Norme française. NF EN 25663 janvier 1994. Dosage de l'azote Kjeldahl.

Norme française. NF-EN872 juin 2005. Dosage des matières en suspension.

Norme européenne (française). NFT90-017 février 2001. Détermination du Ph. Catalyse. Lab.

Rej sek, F., 2002. Analyses des eaux, les aspects réglementaires et techniques. Edition Scérén CRDP AQUITAINE. Bordeaux.165-239 p.

Rodier J., Bazin C., Bourtin J.P., Chambon P., Champsaur H., Rodi L. (2005). Analyse de l'eau : Eaux naturelles, Eaux résiduaires, Eau de mer. Ed. Dunod Bordas, Paris, 8 ème édition, 1383p.

Rodier J., Bazin C., Bourtin J.P., Chambon P., Champsaur H., Rodi L. (2009). Analyse de l'eau : Eaux naturelles, Eaux résiduaires, Eau de mer. Ed. Dunod Bordas, Paris, 9 ème édition, 1526p.

SEACO (société de l'eau et de l'assainissement Constantine). Fiche technique de la STEP Ibn Ziad. 2018

Xantholins D. (1993). Valorisation agronomique des eaux usées et des industries agroalimentaires. Tribune de l'eau N° 563-3. Ed. CEBEDOC 32-27p.

<http://ona-dz.org>

<https://www.algerie-focus.com/2017/07/ressources-eau-lalgerie-comptera-140-bararges-2030>

<http://maribia.wordpress.com>

[www.plastechplus.ca/nouvelle/l-importance-de-l-eau-souterraine-32.aspx](http://www.plastechplus.ca/nouvelle/l-importance-de-l-eau-souterraine-32.aspx)

[www.pierred'eau-vive/procede-de-bio-dynamisation-de-l-eau-pierre-d-eau-vive.ws](http://www.pierred'eau-vive/procede-de-bio-dynamisation-de-l-eau-pierre-d-eau-vive.ws)

# **Les Annexes**

## Détermination des matières en suspension MES

### -Mode opératoire

#### -Préparation des filtres

Nous avons ramené deux papiers filtres un pour l'eau brute et l'autre pour l'eau traité. On a Pesé les deux papiers vides

- ❖ Le papier pour « eau traité » pèse : 0.7415g
- ❖ Le papier pour « eau brute » pèse : 0.7516g



#### -Filtration des échantillons

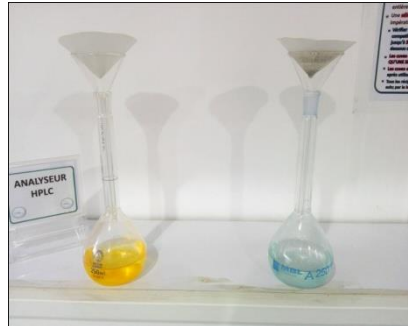
Placer le filtre sur le support de filtration et placer l'entonnoir du dispositif de filtration fixé dessus. Dans deux fioles de 100ml, placer l'entonnoir puis le dispositif de filtration (papier filtre) par-dessus.

Filtrer 100ml de chaque échantillon, ensuite rincer l'éprouvette graduée avec de l'eau distillée et laver le filtre avec cette eau.

Rincer les parois internes de l'entonnoir avec de l'eau distillée.

Placer le filtre sur le support de filtration et placer l'entonnoir du dispositif de filtration fixé dessus.

La filtration s'effectue généralement en moins d'une minute. Cependant, des eaux riches en MES peuvent colmater le filtre et empêcher la filtration de se réaliser. Si l'on constate que le filtre est bouché, il convient de répéter le dosage avec de plus petits volumes d'échantillon.



Libérer le dispositif sous vide lorsque le filtre est pratiquement sec, retirer avec précaution le filtre de l'entonnoir à l'aide de pince à extrémités plates.

Placer le filtre sur le support de séchage constitué d'un matériau de surface approprié pour supporter les filtres dans l'étuve et les laisser sécher à l'air libre 2 à 3 jours.

## Détermination de la Demande biochimique en oxygène pendant 5 jours : DBO<sub>5</sub>

-Dilution :

- Dans les trois bouteilles du DBO mètre nous avons mis 164ml de notre échantillon (eau usée industrielle, 2 entrées « dafa1 et dafa2 » et 1 sortie « dafa3 ») + 5 gouttes d'inhibiteur et nous avons mis un barreau magnétique pour l'agitation et 4 à 5 pastilles d'une base forte, NaOH dans le petit bouchon de la bouteille pour absorber le CO<sub>2</sub> émis.



- On ferme bien la bouteille et on appui sur les deux boutons en même temps pour allumer.
- Mettre dans le frigo à 20°C
- Lecture: après 5jrs.

## Détermination de la Demande chimique en oxygène : DCO

### -Mode opératoire

Nous allons présenter les différentes manipulations des paramètres cités précédemment effectuées dans le laboratoire Catalyse selon les différentes normes.

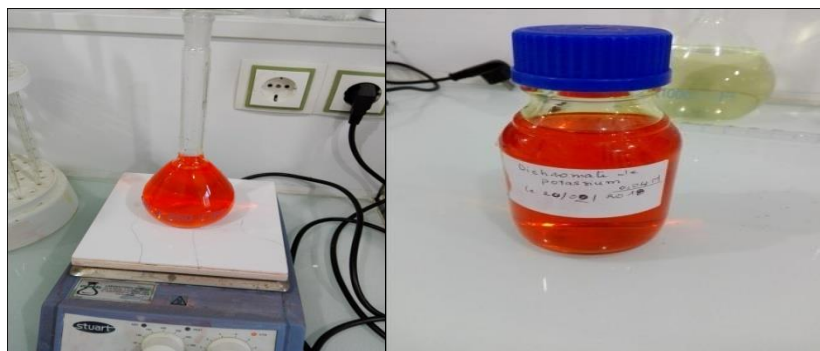
### -Préparation des réactifs

- Dichromate de potassium ( $K_2Cr_2O_7$ ) qui est un oxydant puissant :



Nous avons mesuré 80g de poudre de dichromate de potassium dans une boîte de pétri puis on l'a mise dans l'étuve à 105dgr pendant 2heurs.

- Après séchage nous avons mi la boîte de pétri dans un appareil qui contient le gel de silice pour absorber l'humidité.
- Nous avons mélangé le dichromate de potassium avec le sel Mohr.



### -Préparation de l'essai (échantillon)

Avant le prélèvement de la prise d'essai, l'échantillon doit être soigneusement homogénéisé par agitation du flacon.

Dans les matras de la DCO :

-Ajouter quelques granules régulateurs d'ébullition et homogénéiser.

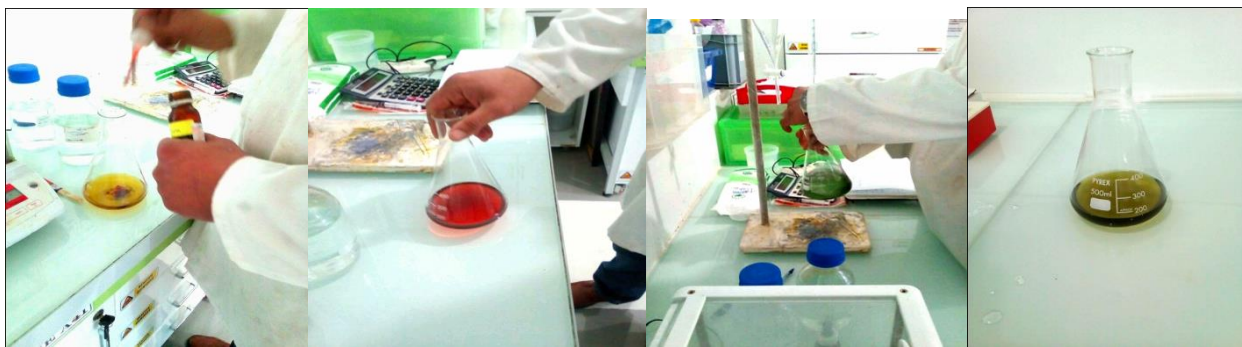
- Ajouter lentement et avec précaution 15mL d'acide sulfurique ( $H_2SO_4$ )<sup>2</sup> -sulfate d'argent en agitant soigneusement le tube et en le refroidissant sous un courant d'eau froide ou dans un bain de glace de façon à éviter toute perte de substances organiques volatiles.
- Mettre le réfrigérant et porter à ébullition 2heures dans le minéralisateur de Kjeldahl.
- Laisser refroidir et laver la paroi interne du réfrigérant à l'eau distillée en recueillant les eaux de lavage dans les matras.
- Sortir le réfrigérant, compléter à environ 75ml avec de l'eau distillée et laisser refroidir à température ambiante.
- Titrer l'excès de  $K_2Cr_2O_7$  par la solution de sel de Mohr en présence de 1 à 2 gouttes de l'indicateur de la ferroïne, nous avons obtenu une couleur verte qui ressemble à celle de l'huile d'olive.



#### **-Etalonnage de la solution de sel de Mohr à environ 0,12 mol/L**

La solution de sel de Mohr s'oxyde facilement, d'où la nécessité de la titrer quotidiennement

- Prélever 5ml de solution de  $K_2Cr_2O_7$  à 0,040 mol/L et diluer à 100ml avec  $H_2SO_4$  à 4mol/L
- Titrer avec la solution de sel de Mohr en présence de 2 à 3 gouttes de ferroïne (o-phénanthroline ferreuse), indicateur redox. Sa forme oxydée est de couleur bleu-vert en présence de l'oxydant (dichromate K) et la première goutte de sel de Mohr en excès entraîne un changement de coloration de la ferroïne qui devient rouge brique (forme réduite).



## Azote Kjeldahl

### -Mode opératoire

#### -Préparation des réactifs

Hydroxyde de sodium (NAOH) à 500 g/L ;

Dissoudre 20 g de pastilles d'hydroxyde de sodium dans 400 ml d'eau.

Refroidir à température ambiante et compléter à 500 ml dans une éprouvette graduée.

Acide Chlorhydrique (HCL) à 0,02 mol / l ;

Cette solution peut être préparée avec HCL concentré puis titrer par dosage acide-base.

Solution d'indicateur à l'acide borique ;

Dissoudre 1g d'acide borique dans de l'eau chaude et amener à température ambiante

Ajouter 10ml de solution de rouge de méthyle et 2 ml de solution de bleu de méthylène et diluer à 500 ml dans une éprouvette.

Mélange catalyseur :

Mélanger 20 g de sulfate de potassium et 0,2 g de sélénium en pastilles.

### -Minéralisation

Dans une fiole de Kjeldahl, nous avons introduit :

La prise d'essai : 50 ml d'eau brute et 50ml d'eau traitée.

10 ml d'acides sulfurique concentré ( $H_2SO_4$ ) à l'éprouvette graduée.

5 g du mélange catalyseur.

4 à 5 granules régulateurs d'ébullition.



Placer la fiole dans une rampe de minéralisation et faire bouillir rapidement le contenu du ballon, sous une hotte d'aspiration.

Le volume du contenu décroît au cours de l'ébullition jusqu'à apparition de fumées blanches.

Après disparition des fumées, nous avons observé régulièrement le minéralisateur Kjeldahl et, lorsqu'il s'éclaircit pour devenir incolore, nous avons poursuivi le chauffage pendant 60 minutes.

Après la minéralisation, nous avons laissé la fiole refroidir à température ambiante.

Nous avons Prélevé 5 ml de solution d'acide borique contenant l'indicateur et nous les avons introduits dans le flacon récepteur du distillateur Kjeldahl, en s'assurant que l'extrémité du réfrigérant trempe dans cette solution.

Nous avons ajouté 50 ml d'eau dans un ballon à distillé qui contient le contenu de la fiole de minéralisation et quelques granules régulateurs d'ébullition. Avec une éprouvette graduée, nous avons ajouté 50 ml d'hydroxyde de sodium et connecté aussitôt à l'appareil de distillation.

#### **-Distillation**

Nous Chauffons le ballon à distiller jusqu'à ce qu'un volume de 200 ml ait été recueilli.

#### **-Dosage par l'acide Chlorhydrique**

Titrer le distillateur Kjeldahl avec de la solution d'acide Chlorhydrique à 0,02 mol/l jusqu'au virage au rouge.

#### **-Essai à blanc**

Réaliser un essai à blanc en remplaçant la prise d'essai de l'échantillon par 250 ml d'eau distillée, noter le volume d'HCL à 0,02 mol/l versé.

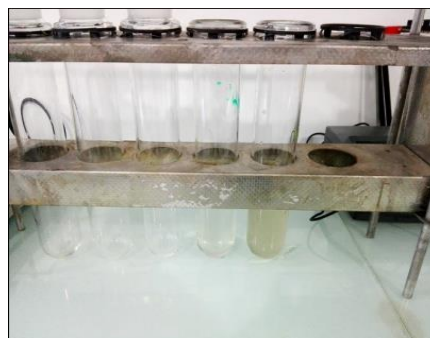
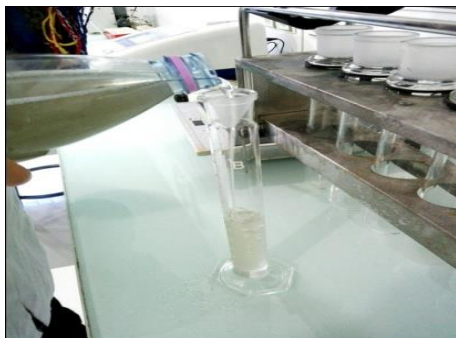


## Azote ammoniacal

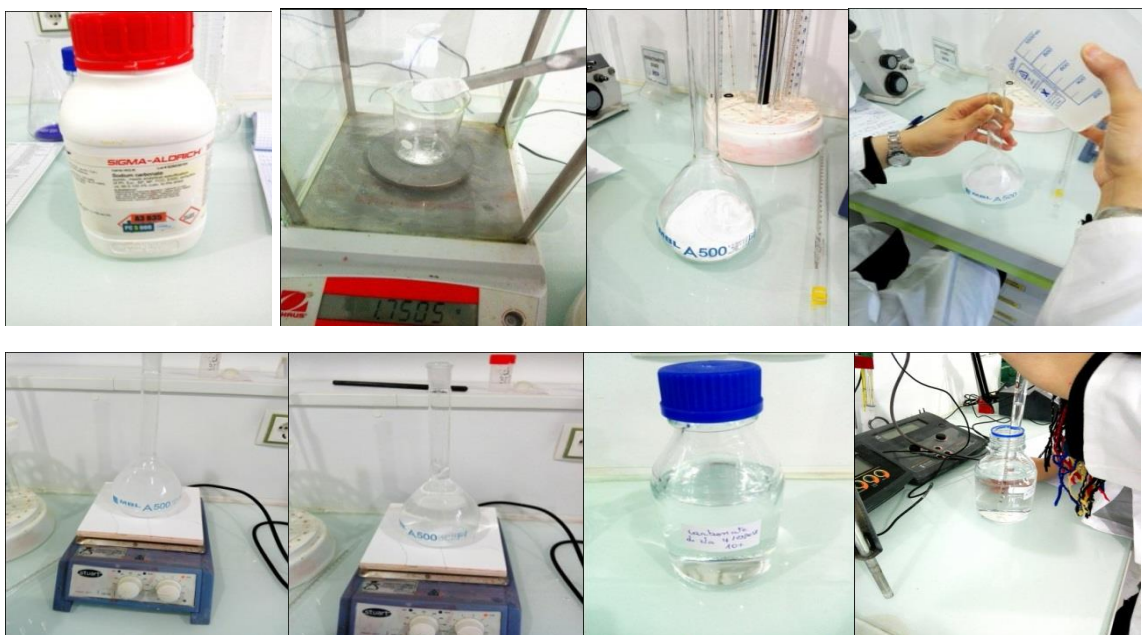
### -Mode opératoire

#### -Prise d'essai

Nous avons Prélevé 50ml de chaque échantillon à analyser (eau brute, eau traitée) et 20ml d'eau distillée et nous les avons introduits dans trois tubes à distillation.



Par la suite, nous avons ajouté 20ml de carbonat de sodium pour rendre le milieu basique (alcalinisation)



Admettre la vapeur durant 20 minute et en recueillant le distillat dans un flacon contient 5ml d'acide borique 4% et l'injecateur de couleur mauve.



Obtention d'une couleur verte des-que la premiere goutte désend.



## Dosage des nitrates

### -Mode opératoire

Nous avons mis dans trois béchers :

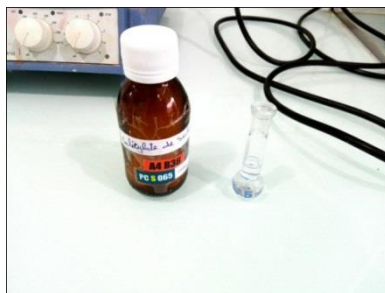
Dans le bécher numéro 01 : 10ml d'eau distillé.

Dans le bécher numéro 02 : 10 ml d'eau brute.

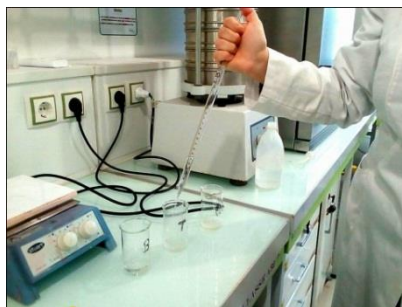
Dans le bécher numéro 03 : 10ml d'eau traitée.



Nous avons préparé 5ml de Salicylate de sodium avec de l'eau distillée.



On ajoute à nos trois béchers ; 1% de Salicylate de sodium et eau distillée.



Nous avons mis ensuite les échantillons et de l'eau distillée dans l'étuve pour une évaporation à sec. Puis après évaporation à sec on remarque apparition d'une couleur blanche dans les parois des trois béchers, nous avons laissé refroidir les trois béchers à l'air libre.



Nous avons mis 2ml d'acide sulfurique avec 15 ml d'eau distillée et on ajoute dans les 3 béchers pour obtenir la couleur jaune vif dans les deux béchers des deux échantillons et une couleur jaune pâle dans le bécher qui contenait de l'eau distillée et on mesure leur absorbance par spectrophotomètre.



## Dosage des nitrites

### -Mode opératoire

Dans 2 bécher :

1<sup>er</sup> bécher : 25ml de l'eau distillé.

2<sup>ème</sup> bécher : 25ml de l'échantillon à analyser

Ajouter un réactif 1ml d'ANED+1% d'acide sulfurique.



Remarque : la concentration de nitrite est élevée dans l'échantillon par rapport dans l'eau distillé.

La couleur qui précise la présence de nitrite c'est la couleur rose.

## Phosphate

### -Mode opératoire

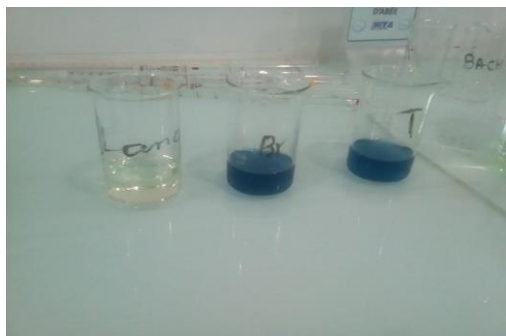
Dans 3 béchers :

1<sup>er</sup> bécher : 25ml de l'eau distillé (essai à blanc).

2<sup>ème</sup> bécher : 25ml de l'eau brute

3<sup>ème</sup> bécher : 25ml de l'eau traitée

Ajouter acide ascorbique 10 ml (vivre pendant 24 heures) +1 ml de réactif de phosphore moly date acide.



La couleur bleu c'est la présence de du phosphate dans l'eau traité et brute

## Phosphore

### -Mode opératoire

### -Minéralisation

Introduire à l'aide d'une pipette dans trois tubes différents ; 10ml d'eau brute, 10ml d'eau traitée, et 10 ml d'eau distillée.

Ensuite, nous avons ajouté 10 ml d'acide sulfurique dans chaque tube.

Faire chauffer les tubes au distillateur Kjeldahl à 20 minutes, laisser refroidir, réchauffer pendant 15 minutes et dans cette étape là que nous ajoutons 2 ml d'acide nitrique et nous continuons à faire chauffer les tubes au distillateur jusqu'à apparition des fumées rouges.



Laisser refroidir et continuer à traiter avec l'acide nitrique jusqu'à l'obtention d'une solution limpide et incolore.

Refroidir et ajouter 5 ml d'eau distillée, en agitant, chauffer jusqu'à apparition de fumées blanches.



Ajouter encore une fois de 5 ml l'eau distillée, puis une solution de NaOH à 8mol/l.

## **Abstract**

This work shows the importance of the waste water treatment on the quality of the environment generally. Our work was realized on two zone of study, the STEP of Ibn Ziad of the city of Constantine which has a number of equivalent very high housing environments and the STEP of Ferdjioua of the municipality of Mila who is a small municipality with a number of equivalent housing environments lower than that of the city of Constantine.

To reach this goal, a periodic follow-up was made in the laboratory Catalyse. Lab for four months, from October till January for the station(resort) Ibn Ziad, and from August till November for the station(resort) of Ferdjioua, to check(control) and watch parameters of water pollution before and after the treatment(processing) (temperature, pH, MES, DBO5, DCO, NKJ, NH<sub>4</sub> +, NO<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>, phosphor, phosphate) and to determine And to determine the efficiency of each of the STEP, we notice a difference between the contents of handled waters and those of the raw(gross) waters. The values of every parameter allow us to know the danger eliminated in these waters. The results (profits) of analyses for both STEP are in accordance with the Algerian standards. On the other hand he (it) ya a light difference between both STEP, what characterizes that the STEP of Ferdjioua is the most effective.



## ملخص

يوضح هذا العمل أهمية معالجة مياه الصرف الصحي على جودة البيئة بشكل عام. تم تنفيذ عمالنا في منطقتين، وهما محطة تصفية المياه القدرة ابن زياد تتواجد في مدينة قسنطينة والتي تضم عددًا كبيرًا جدًا من السكان و محطة فرجيوة التابعة لبلدية ميله وهي بلدية صغيرة بها عدد صغير من السكان أقل من مدينة قسنطينة.

ولتحقيق هذا الهدف ، أجريت متابعه دوريه في المخبر لمدته أربعة أشهر ، من أكتوبر إلى جانفي بالنسبة لمحطة ابن زياد ، ومن اوت ال نوفمبر بالنسبة لمحطه فرجيوة ، من أجل مراقبه ورصد تلوث المياه قبل وبعد العلاج (درجة الحرارة ،الفسفور ، الفوسفات

و تحديد كفاءة كل محطة . (  $NO_2$  ،  $NO_3$  ،  $NH_4^+$  ،NKJ ،DCO ،DBO5 ،pH، MES )

نلاحظ فرق بين مستويات المياه المعالجة والمياه القدرة. ان مختلف قيم التحاليل الكيميائية و الفيزيائية تسمح لنا بمعرفة الخطر الذي تم القضاء عليه في هذه المياه. وتتفق نتائج التحاليل المتعلقة بالمنطقتين مع المعايير الجزائرية. ومن ناحية اخرى هناك فرق طفيف بين المنطقتين ، من خلال هذا الفرق استنتجنا بان محطة فرجيوة لتصفية المياه القدرة هي الاكثر فعالية .

# Evaluation de la qualité physico-chimique des eaux brutes et traitées des STEP Ibn Ziad (Constantine) et Ferdjioua(Mila)

Mémoire de fin de cycle pour l'obtention du diplôme de Master en Pollution des Écosystèmes et Écotoxicologie.

Ce travail montre l'importance du traitement des eaux usées sur la qualité de l'environnement en général. Notre travail a été réalisé sur deux zone d'étude, la STEP de Ibn Ziad de la ville de Constantine qui a un nombre d'équivalent habitat très élevé et la STEP de Ferdjioua de la commune de Mila qui est une petite commune avec un nombre d'équivalent habitat inférieur à celui de la ville de Constantine.

Pour atteindre cet objectif, un suivi périodique a été effectué au laboratoire Catalyse.Lab durant quatre mois, d'octobre à janvier pour la station Ibn Ziad, et de aout à novembre pour la station de Ferdjioua, afin de contrôler et surveiller des paramètres de pollution des eaux avant et après le traitement (température, pH, MES, DBO<sub>5</sub>, DCO, NKJ, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, NO<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>, phosphore, phosphate) et déterminer l'efficacité de chacune des STEP, nous remarquons une différence entre les teneurs des eaux traitées et celles des eaux brutes. Les valeurs de chaque paramètre nous permettent de connaitre le danger éliminé dans ces eaux. Les résultats des analyses pour les deux STEP sont conformes aux normes algériennes. Par contre il ya une légère différence entre les deux STEP, ce qui caractérise que la STEP de Ferdjioua est la plus efficace.

**Mots clés :** Qualité, physico-chimie, eau brute, eau traitée, STEP, efficacité

**Laboratoire de recherche :** Catalyse.lab

Jury d'évaluation :

**Président du jury :** *Dr Bazri Kemel Eddine (MCA-UFM Constantine).*  
**Rapporteur :** *(AFRI-MEHANNAOUI Fatima Zohra (MCA-UFM Constantine).*  
**Examineur :** *TOUATI Laid (MCA-UFM Constantine).*

**Date de soutenance :** 27/06/2018