

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou

Faculté des sciences biologiques et des sciences agronomiques

Département des sciences biologiques



Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de master en Ecologie et environnement

Option : Biodiversité et Environnement

Thème

**Evaluation de l'efficacité du traitement des eaux
usées domestiques de la STEP d'Azeffoun
(wilaya de Tizi Ouzou) par le biais des analyses
physico-chimiques**

Présenté par :

M^{elle} SEBAI SARAH

M^{elle} YACEF ATHINA

Devant le jury composé de :

Présidente : Mme LANDRI G.

M. A. A à l'UMMTO

Promotrice : Mme SADOUDI-ALI AHMED D.

Professeur à l'UMMTO

Examinatrice : M^{elle} ALI AHMED S.

M. C. B à l'UMMTO

Année Universitaire 2021-2022

REMERCIEMENTS

Nous commençons par remercier Dieu de nous avoir donné la force et la bonne santé, la patience, la volonté et le courage pour pouvoir finir ce modeste travail ;

Nous remercions notre promotrice SADOUDI-ALI AHMED D ; Professeur au département d'Ecologie à l'UMMTO, pour nous avoir guidés et consacré son temps pour nous orienter ;

Nos vifs remerciements à Mme LANDRI G ; M.A.A au département d'Ecologie à l'UMMTO, pour avoir accepté de présider le jury de notre modeste projet de fin de cycle ;

On tient à remercier Mlle ALI AHMED S ; M.C.B au département d'Ecologie, à l'UMMTO pour avoir accepté d'examiner notre travail ;

Un grand merci à l'ensemble du personnel de l'ONA, celui de la STEP d'Azeffoun, Mr AMALA chef de la STEP, Mr SAADI T, Mme ADI K et Melle TAKHERROUBT S. analystes du laboratoire, pour leur accueil, leur aide et leur conseils durant toute la période de réalisation de notre travail ;

Enfin, nous tenons à remercier toute personne qui a contribué de près ou de loin pour que ce jour arrive.



Dédicaces

J'ai le grand plaisir de dédier ce modeste travail :

A mes très chers Parents, pour leurs sacrifices et leur soutien moral.

A mes chers Grand-mère, Grand-père, mes sœurs Fatma, Yasmin, Karima et Hanan et à mon unique frère Lyes.

A ma copine Fahima et ma chère binôme Athina.

A mes amis et à tous les étudiants de la promotion Biodiversité et Environnement (2021/2022).

S.SARAH



Dédicaces

Je dédie ce modeste travail :

A mes chers parents, pour leurs sacrifices et leur soutien moral et matériel dont ils ont fait preuve pour que je réussisse tout le long de ma vie et mes études.

A mes frères Hamza, Marouan et ma sœur unique Rimasse.

A ma copine et ma chère binôme Sarah.

A toute la promotion de Biodiversité et Environnement (2021/2022).

Y.ATHINA

Liste des abréviations

STEP : Station d'Épuration des eaux usées.

MES : Matières en suspension

MVS : Matières volatiles en suspension

MMS : Matières minérales en suspension

DBO : Demande biochimique en oxygène

DCO : Demande chimique en Oxygène

CE : Conductivité électrique

NTK : Azote total kjeldahl

NOrg : Azote organique

CIEAU : Centre d'information sur l'eau

MO : Matières organiques

OMS : Organisation mondiale de la santé

ONA : office national d'assainissement

EH : Equivalent habitant

SR : Station de relevage

MS : Matières sèches

BA : Bassin d'aération

T : Température

K : Coefficient de Biodégradabilité

Liste des figures

Figure 1 : Etapes de traitement des eaux usées.....	10
Figure 2 : Situation géographique de la zone d'étude.....	15
Figure 3 : Vue aérienne de la STEP Azeffoun.....	17
Figure 4 : Diagramme du fonctionnement de la STEP d'Azeffoun	18
Figure 5 : Station de relevage N°1.....	19
Figure 6 : Station de relevage N°2.....	19
Figure 7 : Déversoir d'orage	19
Figure 8 : Poste de relevage.....	20
Figure 9 : Dégraisseur fin	21
Figure 10 : Dessableur-déshuileur	22
Figure 11 : Classificateur à sable	22
Figure 12 : Bassin de répartition.....	23
Figure 13 : Bassin d'aération	23
Figure 14 : Dégazeur.....	24
Figure 15 : Classificateur	24
Figure 16 : Poste toutes eaux	25
Figure 17 : Désinfection	26
Figure 18 : Canal venturi	26
Figure 19 : Epaisseur Hers.....	26
Figure 20 : Lit de séchage (Avant (gauche) et après (droite) séchages)	27
Figure 21 : Eau brute	28
Figure 22 : Eau épurée	28
Figure 23 : DBO mètre	30
Figure 24 : Eau d'entrée.....	32
Figure 25 : Eau de sortie	32
Figure 26 : Eau d'entrée.....	33
Figure 27 : Eau de sortie	33
Figure 28 : Eau d'entrée.....	34
Figure 29 : Eau de sortie	34
Figure 30 : Eau d'entré	35

Figure 31 : Eau de sortie	35
Figure 32 : A : Filtration ; B : Séchage ; C : Refroidissement	36
Figure 33 : A : Avant décantation de boue ; B : Après décantation de boue.....	37
Figure 34 : A : Echantillon de boue ; B : Etuve à 105°C ; C : Four à 550°C ; D : Dessiccateur	38
Figure 35 : A : Boue humide ; B : Boue séchée	39
Figure 36 : Température quotidienne moyenne de l'eau brute et de l'eau épurée de la STEP d'Azeffoun	40
Figure 37 : Valeurs quotidienne du pH de l'eau brute et de l'eau épurée de la STEP d'Azeffoun	41
Figure 38 : Valeurs quotidiennes de la conductivité de l'eau brute et de l'eau épurée de la STEP d'Azeffoun.....	42
Figure 39 : Concentration hebdomadaire des MES (mg/l) de l'eau brute et de l'eau épurée de la STEP d'Azeffoun.....	43
Figure 40 : Concentration en DCO (mg d'O ₂ /l) de l'eau brute et de l'eau épurée de la STEP d'Azeffoun	44
Figure 41 : Concentration en DBO ₅ (mg d'O ₂ /l) de l'eau brute et de l'eau épurée de la STEP d'Azeffoun	45
Figure 42 : Teneurs en NH ₄ ⁺ (mg/l) de l'eau brute et de l'eau épurée de la STEP d'Azeffoun	46
Figure 43 : Teneurs en NO ₂ ⁻ (mg/l) de l'eau brute et de l'eau épurée de la STEP d'Azeffoun	47
Figure 44 : Teneur en NO ₃ ⁻ (mg/l) de l'eau brute et de l'eau épurée de la STEP d'Azeffoun	48
Figure 45 : Teneurs en PO ₄ ³⁻ (mg/l) de l'eau brute et de l'eau épurée de la STEP d'Azeffoun	49
Figure 46 : Les rendements épuratoire des paramètres MES, DBO ₅ , DCO	50
Figure 47 : NEMATODE 100 X.....	53
Figure 48 : ASPIDISCA.100X.....	53
Figure 49 : EPISTYLIS.100X	53

Liste des tableaux

Tableau 1: Différents types de pollution.....	4
Tableau 2: Les valeurs de biodégradabilité d'un effluent.....	6
Tableau 3: Minéralisation de l'eau en fonction de la conductivité.....	7
Tableau 4: Les normes algériennes de rejet des eaux usées.....	9
Tableau 5 : Procédés d'épuration des eaux usées.....	11
Tableau 6 : Fiche technique de la STEP Azeffoun (partie extension)	17
Tableau 7 : Caractéristiques de poste de relevage	20
Tableau 8: Caractéristiques de dégrilleur	20
Tableau 9 : Caractéristiques de dessableur- déshuileur	21
Tableau 10 : Caractéristiques de bassin de répartition.....	22
Tableau 11 : Caractéristiques de bassin d'aération	23
Tableau 12 : Caractéristiques de dégazage	24
Tableau 13 : Caractéristiques de clarificateur.....	24
Tableau 14 : Caractéristiques de bassin de désinfection	25
Tableau 15 : Caractéristiques de l'Epaississeur.....	26
Tableau 16 : Matériels et réactifs utilisés au niveau de laboratoire	28
Tableau 17 : Résultats des analyses de boue.....	51

Liste des annexes

Tableau 1 : Effets des virus des eaux usées.	
Tableau 2 : Les bactéries pathogènes dans les eaux usées.	
Tableau 3 : Normes de rejets internationaux (OMS).	
Tableau 4 : Résultats des analyses physico-chimiques du stage pratique effectué à la STEP d'Azeffoun du 06/03/2022 au 10/03/2022.	
Tableau 5 : Résultats de la analyse statistique (Test student).	

Introduction générale	1
------------------------------------	---

Chapitre I : Synthèse bibliographique

1. Généralités sur les eaux usées	3
1.1. Définition des eaux usées	3
1.2. Origine des eaux usées.....	3
1.2.1. Eaux usées domestiques	3
1.2.2. Eaux usées industrielles	3
1.2.3. Eaux usées agricoles	3
1.2.4. Eaux usées de ruissellement	3
1.3. Pollution des eaux usées	4
1.3.1. Définition	4
1.3.2. Différents types de pollution	4
1.3.3. Paramètres de pollution.....	4
1.3.3.1. Paramètres physiques	5
a) Température	5
b) Odeur	5
c) Couleur	5
d) Matières en suspension (MES)	5
e) Turbidité	5
1.3.3.2. Paramètres chimiques.....	6
a. Potentiel d'hydrogène (pH)	6
b. Oxygène dissous (O ₂)	6
c. Demande biologique en oxygène (DBO ₅)	6
d. Demande chimique en oxygène (DCO)	6
e. Conductivité électrique (CE)	7
1.3.3.3. Nutriments.....	7
a) Composés azotés	7
b) Composés phosphorés	7
c) Micro-éléments.....	8
1.3.3.4. Paramètres biologiques	8
a. Virus.....	8
b. Bactéries	8
c. Protozoaires	8
d. Helminthes	8
1.4. Notion de réseau d'assainissement.....	8
1.4.1. Différents types de réseau d'assainissement	8
1.5. Estimation des rejets des eaux usées.....	9
1.5.1. Définition d'Equivalent d'habitant	9
1.5.2. Normes des rejets	9
2. Généralité sur le fonctionnement d'une station d'épuration	10
2.1. Traitement des eaux usées par la station d'épuration	10

2.1.1. Définition d'une station d'épuration.....	10
2.1.2. Procédés de traitement des eaux usées et des boues par la STEP.....	10
2.1.2.1. Procédés d'épurations des eaux usées.....	10
2.1.2.2. Traitement des boues d'épuration	12
a. Définition de boue d'épuration	12
b. Différents types des boues d'épuration.....	12
c. Procédé de traitement des boues	12
3. Perspectives de valorisation des sous produits d'une station d'épuration.....	13
3.1. Réutilisation des eaux usées épurées (REUE)	13
3.2. Valorisation des boues	13
3.2.1. Valorisation agricole.....	14
3.2.2. Valorisation énergétique	14

Chapitre II : Matériel et Méthodes.

A. Présentation de la zone d'étude.....	15
1. Présentation de la commune d'Azeffoun.....	15
1.1. Situation administrative.....	15
1.2. Situation géographique	15
1.3. Aspect hydrologique	16
1.4. Aspect climatique	16
2. Présentation de l'Office National de l'Assainissement	16
3. Présentation de la station d'épuration d'Azeffoun	16
3.1. Localisation géographique	16
3.2. Caractéristiques générales de la STEP d'Azeffoun	17
3.3. Fonctionnement de la STEP d'Azeffoun	18
3.3.1. Station de relevage N° 1	19
3.3.2. Station de relevage N°2	19
3.3.3. Déversoir d'orage.....	19
3.3.4. Poste de relevage	19
3.3.5. Prétraitement.....	20
3.3.5.1. Dégrillage	20
3.3.5.2. Dessablage-Déshuilage	21
3.3.6. Traitement secondaire (biologique)	22
3.3.6.1. Bassin de répartition.....	22
3.3.6.2. Bassin d'aération.....	23
3.3.6.3. Dégazage.....	23
3.3.6.4. Clarificateur.....	24
3.3.6.5. Poste toutes eaux.....	24
3.3.6.6. Désinfection.....	25
3.3.6.7. Milieu récepteur	25
3.3.7. Traitement des boues	26
3.3.7.1. Epaisseur	26

3.3.7.2. Lits de séchage	27
B. Méthodologie de prélèvement et analyses	27
1. Prélèvement et échantillonnage.....	27
2. Matériels et produits utilisés.....	28
3. Analyse des eaux usées	29
3.1. Analyses quotidiennes	29
3.1.1. Potentiel hydrogène pH et température.....	29
3.1.2. Conductivité électrique	29
3.1.3. Matières en suspension (MES)	29
3.2. Analyses complètes.....	30
3.2.1. Demande biologique en oxygène (DBO ₅)	30
3.2.2. Demande chimique en oxygène DCO.....	31
3.2.3. Mesure de l'ammoniaque (NH ₄)	32
3.2.4. Mesure de Nitrite (NO ₂ ⁻).....	32
3.2.5. Mesure des Nitrates (NO ₃ ⁻)	33
3.2.6. Mesure des ortho phosphates (PO ₄ ³⁻).....	34
3.2.7. Etude comparative des rendements épuratoires.....	35
4. Analyses de boue	35
4.1. Matière sèche (MS)	35
4.2. Test de décantation (V ₃₀)	36
4.3. Matières volatiles sèches MVS.....	37
4.4. Siccité.....	38
5. Observation microscopique de boue	39
6. Méthode d'analyse statistique.....	39

Chapitre III : Résultats et discussion

1. Paramètres physico-chimiques et biochimiques	40
1.1. Température	40
1.2. Potentiel d'hydrogène (pH)	41
1.3. Conductivité électrique (CE)	42
1.4. Matières en suspension (MES)	43
1.5. Demande chimique en oxygène (DCO)	44
1.6. Demande biochimique en oxygène (DBO ₅)	44
1.7. Matières azotées	45
1.7.1. Azote ammoniacal (NH ₄ ⁺).....	46
1.7.2. Nitrite (NO ₂ ⁻).....	46
1.7.3. Nitrate (NO ₃ ⁻)	47
1.8. Ortho phosphates (PO ₄ ³⁻).....	48
1.9. Etude comparative des rendements épuratoires	49
2. Interprétation des résultats de « Boue »	50
2.1. Matière sèche (MS)	52
2.2. Test de décantation V ₃₀	52

2.3. Matières volatiles sèches (MVS)	52
2.4. Siccité.....	52
3. Observation microscopique de boue activée.....	53
Conclusion générale.....	55
Références bibliographiques	
Annexes	
Résumé	

Ces dernières décennies, l'humanité est de plus en plus consciente des dangers menaçant la planète suite à la grande croissance démographique et aux énormes progrès technologiques, qui engendrent l'insalubrité de l'environnement ; particulièrement l'eau qui constitue, de nos jours un grand problème touchant la globalité de la terre.

L'eau est une ressource vitale pour les êtres vivants notamment l'homme pour sa survie, sa santé, son alimentation. Elle l'est également pour ses activités agricoles, économiques et la qualité de son environnement. Cependant, elle est le réceptacle universel de tout type de pollution.

L'accès durable aux ressources en eaux est une préoccupation majeure qui concerne tous les pays du bassin méditerranéen. Le changement climatique et la démographie galopante risquent d'aggraver la situation de stress hydrique ; qui frappe déjà la plupart des pays du Sud et de l'Est de la Méditerranée (MOZAS et GHOSN, 2013). Particulièrement la croissance démographique qui s'accompagne d'un développement des activités humaines (industrie, agriculture, activités domestiques) avec pour conséquence une production plus importante de rejets polluants qui viennent notamment dégrader la qualité de l'eau.

Le rejet des eaux usées chargées en substances polluantes dans l'environnement, sans aucun traitement préalable est un motif de préoccupation croissant compte tenu des effets indésirables. Elles risquent de détériorer l'environnement qui ne serait alors plus en capacité de fournir suffisamment d'eau, augmentant ainsi le risque de pénurie (BELAID, 2010). C'est pourquoi la gestion durable et l'assainissement de nos eaux est absolument essentielle pour préserver nos ressources naturelles.

L'Algérie est classée parmi les pays les plus pauvres en ressources hydriques. La situation actuelle se caractérise par un déséquilibre entre les besoins et les ressources disponibles. Malgré la construction des nouveaux barrages, l'Algérie enregistra un déficit en eau de 1 milliard de m³ d'ici l'an 2025 (REMINI, 2010). Comme les ressources hydriques conventionnelles deviennent de plus en plus insuffisantes, et pour lutter contre la pollution, éviter les maladies d'origines hydriques et protéger le milieu récepteur, une bataille est menée depuis une décennie pour régler définitivement le problème d'assainissement et de traitement des eaux usées pour des fins de réutilisation ou de recyclage court. Cela se perçoit par la réalisation de plusieurs stations d'épuration à travers le territoire national et généralement les plus utilisées celles des boues activées.

En vue d'étudier l'efficacité des stations d'épuration à boue activée concernant l'abattement de la charge polluante, et le bon fonctionnement des ouvrages d'épuration, nous avons choisi d'étudier la station d'épuration d'Azeffoun.

Notre travail portera essentiellement sur le suivi et l'évaluation de l'efficacité du traitement des eaux usées domestiques de la STEP d'Azeffoun à travers des paramètres physico-chimiques.

Ce mémoire est composé de trois chapitres :

- ✓ Le premier chapitre (synthèse bibliographique) ; sera consacré à des généralités sur les eaux usées et les différents procédés de leur traitement.
- ✓ Le deuxième chapitre (matériels et méthodes) qui va décrire le fonctionnement de la STEP d'Azeffoun, le principe de l'échantillonnage et les méthodes d'analyse des paramètres physico-chimiques des eaux usées.
- ✓ Le troisième chapitre va regrouper les principaux résultats et leur discussion.
- ✓ Nous terminerons par une conclusion et quelques perspectives.

1. Généralités sur les eaux usées**1.1. Définition des eaux usées**

Les eaux usées, aussi appelées eaux résiduaires, sont des eaux qui ont subi une détérioration de leurs caractéristiques naturelles (physiques, chimiques ou biologiques) après usage lié, de façon directe ou indirecte, aux activités humaines (PHILIPPE, 2020). Les eaux usées englobent également les eaux de pluie et leur charge polluante. Elles engendrent au milieu récepteur toutes sortes de pollution et de nuisance (METAHRI, 2012).

1.2. Origine des eaux usées

Suivant l'origine et la qualité des substances polluantes, quatre catégories d'eaux usées sont distinguées :

1.2.1. Eaux usées domestiques

Elles proviennent des différents usages domestiques de l'eau. Elles sont constituées essentiellement d'excréments humains, des eaux ménagères chargées de détergents, de graisses, appelées eaux grises, et des eaux de toilette chargées de matières organiques azotées, phosphatées et de germes fécaux, appelées eaux noires (METAHRI, 2012).

1.2.2. Eaux usées industrielles

Elles proviennent essentiellement des usines et des installations industrielles. Elles peuvent contenir différents éléments traces métalliques (As, Pb, Cr, ect.), chimiques (solvants, colorants..) et organiques (hydrocarbures..), (BENKADDOUR, 2018). Avant d'être rejetées dans les réseaux de collecte, les eaux usées industrielles doivent faire l'objet d'un traitement. Elles ne sont mélangées aux eaux domestiques que lorsqu'elles ne présentent plus de danger pour les réseaux de collecte et ne perturbent pas le fonctionnement des stations d'épuration (METAHRI, 2012).

1.2.3. Eaux usées agricoles

Elles proviennent du lessivage des terres cultivées chargés d'engrais et de pesticides. L'utilisation extensive de ces produits est à l'origine de la présence des nitrates, des phosphates et des éléments traces métalliques (Zn, Cu, Pb, ect.) dans ces eaux (BENKADDOUR, 2018).

1.2.4. Eaux usées de ruissellement

Ces eaux comprennent les eaux de pluie, les eaux de lavage et les eaux de drainage. Ces eaux sont polluées par les matières qu'elles entraînent en provenance des trottoirs et des chaussées (huiles, mazoutes, graisse, sables, etc....). Elles contiennent également du Zn, du Pb et du Cu. Les eaux de drainage peuvent provenir de la montée d'une nappe phréatique dans le sol (BAHA et BENSARI, 2014).

1.3. Pollution des eaux usées

1.3.1. Définition

La pollution de l'eau peut être définie comme la dégradation de celle-ci en modifiant ses propriétés physiques, chimiques et biologiques par des déversements, des rejets, des dépôts direct ou indirect de corps étrangers ou de matières indésirables telles que les microorganismes, les produits toxiques et les déchets industriels (TEKFI, 2006).

1.3.2. Types de pollution

L'agent polluant peut être de nature physique ; chimique ; ou biologique. Le tableau 1 résume ces différents types de pollution.

Tableau 1: Différents types de pollution (RAMADE, 1999 ; LADJEL, 2001).

Type de pollution		Exemple	Source
Physique	Pollution thermique	Rejets d'eau chaude	Centrales thermiques.
	Pollution radioactive	Exploitations nucléaires	Installations nucléaires
	Pollution mécanique	lessivage des sols par des pluies abondantes	Installation industrielle et des chantiers divers.
Chimique	Pollution agricole	Les fertilisants, produits pesticides	Agriculture, lessive
	Pollution par les métaux lourds	Mercure, Cadmium, Plomb, aluminium...	Industrie, agriculture, combustion
	Pollution par les hydrocarbures	Pétrole brut et ses dérivés	Industrie pétrolière, transport
Organique		Fermentescibles (Glucides, lipides, protides...)	Effluents domestiques, agricoles, d'industries agro-alimentaires
Microbiologique		Bactéries, virus et champignons	Effluents urbains, élevages, secteurs agro-alimentaires

1.3.3. Paramètres de pollution

Les normes de rejet des eaux usées fixent des indicateurs de qualité physique, chimique et biologique.

1.3.3.1. Paramètres physiques**a) Température**

La température d'une eau joue un rôle très important dans la solubilité des sels et surtout des gaz, et la détermination du pH. Elle peut être un facteur physiologique agissant sur le métabolisme de croissance des micro-organismes vivant dans l'eau (SALGHI, 2017).

b) Odeur

Les eaux résiduaires se caractérisent par une odeur. Toute odeur de l'eau est une indication de pollution due à la présence de matières organiques en décomposition (MIZI, 2006).

c) Couleur

La couleur des eaux résiduaires est en général grise, signe de présence de matières organiques dissoutes, de matières en suspension (MES), du fer ferrique précipitant à l'état d'hydroxyde colloïdal, du fer ferreux lié à des complexes organiques et de divers colloïdes (BOTTA et BELLON, 2001).

d) Matières en suspension (MES)

Elles s'expriment en mg/l et représentent les matières qui ne sont ni à l'état soluble ni à l'état colloïdal, donc retenues par un filtre. Les MES, qui comportent des matières organiques (MVS) et minérales (MMS), constituent un paramètre important qui marque bien le degré de pollution d'un effluent urbain ou même industriel (ELSKENS, 2010). Les MES s'obtiennent par la relation suivante (METAHRI, 2012) :

$$\text{MES} = 30\% \text{ MMS} + 70\% \text{ MVS}$$

➤ Matières volatiles en suspension (MVS)

Elles représentent la fraction organique des MES et sont obtenues par calcination de ces dernières à 525°C pendant 2 heures. La différence de poids entre les MES à 105°C et les MES à 525°C donne la « perte au feu » et correspond à la teneur en MVS en (mg/l) d'une eau (MARC et BECHIR, 2006).

➤ Matières minérales (MMS)

Elles représentent le résultat d'une évaporation totale de l'eau, c'est-à-dire son « extrait sec » constitué à la fois par les matières en suspension et les matières solubles telles que les chlorures, les phosphates, etc. (METAHRI, 2012).

e) Turbidité

La turbidité est inversement proportionnelle à la transparence de l'eau et est liée à la présence dans l'eau de particules ou matières en suspension (MES) de diverses origines; organiques, argiles, etc. Elle est variable dans le temps selon le mode de rejet et suivant les saisons. La turbidité de l'eau usée est intense pendant les premières pluies en raison, du nettoyage des chaussées et toitures (GAUJOUS, 1995).

1.3.3.2. Paramètres chimiques

a. Potentiel d'hydrogène (pH)

Le pH de l'eau mesure la concentration des protons H^+ contenus dans l'eau. Il résume la stabilité de l'équilibre établi entre les différentes formes de l'acide carbonique et il est lié au système tampon développé par les carbonates et les bicarbonates (HIMMI et al, 2003). Dans le processus biologique, un développement correct de la faune et de la flore aquatique n'est possible que si sa valeur est comprise entre 6,5 et 8,5. Ainsi, il joue un rôle important dans l'épuration d'un effluent et le développement bactérien (METAHRI, 2012).

b. Oxygène dissous (O_2)

Il caractérise le degré de pollution d'un cours d'eau. Sa concentration dans l'eau varie en fonction de la température ; la solubilité de l'oxygène dans l'eau diminue lorsque la température augmente. La détermination de ce paramètre dans l'eau se fait à l'aide d'un oxymètre (BONTOUX, 1993).

c. Demande biologique en oxygène (DBO_5)

La demande biologique ou biochimique en oxygène désigne la quantité d'oxygène utilisée par les bactéries pour biodégrader des matières organiques. Elle repose sur une évaluation déterminée au bout de cinq jours à 20° C à l'abri de la lumière (ANTOINE, 2020). Elle est exprimée en mg d'oxygène par litre d'eau ($mg\ O_2 / l$).

d. Demande chimique en oxygène (DCO)

La demande chimique en oxygène (DCO) représente la quantité totale de la pollution oxydable. Elle correspond à la quantité d'oxygène qu'il faut fournir, grâce à des réactifs chimiques puissants, pour oxyder toutes les matières contenues dans les effluents (BADIA-GONDARD, 2003 ; RODIER et al, 2009). Elle est exprimée en mg d'oxygène par litre d'eau ($mg\ O_2 / l$) (DORE, 1989).

➤ Biodégradabilité (Rapport DCO/DBO_5)

La biodégradabilité traduit l'aptitude d'un effluent à être décomposé ou oxydée par les micro-organismes qui interviennent dans le processus d'épuration biologique des eaux. Elle est exprimée par un coefficient K, tel que, $K=DCO / DBO_5$ (LADJEL, 2004). Le tableau 2 renseigne sur les valeurs de ce coefficient et l'état de biodégradabilité d'un effluent (BENZAHI et BOUDJEMAI, 2016).

Tableau 2: Valeurs de biodégradabilité d'un effluent (LADJEL, 2004).

Coefficient (K)	Appréciation	Traitement appliqué
$K=1$	$DCO = DBO_5$ l'effluent est complètement biodégradable	Traitement primaire
$1 < K < 1.5$	l'effluent est biodégradable	Traitement primaire
$1.5 < K < 2.5$	l'effluent est moyennement biodégradable	Traitement secondaire
$K > 2.5$	l'effluent n'est pas biodégradable	Traitement tertiaire

e. Conductivité électrique (CE)

La mesure de la conductivité permet d'évaluer approximativement, la minéralisation globale de l'eau. Elle est mesurée à l'aide d'un conductimètre et les résultats obtenus sont exprimés en $\mu\text{S/cm}$ (LADJEL, 2004). Le tableau 3 donne les corrélations entre la conductivité et la minéralisation.

Tableau 3: Minéralisation de l'eau en fonction de la conductivité. (RODIER, 1978).

Conductivité	Appréciation
Conductivité < 100 $\mu\text{S/cm}$	Minéralisation très faible
100 $\mu\text{S/cm}$ < conductivité < 200 $\mu\text{S/cm}$	Minéralisation faible
200 $\mu\text{S/cm}$ < conductivité < 333 $\mu\text{S/cm}$	Minéralisation moyennement accentuée
333 $\mu\text{S/cm}$ < conductivité < 666 $\mu\text{S/cm}$	Minéralisation moyenne
666 $\mu\text{S/cm}$ < conductivité < 1000 $\mu\text{S/cm}$	Minéralisation importante
Conductivité > 1000 $\mu\text{S/cm}$	Minéralisation excessive

1.3.3.3. Nutriments

Ce sont l'azote et le phosphate présents dans l'eau usée et qui sont responsables de l'eutrophisation des milieux aquatiques. La connaissance de leurs quantités est nécessaire pour contrôler les rejets, d'une part, et pour assurer le traitement par voie biologique d'autre part.

a) Composés azotés

Les formes d'azote dans les eaux usées sont l'azote total (NTK), les nitrites (NO^{2-}) et les nitrates (NO^{3-}).

Azote total kjeldahl (NTK)

Il constitue l'azote organique (Norg) qui provient de la décomposition des déchets organiques et l'azote ammoniacal ou ammonium (NH_4^+) qui, lorsqu'il est présent dans le milieu aquatique, baisse la concentration en oxygène et provoque une toxicité pour les poissons.

Nitrite (NO^{2-}) et Nitrate (NO^{3-})

Les nitrites (NO^{2-}) et les nitrates (NO^{3-}) et sont des ions présents de façon naturelle dans l'environnement. Ils sont le résultat d'une nitrification de l'ion ammonium (NH_4^+), présent dans l'eau et le sol, qui est oxydé en nitrites par les bactéries du genre *Nitrosomonas*, puis en nitrates par les bactéries du genre *Nitrobacter* (RODIER, 2009).

b) Composés phosphorés

Le phosphore se trouve dans les eaux résiduaires sous forme d'ortho-phosphate, soluble (PO_4H_2), de poly-phosphate qui a tendance à s'hydrolyser en ortho-phosphate et de phosphore non dissous (YAHLATEN et TAHIRIM, 2011).

c) Micro-éléments

Les éléments nocifs les plus importants sont les métaux lourds. Leur principale origine est industrielle. Le cuivre, le zinc, le cadmium, le chrome, le plomb, le mercure et le nickel sont les polluants les plus fréquemment rencontrés. Ils se retrouvent à l'état de traces dans la nature et leurs concentrations sont généralement inférieures au mg/l (LADJEL, 2004).

1.3.3.4. Paramètres biologiques

Les eaux résiduaires urbaines transportent de nombreux micro-organismes dont certains sont pathogènes et sont, par ordre croissant de taille, les virus, les bactéries, les protozoaires et les helminthes. Ils ont divers effets sur la santé (VANDERMEERSCH, 2006).

- a. **Virus** : Ce sont des organismes infectieux de très petite taille (10 à 350 nm) qui se reproduisent en infectant un organisme hôte. Leur concentration dans les eaux usées urbaines est comprise entre 10^3 et 10^4 particules par litre et parmi ces virus entériques humains les plus nombreux sont donnés dans l'annexe 1 (HARTANI, 2011).
- b. **Bactéries** : Les bactéries sont des organismes unicellulaires simples et sans noyau. Leur taille est comprise entre 0,1 et 10 μm . Les eaux usées contiennent en moyenne 10^7 à 10^8 bactéries/l. La concentration en bactéries pathogènes est de l'ordre de 10^4 /l et sont les plus communément rencontrées dans les eaux usées (Annexe 2).
- c. **Protozoaires** : La plupart des protozoaires pathogènes sont des organismes parasites. Certains d'entre eux adoptent, au cours de leur cycle de vie, une forme de résistances, appelée kyste. Ces organismes peuvent jouer un rôle important au cours du processus d'épuration par leur abondance et leurs interactions avec les bactéries épuratrices. Parmi les protozoaires, les plus rencontrés dans les eaux usées citons *Balantidium coli* et *Cyclospora* (BAUMONT et al, 2009).
- d. **Helminthes** : Ce sont des vers multicellulaires comme les métazoaires. La concentration en œufs d'helminthes dans les eaux usées est de l'ordre de 10 à 10^3 œufs/l (CSHPF, 1995). Les plus rencontrés dans les eaux usées, sont ceux des genres *Tænia* et *Ascaris*.

1.4. Notion de réseau d'assainissement

L'assainissement de l'eau constitue l'ensemble des dispositions relatives à l'évaluation des liquides d'une agglomération et à leurs traitements, de manière à ce qu'ils ne puissent provoquer aucune nuisance pour l'hygiène publique.

1.4.1. Différents types de réseau d'assainissement

Selon Hartani, 2011 :

-  **Système unitaire** : où les eaux usées et les eaux pluviales sont reçues dans une même et unique canalisation.

- ✚ **Système séparatif** : comportant deux réseaux de canalisation différents l'un pour les eaux pluviales, et l'autre pour les eaux usées.

1.5. Estimation des rejets des eaux usées

Selon le CIEAU (Centre d'information sur l'eau), la pollution journalière produite par une personne utilisant de 150 à 200 litres d'eau est l'équivalent de :

- 70 à 90 g de matières en suspension (MES) ;
- 60 à 70 g de matières organiques (MO) ;
- 15 à 17g de matières azotées (N), 4 g de phosphore (P) ;
- Plusieurs milliards de germes pour 100 ml.

1.5.1. Définition d'Equivalent d'habitant

L'équivalent d'habitant se définit comme étant la pollution produite par habitant et par jour, exprimée en g d'O₂ nécessaire à sa dégradation. Par équivalent habitant est exprimé non seulement le pouvoir polluant des eaux usées, mais aussi celui des rejets industriels et agricoles (LADJEL, 2004).

1.5.2. Normes des rejets

Les quantités maximales de matières polluantes qui peuvent être rejetées dans un milieu récepteur, répondent à des normes internationales (Annexe 4) et nationales (tableau 4) ; conformément aux recommandations de l'OMS.

Tableau 4: Normes algériennes de rejet des eaux usées

Paramètres	Unité	Normes
Température	C°	30
pH	-	6.5-8.5
Oxygène(O ₂)	mg/l	5
DBO ₅	mg/l	30
DCO	mg/l	90
MES	mg/l	30
Azote total	mg/l	50
Phosphores	mg/l	2
Huiles et graisses	mg/l	20
Détergents	mg/l	1
Hydrocarbures	mg/l	10
Chrome	mg/l	0.1
Zinc	mg/l	2

2. Généralité sur le fonctionnement d'une station d'épuration

2.1. Traitement des eaux usées dans la station d'épuration

2.1.1. Définition d'une station d'épuration

Les stations d'épuration sont construites en aval des villes et traitent les eaux « usées » produites lors des activités domestiques (toilettes, salles de bains, cuisines...) avant rejet vers le milieu récepteur de surface. Elles éliminent la pollution carbonée, mais aussi les pollutions azotée et phosphorée générées par le métabolisme humain (urine, matières fécales). Ces installations jouent un rôle indispensable pour protéger la ressource en eau et la vie dans les milieux aquatiques (SPERANDIO et CHOUBERT, 2015). Dans une station d'épuration, le traitement des eaux usées est assuré par une série de procédés bien adaptés à chaque type de rejet.

2.1.2. Procédés de traitement des eaux usées et des boues par la STEP

Le choix des procédés de traitement est conditionné par les caractéristiques de l'effluent à traiter et le degré de traitement requis. Une grande majorité de polluants est transférée de la phase liquide vers une phase concentrée boueuse. Une station d'épuration comporte donc des installations de traitement des eaux et des dispositifs de traitement des boues produites. Dans la majorité des cas, le traitement des eaux usées est réalisé en quatre étapes distinctes. Il s'agit du prétraitement, du traitement primaire, du traitement secondaire, du traitement tertiaire et du traitement des boues (Figure 1).

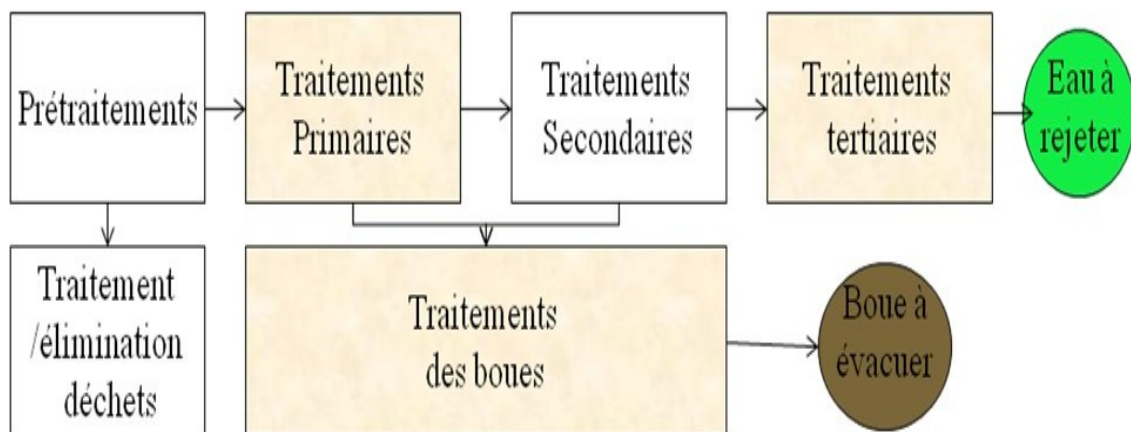


Figure 1 : Etapes de traitement des eaux usées (DAGOT, 2013)

2.1.2.1. Procédés d'épurations des eaux usées

Une station d'épuration comprend généralement les étapes de traitement indiquées dans le tableau 5 :

Tableau 5 : Procédés d'épuration des eaux usées (KARDACHE, 2016)

Type de traitement	Etapas		Particularité
Prétraitement	1-Dégrillage 2-Tamissage 3-Dessablage 4-Déshuilage (dégraissage)		- Les eaux usées passant à travers une grille qui va éliminer les plus gros déchets puis à travers d'un tamis. - L'eau débarrassée de ses plus grosses saletés, rejoint alors un bassin où des fines bulles sont injectées. Cela permet aux graisses de remonter à la surface, tandis que le sable tombe au fond.
Traitement primaire (physico-chimique)	Décantation		- Elle permet d'éliminer environ 70 % des MES. Celles-ci se déposent au fond du bassin, ce sont les boues primaires. - Elles sont ensuite récupérées par raclage du fond du bassin, puis envoyées à l'épaississeur. - Par l'ajoute de réactifs chimiques permettant, après coagulation et floculation, de capter jusqu'à 90 % des MES.
Traitement secondaire (Biologique)	Procédés biologique intensifs	- Lit bactériens. - Disque biologique. - Boue activée.	- Ce traitement secondaire s'effectue par des bactéries présentes dans les eaux usées sont utilisées pour dégrader les matières polluantes dissoutes. - L'eau est débarrassée des pollutions carbonées, de l'azote et des phosphates. - La dégradation de la matière organique se fait dans les bassins d'aération, puis sont encore récupérée par un clarificateur qui permet de séparer, par décantation, l'eau dépolluée et les boues secondaires. - Concernant le lagunage consiste à faire séjourner les eaux usées dans plusieurs bassins successifs, de grandes taille, à l'aide des microorganismes d'algues.
	Procédés biologique extensifs	Lagunage	
Traitement tertiaire	Traitement de l'azote (N)	Nitrification	- Ce traitement a pour objectif de compléter plus ou moins l'épuration et d'améliorer la qualité de l'eau traitée selon les normes de rejet. - Il consiste l'élimination de la pollution azotée et phosphatée ainsi que la pollution récalcitrante (pesticide, résidus pharmaceutique, MO non biodégradables, etc.) - Elimination de certains germes pathogènes ou parasites par différents procédés de désinfection.
		Dénitrification	
	Traitement de phosphore (P)	Déphosphatation biologique	
		Déphosphatation Physico-chimique	
	Désinfection	Chloration	
		Ozonation	
		Rayons UV	
		Filtration	

2.1.2.2. Traitement des boues d'épuration

Le traitement des eaux usées en station d'épuration produit une eau épurée, rejetée dans le milieu naturel et une concentration désignée sous le terme de "boue" ou "boue résiduaire".

a. Définition de boue d'épuration

Les boues sont des déchets résultants d'une épuration d'eaux usées d'origine domestique ou industrielle. Elles sont composées d'eau et de matière sèche dans lesquelles se trouvent des éléments polluants et les métaux lourds. Elles présentent un intérêt certains dans le domaine agricole et autres (GUY, 2003).

b. Différents types des boues d'épuration

Selon Koller (2009), différents types de boues sont distingués en fonction de la nature du traitement épuratif :

- **Boues de prétraitement (boue primaire)**

Elles résultent de la décantation des effluents. Elles présentent des concentrations élevées en matières minérales (sable, terre, etc.) et contiennent des matières organiques susceptibles d'évolution.

- **Boues physico-chimiques**

Ces boues sont issues de l'agglomération des matières organiques particulière contenues dans les eaux par l'addition d'un réactif coagulant (les sulfates d'aluminium ou de fer, les chlorures ferreux ou ferriques, etc.).

- **Boues biologiques (secondaires)**

Les boues biologiques sont issues d'un traitement bactérien dit biologique qui consiste en une oxygénation intense du milieu par des aérateurs ou des suppresseurs. Ces boues sont principalement constituées de déchets, de microorganismes aérobies et sont riches en MO.

- **Boues mixtes**

C'est le mélange de boues primaires et de boues activées.

c. Procédé de traitement des boues

Ce traitement a pour objectif de réduire le volume d'eau contenu dans les boues, de stabiliser les boues, d'hygiéniser les boues et de les conditionner pour un recyclage de matière organique, ainsi que, la valorisation énergétique des déchets et la régénération (RENOU, 2006). Les divers modes de traitement des boues peuvent se résumer comme suit :

➤ **Stabilisation**

Elle consiste à réduire au maximum l'activité biologique de dégradation des boues et plus particulièrement leur fermentation. Elle réduit fortement la nuisance olfactive, les émissions

de méthane, les risques de lixiviation, les populations bactériennes et la demande biologique en oxygène (DBO5) (ALLACH et al. 2015).

➤ **Epaississement**

Il consiste à réduire le volume des boues sans dépense d'énergie. Il est en quelque sorte un décanteur poussé dans lequel les boues sont soumises à une lente agitation favorisant l'agglomération et le dépôt des matières en suspension. Ainsi, la teneur en eau est réduite de 90 % (BESSEDIK, 2015).

➤ **Déshydratation**

Elle consiste à éliminer la majeure partie de l'eau contenue dans la boue et l'obtention d'un déchet solide, Elle constitue la dernière étape de réduction du volume de boues. Il existe deux types de déshydratation, soit naturelle sur le lit de séchage, soit mécanique (GAMRASNI, 1981).

3. Perspectives de valorisation des sous produits d'une station d'épuration

3.1. Réutilisation des eaux usées épurées (REUE)

L'eau usée épurée représente une eau renouvelable non conventionnelle qui pourrait être une source attrayante et bon marché. Cependant, en raison de sa nature variable, sa réutilisation devrait être gérée soigneusement, surveillée et contrôlée par des spécialistes afin de vérifier les risques et menaces potentiels sur les usagers ainsi que sur l'environnement dans son ensemble.

Les eaux usées épurées peuvent être exploitées et réutilisées (EL HAITE ,2010):

- Dans l'agriculture pour la création de nouveaux périmètres irrigués ;
- Dans la protection de l'environnement en contribuant à la réalimentation des nappes phréatiques ;
- Dans le secteur industriel pour la production aquacole ;
- Comme technique d'assainissement et d'économie d'eau contribuant ainsi à l'économie des ressources en eau destinées à l'eau potable et constituant une ressource alternative qui vient augmenter le potentiel des ressources en eau

3.2. Valorisation des boues

Les principales solutions envisageables sont les valorisations agricoles et la valorisation énergétique telle que la méthanisation très bien contrôlées :

3.2.1. Valorisation agricole

La valorisation agricole consiste en un épandage des boues sur des terres agricoles après vérification de l'innocuité des boues et de leur intérêt agronomique. Les principales contraintes sont les périodes d'épandage et l'équilibre entre les besoins des cultures et les apports de nutriments.

3.2.2. Valorisation énergétique

Après une déshydratation, les boues sont incinérées dans des fours spécifiques où peuvent être mélangées avec d'autres déchets tels que des déchets ménagers et traitées dans des installations de traitement thermique de déchets non dangereux.

- **La méthanisation** : Est un processus de décomposition de matières organique par des bactéries dans un milieu anaérobie.
Ce procédé permet de générer une énergie renouvelable, du biogaz qui comporte entre autres du méthane qui peut être transformé en chaleur, en électricité et en carburant pour véhicules, ainsi que du compost utilisé comme fertilisant (ALLALI, 2019).

Dans de ce chapitre, nous allons donner une présentation générale de la ville d'Azeffoun, de la STEP et du procédé d'épuration adopté. Nous allons, également, déterminer le principe de l'échantillonnage et les méthodes d'analyse des paramètres physico-chimiques des eaux usées brutes et épurées ainsi que les analyses de boue qui ont été réalisées au niveau du laboratoire de la STEP d'Azeffoun.

A. Présentation de la zone d'étude

1. Présentation de la commune d'Azeffoun

1.1. Situation administrative

Azeffoun est une ville côtière située au Nord-Est de la wilaya de Tizi-Ouzou. Elle est distante d'environ 65km du chef-lieu de la wilaya. Elle se délimite, au nord, par la Méditerranée, à l'Est par la commune d'Ait chafaâ, à l'ouest par la commune d'Iflissen et au sud par les communes d'Aghrib et Akerrou (Figure 2).

1.2. Situation géographique

Les coordonnées géographiques de la commune sont : $32^{\circ} 53'46''$ N et $4^{\circ} 25'13''$ E. Elle présente une superficie de 126.66 km^2 . Selon le recensement général de la population et de l'habitat (GPRH, 2008), la commune d'Azeffoun comporte 17435 habitants pour une densité de $138 \text{ habitant / km}^2$.

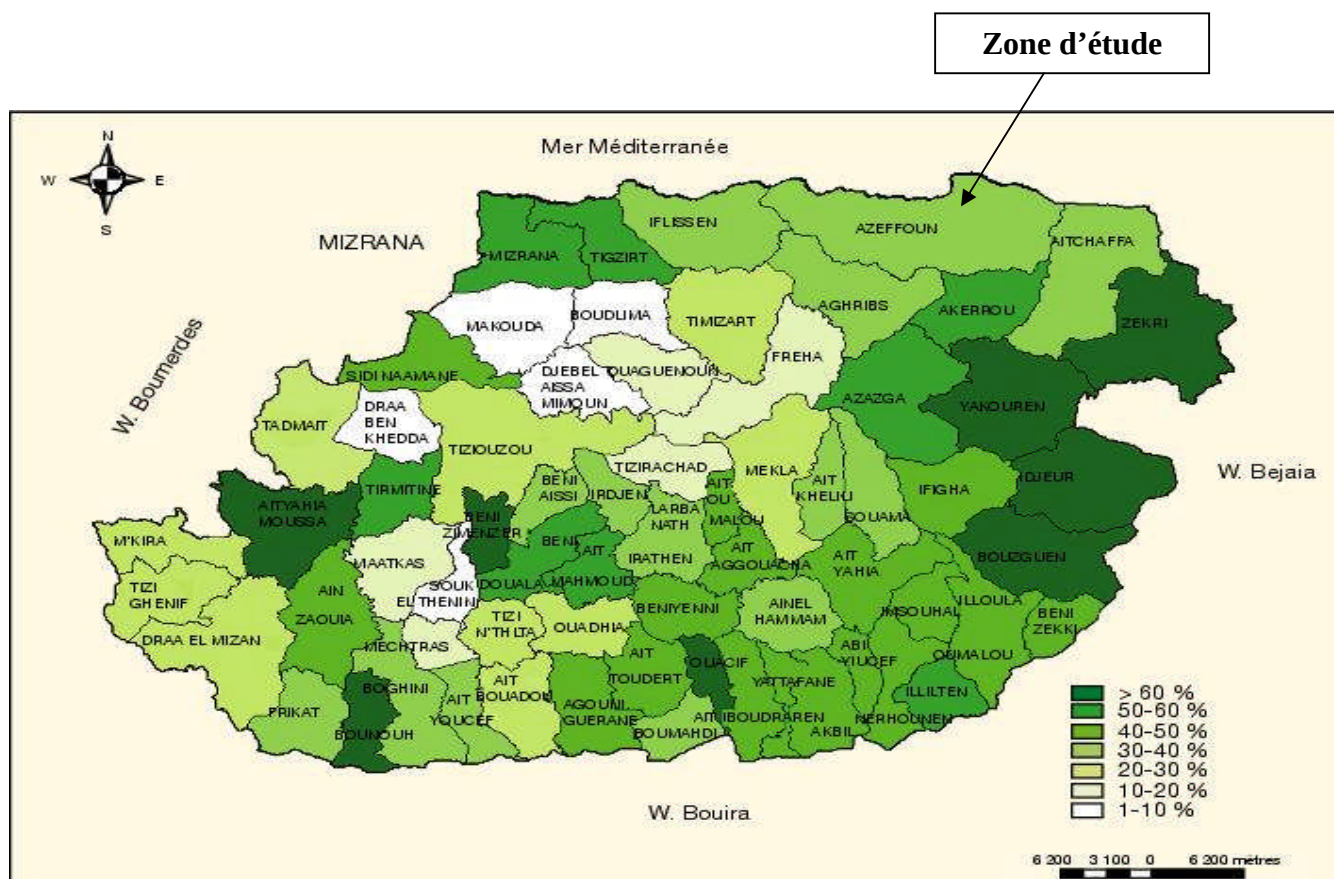


Figure 2 : Carte administratif de la wilaya de Tizi Ouzou (MEDDOUR-SAHAR et DERRIJ, 2010)

1.3. Aspect hydrologique

Le territoire de la commune est parcouru par un réseau hydrographique assez dense. Les eaux des oueds se déversent directement dans la mer méditerranéenne. Ces oueds sont caractérisés par des débits faibles et très irréguliers au printemps, importants en hiver et nuls en été (YAKOUB, 2005).

1.4. Aspect climatique

La wilaya de Tizi-Ouzou est située dans les latitudes moyennes chaudes. Elle répond à un climat de type méditerranéen, qui se caractérise à l'échelle de l'année par une opposition thermique et pluviométrique (YAKOUB, 1996). Ce climat se caractérise par deux saisons distinctes : un été chaud et sec et un hiver froid et pluvieux.

La région d'Azeffoun est définie par un climat méditerranéen avec quelques nuances continentales. Cette région est caractérisée par un hiver frais et pluvieux et un été chaud et humide (YAKOUB, 2005).

2. Présentation de l'Office National de l'Assainissement

Placé sous la tutelle du Ministère des Ressources en Eau, l'Office National de l'Assainissement (ONA) est un établissement public national à caractère industriel et commercial (E.P.I.C), crée par décret exécutif n° 01-102 du 21 Avril 2001 (ONA, 2020).

Dans le cadre de la mise en œuvre de la politique nationale de l'assainissement, l'ONA est chargé sur le territoire national, de l'exploitation, de la maintenance, du renouvellement, de l'extension et de la construction des ouvrages et des infrastructures d'assainissement. Ainsi, il assure :

- La protection et la sauvegarde des ressources naturelles et de l'environnement hydrique ;
- La lutte contre toutes les sources de pollution hydrique ;
- La préservation de la santé publique.

Cet office est structuré en 12 zones qui couvrent l'ensemble du territoire national. Chaque zone est structurée en unités couvrant le territoire d'une wilaya. L'unité de Tizi-Ouzou fait partie de la zone de Tizi-Ouzou qui en compte deux autres unités, Bouira et Bejaia. Cette unité gère 08 stations d'épuration dont la STEP d'Azeffoun.

3. Présentation de la station d'épuration d'Azeffoun

3.1. Localisation géographique

La STEP d'Azeffoun est située à la limite nord de la commune d'Azeffoun sur le front de mer (Figure 3).

Elle s'étend sur une superficie de 15376 m². Elle a pour objectif de protéger le milieu récepteur (la mer méditerranée).

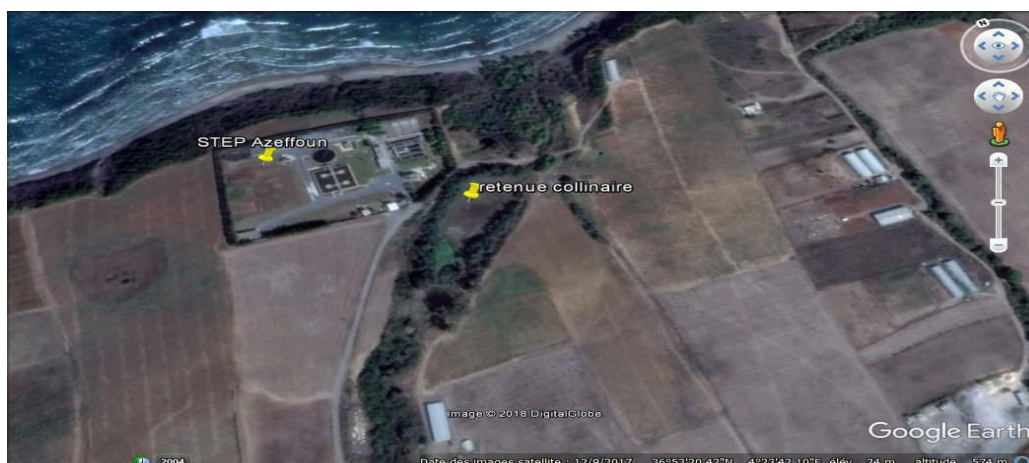


Figure 3 :Vue aérienne de la STEP Azeffoun (GoogleEarth, (2022))

3.2. Caractéristiques générales de la STEP d'Azeffoun

Cette station est d'une capacité de 20000 équivalent-habitant (EH) dimensionnée pour fonctionner à faible charge, sa fiche technique est représentée dans le tableau 6.

Elle se constitue de 02 stations essentielles :

- L'ancienne station d'une capacité de 5000 EH ;
- L'extension d'une capacité de 15000 EH,

Tableau 6 : Fiche technique de la STEP Azeffoun (partie extension) (BENZID, 2013).

Designations	Valeurs
Mise en service	Février 2013
Type de réseau	Unitaire
Nature des eaux brutes	Domestique
Type de traitement	Epuration biologique à bouesactivées à faible charge
Charge hydraulique	
Capacité	15000 E /H
Débit moyen journalier	1500 (m ³ /j)
Débit moyen horaire	62,5 (m ³ /h)
Débit de point en temps sec	150 (m ³ /h)
DBO5 journalière	600 (kg/j) - 400 mg/l
DCO journalière	900 (kg/j) – 600 mg/l
MES journalière	600 (kg/j)- 400mg/l
Charge en azote ammoniacal (N- NH4)	NTK: 135 kg/j- 90mg/l

3.3. Fonctionnement de la STEP d'Azeffoun

Le réseau d'assainissement de la ville d'Azeffoun est unitaire. Par conséquent les eaux pluviales et les eaux domestiques sont acheminées dans le même collecteur de diamètre de 1000 mm.

La STEP d'Azeffoun reçoit les eaux usées de la station de relevage SR2, qui reçoit à son tour une partie par refoulement de la SR1 et l'autre partie par voie gravitaire. Les étapes d'épuration des eaux de la station sont résumées dans la figure 4.

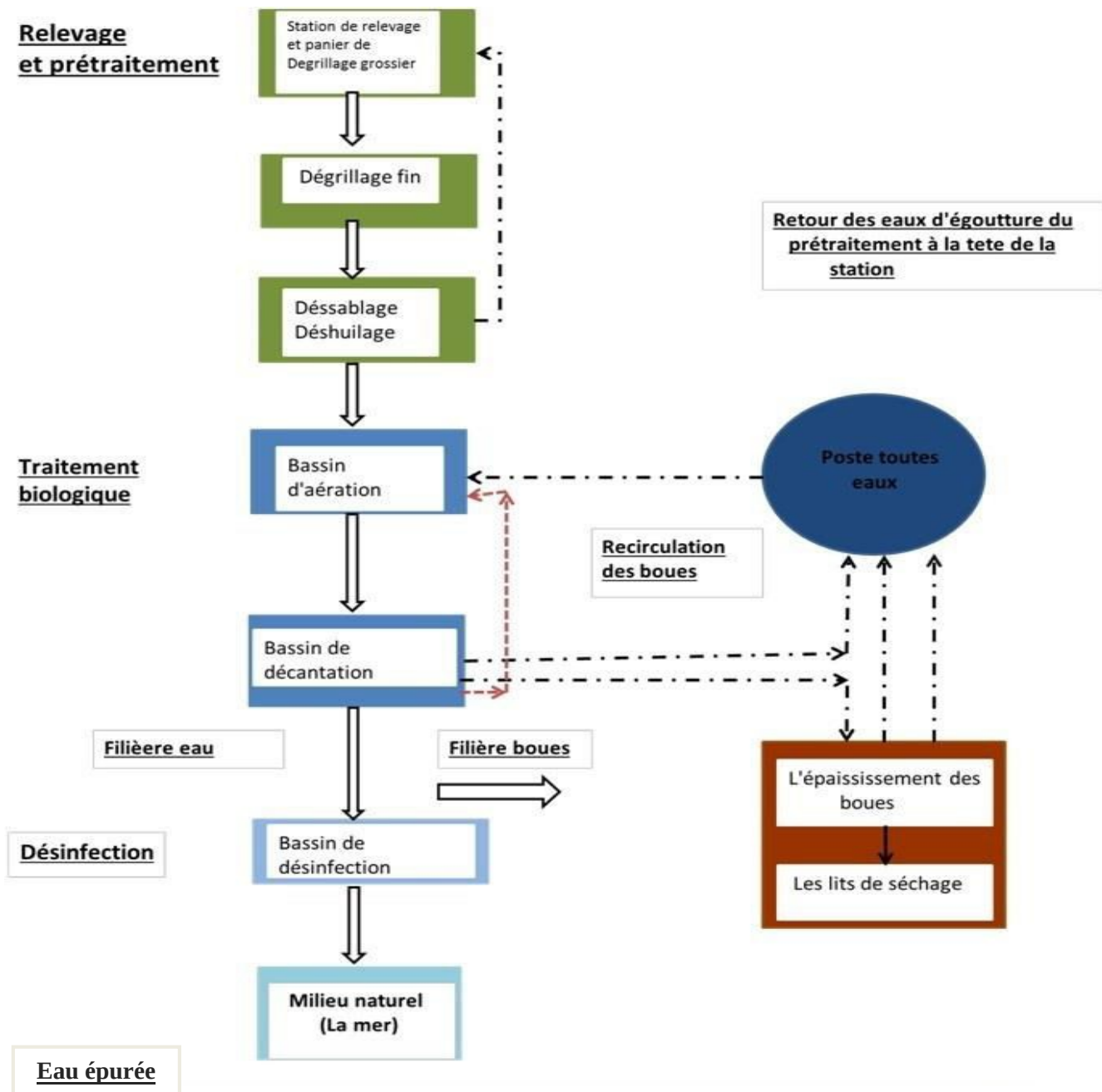


Figure 4 : Diagramme du fonctionnement de l'extension la STEP d'Azeffoun (BENZID, 2013).

3.3.1. Station de relevage N° 1

Cette station est dite aussi station de pompage et fonctionne automatiquement. L'eau arrive par gravitation à la station de relevage N° 1, Par la suite, elle continue son parcours vers la station de relevage N°2 (Figure 5).

3.3.2. Station de relevage N°2

L'eau arrive aussi par gravitation et passe vers un bassin où sont placées deux pompes. L'eau est refoulée pour une distance de 2,5 km approximativement vers la station d'épuration (Figure 6).



Figure 5 : Station de relevage N°1



Figure 6 : Station de relevage N°2

3.3.3. Déversoir d'orage

L'eau arrive dans un canal à ciel ouvert muni d'un déversoir d'orage qui était placé en tête de la station. C'est un élément commun entre l'ancienne station et son extension, il sert à bay-passer l'eau en cas d'orage ou de fortes pluies. Son rôle consiste à protéger la station des débits excédentaires en laissant l'eau passer directement vers le milieu naturel. (Figure7).



Figure 7 :Déversoir d'orage

3.3.4. Poste de relevage

Le poste de relevage est équipé de trois pompes émergées de 87,5 m³/h chacune, dont une en secours. Le fait de posséder trois pompes permet de gérer les écarts entre l'été et

l'hiver et optimiser le fonctionnement du dessableur-déshuileur en évitant les à-coups. Les pompes sont protégées par un panier dégraisseur relevable (Figure 8).

Le poste de relevage présente les caractéristiques résumées dans le tableau 7.

Tableau 7 : Caractéristiques du poste de relevage (BENZID, 2013).

Désignation	Valeurs
Hauteur intérieure	2,55 m
Longueur	3,00 m
Largeur	1,50 m
Profondeur	1,20



Figure 8 : Poste de relevage

3.3.5. Prétraitement

3.3.5.1. Dégrillage

C'est un dégrilleur fin automatique d'espacement de 20 mm dont les autres caractéristiques sont indiquées dans le tableau 8. Son rôle consiste à débarrasser les eaux usées des polluants solides les plus volumineux qui pourront gêner les traitements ultérieurs voir endommager les équipements placés en aval.(Figure 9)

Tableau 8: Caractéristiques du dégrilleur (BENZID, 2013).

Désignation	Valeurs
Longueur	2,80 m
Largeur	1,50 m
Profondeur	0,62 m



Figure 9 : Dégraisseur fin

3.3.5.2. Dessablage-Déshuilage

C'est un ouvrage combiné de déshuilage-dessablage de forme cylindro-conique permettant, d'une part, la séparation du sable de l'eau, et d'autre part, favorisant l'accumulation des graisses et des huiles en surface (Figure 10). Ses caractéristiques sont représentées dans le tableau 9.

❖ Dessablage

Il permet la décantation sous l'effet de la gravité des résidus les plus denses de taille supérieure à 200 μm (sable et autres matières minérales) au fond de l'ouvrage. Une pompe à roue Vortex de débit de 30 m^3/h assure leur évacuation et des matières organiques vers un classificateur à sable (figure 11) avant d'être déposés en benne comme avec les résidus du dégrillage.

❖ Déshuilage (dégraissage)

Le principe de l'ouvrage c'est la « flottation » basée sur l'aération par une turbine installée à l'intérieur d'une jupe de diffusion. Les bulles d'air introduites dans la masse du liquide, émulsionnent les graisses figées qui remontent en surface et sont repoussés à la périphérie où elles sont raclées mécaniquement pour être stockées dans une citerne de capacité de 3 m^3 pour être ensuite évacuées à la décharge.

Tableau 9 : Caractéristiques de dessableur- déshuileur (BENZID, 2013).

Désignation	Valeurs
Diamètre	4,20 m
Hauteur verticale de l'effluent	1,5 m
Surface	13,85 m^2
Volume	34,00 m^3
Longueur	2,50 m
Angle cône	60°
Profondeur	1,66 m



Figure 10 : Dessableur-déshuileur



Figure 11 : Classificateur à sable

3.3.6. Traitement secondaire (biologique)

Pour compléter l'épuration de l'eau, on procède à un autre type de traitement (traitement biologique) qui est du type à boues activées à faible charge, fonctionnant en aération prolongée. Ce traitement, est effectué dans le compartiment aérobie par lequel les bactéries provoquent une oxydation directe des matières organiques des eaux usées à partir de l'oxygène dissous dans l'eau.

Les effluents rejoignent les bassins d'activation via un regard de répartition qui alimente les réacteurs biologiques et d'autres procédés que nous allons détailler dans ce qui suit :

3.3.6.1. Bassin de répartition

C'est un bassin dans lequel L'effluent brute, les boues recirculée et l'effluent du poste toutes eaux se rencontre dans ce bassin, ce qui réduira le risque de formation des boues flottantes. (Figure 12).

Les caractéristiques de ce bassin sont représentées dans le tableau suivant :

Tableau 10 : Caractéristiques du bassin de répartition(BENZID, 2013).

Désignation	Valeurs
Longueur	3 m
Largeur	2 m
Profondeur	3,9 m

3.3.6.2. Bassin d'aération

La station dispose de deux bassins biologiques rectangulaires fonctionnant en aération discontinue (figure 13). Ils ont les mêmes dimensions (tableau 11).

Chaque bassin est donc muni de 02 aérateurs de surface à hélices montés sur passerelles (fonctionnent en intermittence pendant 15 min et s'arrêtent 15 min), favorisant un brassage qui permet d'homogénéiser le mélange des floccs bactériens avec l'eau usée et d'éviter leur dépôt ainsi que la formation de biomasses (eaux + bactéries + boue). De

l'oxygène est utilisé pour stimuler l'activité des microorganismes aérobies et les rendre fonctionnelles dans le but de transformer la matière organique ; les bassins assurent la minéralisation des polluants hydrocarbonés ainsi qu'une partie infime de la pollution azotée. D'autre part, ils permettent, la nitrification partielle de l'azote ammoniacal et organique simultanément avec la transformation du phosphore en ortho phosphate qui sont contenus dans l'effluent brut.

De ce fait et à un certain stade, l'alimentation en oxygène pour les bassins biologiques est arrêtée pour permettre aux bactéries productrices d'oxygène d'agir.

Tableau 11 : Caractéristiques du bassin d'aération(BENZID, 2013).

Désignation	Valeurs
Longueur	23,00 m
Largeur	11,50 m
Profondeur	3,90 m



Figure 12 : Bassin de répartition



Figure 13 : Bassin d'aération

3.3.6.3.Dégazage

Le dégazeuse trouve en aval du bassin d'aération et en amont du clarificateur ses dimensions sont représentées dans le tableau 12.C'est un ouvrage qui permet une élimination des bulles contenues dans le mélange eau/boue. Ces bulles proviennent essentiellement de la formation des gaz ; O₂ et CO₂ s'échappant de l'eau au cours de réaction en aérobiose ou anoxie avec notamment la présence d'azote gazeux.

L'eau et la boue remontent des bassins par deux conduites séparées qui ont une hauteur assez importante puis redescendent dans le bassin de dégazages à une conduite souterraine vers le clarificateur (Figure 14).

Tableau N° 12 : Caractéristiques de dégazage(BENZID, 2013).

Désignation	Valeurs
Longueur	6,00 m
Largeur	2,00 m
Profondeur	3,90 m

3.3.6.4. Clarificateur

Un clarificateur, que l'on appelle également un décanteur, se présente sous la forme d'un bassin cylindro-conique, son objectif est de séparer liquide-solide entre la boue et l'eau épurée (Figure 15).

Le principe de fonctionnement du système est basé sur la clarification par sédimentation des boues dans la jupe de sédimentation puis le racleur de fond racle la boue décantée vers une goulotte périphérique réalisée à l'intérieur de l'ouvrage puis la boue est acheminée vers le puits à boue. Dans ce puits, une partie de la boue est recirculée, tandis qu'une autre partie est envoyée vers l'épaississeur de boues.

Le clarificateur présente les caractéristiques indiquées dans le tableau 13.

Tableau 13 : Caractéristiques de clarificateur (BENZID, 2013).

Désignation	Valeurs
Diamètre intérieur	16,00 m
Hauteur d'eau	2,50 m
Hauteur paroi	3,00 m



Figure 14 : Dégazeur



Figure 15 : Clarificateur

3.3.6.5. Poste toutes eaux

Il constitue « la poubelle » de la station. Il récupère l'ensemble des eaux usées liées à l'exploitation de la station. Ces dernières sont ensuite envoyées vers le bassin de répartition par deux pompes de refoulement (figure 16).



Figure 16 : Poste toutes eaux

3.3.6.6. Désinfection

La désinfection des eaux usées traitées vise la destruction des microorganismes pathogènes présents dans ces eaux. C'est un ouvrage dit de contact qui favorise l'homogénéisation de l'eau et du réactif désinfectant (eau de Javel). Il est à noter que cette étape n'est pas réalisée et les eaux issues du clarification font juste passage dans le bassin de contact pour rejoindre le milieu récepteur via un canal de sortie (Figure 17). Ces caractéristiques sont indiquées dans le tableau 14.

Tableau 14 : Caractéristiques de bassin de désinfection (BENZID, 2013).

Désignation	Valeurs
Longueur	8,00 m
Largeur	3,00 m
Profondeur	3,10 m
Hauteur d'effluent	2.0

3.3.6.7. Milieu récepteur

L'eau passe ensuite par un canal venturi qui a un débit nominal de 42 l/s pour être évacuée à la mer (Figure 18).



Figure 17 :Désinfection



Figure 18 :Canal venturi

3.3.7. Traitement des boues

3.3.7.1.Epaississeur

Un épaisseur des boues est un ouvrage sous forme cylindro-conique, ses caractéristiques représentées dans le tableau 15. Il reçoit les boues en excès des deux lignes de traitement (de clarificateur et de bassin de répartition)., Il est équipé d'un motoréducteur rotatif, génère un mouvement dans le bassin qui augmente le contact entre les différentes particules de boue et qui permet de herse la boue et de les débarrasser d'une partie de leurs eaux a fin d'obtenir une boue moins liquide et plus concentrée avant admission sur les lits de séchage (Figure 19).

Tableau N °15 : Caractéristiques de l'Epaississeur(BENZID, 2013).

Désignation	Valeurs
Diamètre intérieur	6,00 m
Hauteur de boues	2 ,90 m
Hauteur paroi	3,42 m

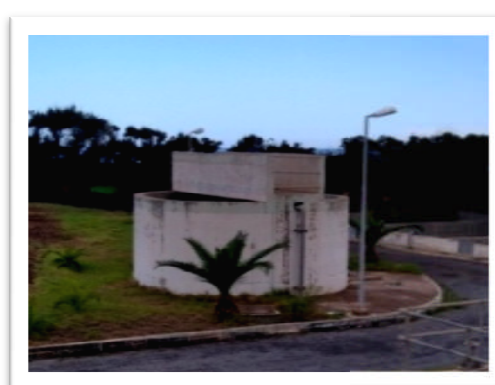


Figure 19 :Epaississeur Hers

3.3.7.2.Lits de séchage

Le lit de séchage est un ouvrage où se fait la déshydratation naturelle des boues. La STEP d'Azeffoun est munie de 10 lits de séchage avec une surface globale de 910 m².

Les boues sont extraites de l'épaississeur et transférées vers les lits de séchage dont la déshydratation passe par deux étapes ; la filtration naturelle à travers le lit avec une perte jusqu'à 80% de la teneur en eau et l'évaporation naturelle en fonction des conditions climatiques. La durée moyenne de séchage étant estimée à trois semaines, les boues sont ensuite ratissées manuellement, reprises et stockées dans un endroit approprié. Le produit peut être envoyé sur toutes les filières d'élimination et les eaux de drainage retournent en poste de relevage (Figure 20).



Figure 20 :Lit de séchage (Avant (à gauche) et après (droite) séchage)

B. Méthodologie de prélèvement et analyses

1. Prélèvement et échantillonnage

La méthode appliquée dans la station d'épuration d'Azeffoun est celle de l'échantillon composite. Avant de passer à la technique de l'échantillonnage il est nécessaire de respecter certaines conditions telles que :

- L'échantillon doit être homogène, représentatif et obtenu sans modifier les caractéristiques physicochimiques de l'eau.
- Le prélèvement des eaux brutes (Figure 21) se fait avant le prétraitement en amont du dégraisseur finet les eaux épurées (Figure 22) au niveau du canal de sortie.

En l'absence d'un préleveur automatique qui assure un échantillonnage sur les 24h, l'échantillonnage se fait manuellement. Il consiste à prélever manuellement, dans un contenant en verre, quatre à cinq fois par jour un volume déterminé pour l'eau brute (entrée) et l'eau épurée (sortie). Cet échantillon sera conservé au réfrigérateur à 4°C après avoir effectué quelques analyses journalières. Chaque volume prélevé sera bien mélangé avec tous les prélèvements précédents pour constituer un échantillon moyen en laissant l'échantillon à

la température ambiante pour l'analyser par la suite (durant les 24h le temps d'effectuer l'analyse).

Aussi, il y a des analyses qui se font sur place pour les boues de la station à savoir les boues des deux bassins d'aération et du bassin de répartition, boues évacuées et séchées.



Figure 21 : Eau brute **Figure 22 :** Eau épurée

2. Matériels et produits utilisés

Pour effectuer des analyses des eaux usées au niveau du laboratoire, nous avons besoin d'équipements et de solutions indiqués dans le tableau 16 :

Tableau 16 : Matériels et réactifs utilisés au niveau du laboratoire.

Matériels	Réactifs et solutions
- Four à moufle à 550° C. - Etuve. - Réacteur DCO. - Un incubateur+ DBO mètre à Oxytops - Conductimètre. - Spectrophotomètre. - Hôte. - PH mètre de paillasse. - Oxy mètre portatif. - Thermomètre. - Un réfrigérateur. - Balance analytique. - Plaque chauffante. - Dessiccateur en verre. - Dispositif de filtration. - Agitateur magnétique. - Verrerie de laboratoire. - Microscope Optique.	- NitraVer5. - NitraVer6. - Nitri Ver3. - Molybdate Réagent. - Amino Acide Réagent. - Salicylate ammoniacal. - Cyanurate ammoniacal. - Hydrogénophthalate de potassium. - Dichromate de potassium. - Acide sulfurique et sulfate d'argent. - Acide sulfurique pure. - Acide sulfurique 4 mol/l. - Sulfate de fer II et d'ammonium. - Sulfate de mercure. - Indicateur féroïen. - Hydroxyde de potassium (en pastilles). - Solutions tampons pour l'étalonnage de ph mètre (ph=4, ph=7). - Solution de calibrage du conductimètre. - Gel de silice. - Chlorure de sodium NaCl.

3. Analyse des eaux usées

Les analyses physico-chimiques ont été réalisées sur les échantillons prélevés sur les deux types d'eau brute et traitée. Ces analyses peuvent être résumées en :

- **Analyses quotidiennes** : C'est le cas de la température (T°), pH, conductivité et matières en suspension (MES).
- **Analyses complètes** : ce sont des analyses réalisées à des intervalles espacés, comme c'est le cas de la DBO₅, DCO, NO₂⁻, NO₃⁻, NH₄⁺, et PO₄³⁻.

Remarque : Durant toutes ces analyses, nous portons des gants et des blouses et à la fin de chaque travail, nous nous lavons les mains avec de l'eau de javel ou n'importe quel autre désinfectant.

3.1. Analyses quotidiennes

3.1.1. Potentiel hydrogène pH et température

Le pH et la température sont mesurés au laboratoire à l'aide d'un pH mètre électronique.

▪ **Mode opératoire**

- Etalonner d'abord le pH mètre,
- Verser une quantité de l'échantillon (entrée et sortie) dans un bécher à chaque prélèvement.
- Rincer la sonde de température et l'électrode à l'eau distillée et les plonger dans l'échantillon. Attendre jusqu'à ce que la mesure se stabilise et faire la lecture.

A la fin de la mesure, il faut rincer l'électrode avec l'eau distillée et la placer dans la solution de conservation NaCl.

3.1.2. Conductivité électrique

La conductivité électrique est mesurée à l'aide d'un conductimètre.

▪ **Mode opératoire**

- Etalonner le conductimètre puis plonger dans l'échantillon, la sonde de la conductivité dans les échantillons à analyser (à l'entrée et à la sortie de la STEP) pour ensuite effectuer la lecture avec une unité de micro siemens ($\mu\text{S}/\text{cm}$) ou bien milli siemens par centimètre.

3.1.3. Matières en suspension (MES)

L'appareil utilisé est le spectrophotomètre pour estimer les matières en suspension.

▪ **Mode opératoire**

- Prendre trois cuvettes de 10 ml et verser dans chacune 10 ml de l'échantillon :
 - Un échantillon de l'effluent à l'entrée de la STEP.

- Un échantillon de l'effluent à la sortie de la STEP.
 - Dans la troisième cuvette, on met de l'eau distillée (le blanc).
- Prendre le blanc, on l'essuie bien. On introduit dans l'appareil, on met le couvercle et on appuie sur «zéro ». On introduit l'échantillon et on appuie sur « Read ». C'est la valeur des MES.

3.2. Analyses complètes

3.2.1. Demande biologique en oxygène (DBO₅)

La méthode utilisée est la méthode manométrique avec Oxy Top (figure 23).

▪ Mode opératoire

- Mettre en marche l'incubateur DBO tout en réglant le thermostat à 20°C.
- Faire sortir l'échantillon du réfrigérateur et le laisser jusqu'à ce qu'il redevienne à la température de prélèvement (T° ambiante).
- Agiter un peu pour l'homogénéiser puis, préparer les flacons DBO, y introduire une quantité appropriée d'échantillon à analyser. Le volume de l'échantillon est défini comme suit :

Volume de l'échantillon	Echelle de mesure	Facteur
432 ml (sortie)	0-40 mgO ₂ /l	1
164 ml (entrée)	0-400 mgO ₂ /l	10

- Introduire un barreau magnétique dans chaque flacon.
- Placer une cupule dans le goulot de chaque flacon et on met 4 à 5 grains de KOH dans la cupule qui permettent d'absorber le CO₂ dégagé.
- Placer les Oxy top sur les flacons en les serrant bien et on appuie sur les deux boutons de l'Oxytops en même temps pour lancer une nouvelle lecture puis on place les bouteilles dans l'incubateur à 20° C sur des agitateurs magnétiques pendant 5 jours.
- Calculer la valeur finale de la DBO en multipliant les volumes d'eau obtenus (entrée et sortie) pendant 5 jours avec le facteur de correction donné.



Figure 23 : DBO mètre

3.2.2. Demande chimique en oxygène DCO

Nous avons adopté la méthode normalisée (réacteur DCO).

▪ Mode opératoire

- Prendre six tubes à essais : deux tubes pour le blanc, 02 pour l'étalon, 01 pour l'échantillon de l'entrée et 01 pour la sortie.
- mettre 10 ml d'eau distillé (pour le blanc).
- mettre 10 ml d'Hydrogénophthalate (pour l'étalon).
- Mettre 10 ml de l'eau d'entrée et 10 ml de celle de la sortie.
- Ajouter 5 ml de dichromate de potassium pour chaque tube.
- Ajouter 15 ml d'acide sulfurique – sulfate d'argent pour chaque tube.
- Mettre les tubes avec des réfrigérants dans le réacteur et à 150 °C pendant 2h.
- Contrôler la solution (sulfate de fer (II) et d'ammonium) : on met 5 ml de dichromate de potassium et on le dilue avec 45 ml d'acide sulfurique (4 mol / L) puis on ajoute 02 gouttes de ferroïne et on titre avec la solution sulfate de fer II et d'ammonium. Puis calculer la concentration en quantité de matière (C) de cette dernière selon la formule suivante :

$$C = 5 \times 0,040 \times 6 / V$$

La valeur de C doit être comme suit: $1,115 < C < 1,24$.

- Laisser les tubes refroidir puis on les titre avec la solution (sulfate de fer et d'ammonium) cela après l'ajout de deux gouttes de ferroïne pour chaque tube, on titre jusqu'à changement de couleur vers le marron (Figure 26).

Mode de calcul

La DCO est exprimée en mg/l et est donnée selon la formule suivante :

Avec :

$$\frac{8000 C (V_1 - V_2)}{V_0}$$

C : Concentration en quantité de matière, exprimée en moles par litre, de la solution de sulfate de fer et d'ammonium calculée selon 5.4.

V₀ : Volume, en ml de la prise d'essai avant dilution.

V₁ : Volume, en ml de la solution de sulfate de fer et d'ammonium (5.4) utilisé pour l'essai à blanc.

V₂ : Volume, en ml de la solution de sulfate de fer et d'ammonium (5.4) utilisé pour la détermination (étalon et l'échantillon).

8000 : Masse molaire en mg/l, de $\frac{1}{2} O_2$.

3.2.3. Mesure de l'ammoniaque (NH_4)

La méthode utilisée est spectrophotométrique (HACH).

- **Mode opératoire**

- **Eau d'entrée (Figure 24) et eau de sortie (Figure 25)**

- Remplir trois cuves carrées jusqu'au trait de 10 ml ; une avec l'échantillon de l'entrée, une avec l'échantillon de la sortie et l'autre avec de l'eau désionisée.
- Transférer le contenu d'une pochette de réactif au salicylate d'ammoniaque dans chaque cuve. Boucher et agiter jusqu'à dissolution du réactif en poudre.
- Appuyer sur l'icône représentant la minuterie. Appuyer sur OK. Une période de réaction de 3 min va commencer.
- Lorsque la minuterie retentit, transférer le contenu d'une pochette de réactif au Cyanurate d'ammoniaque dans chaque cuve. Boucher et agiter jusqu'à dissolution du réactif en poudre.
- Appuyer sur l'icône représentant la minuterie. Appuyer sur OK. Une période de réaction de 15 min va commencer. Une coloration verte apparaîtra en cas de présence d'azote ammoniacal.
- Lorsque la minuterie retentit, essuyer l'extérieur du blanc et l'introduire dans le compartiment de cuve. Sélectionner sur l'écran : Zéro, indication à l'écran : 0.00 mg/l $\text{NH}_3\text{-N}$
- Essuyer l'extérieur de la cuve contenant l'échantillon préparé et l'introduire dans le compartiment de cuve.
- Sélectionner sur l'écran : Mesurer. Les résultats sont indiqués en mg/l $\text{NH}_3\text{-N}$.



Figure 24 : Eau d'entré



Figure 25 : Eau de sortie

3.2.4. Mesure de Nitrite (NO_2^-)

La méthode utilisée c'est la méthode spectrophotométrique (HACH).

- **Mode opératoire**

- **Eau d'entrée (Figure 26) et eau de sortie (Figure 27)**

- Remplir un cuve carrée jusqu'au trait de 10 ml avec l'échantillon
- Transférer le contenu d'une pochette de réactif pour nitrite NitriVer 3 dans la cuve ronde. Agiter pour homogénéiser jusqu'à dissolution de la poudre.

- Une coloration rose se développera en présence de nitrites.
- Appuyer sur l'icône représentant la minuterie. Appuyer sur OK. Une période de réaction de 20 min va commencer.
- Remplir une autre cuve carrée jusqu'au trait de 10 ml avec l'échantillon.
- Essuyer l'extérieur du blanc et l'introduire dans le compartiment de cuve. Sélectionner sur l'écran : zéro, indication à l'écran : 0,000 mg/l $\text{NO}_2\text{-N}$.
- Essuyer l'extérieur de la cuve contenant l'échantillon préparé et l'introduire dans le compartiment de cuve.
- Sélectionner sur l'écran : Mesurer. Les résultats sont indiqués en mg/l.



Figure 26 : Eau d'entrée

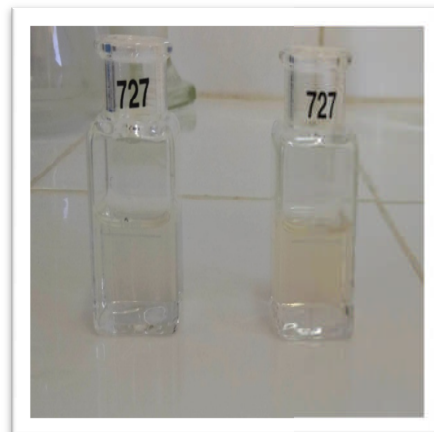


Figure 27: Eau de sortie

3.2.5. Mesure des Nitrates (NO_3^-)

La méthode utilisée est spectrophotométrique (HACH).

▪ Mode opératoire

• Eau d'entrée (Figure 28)

- Remplir une éprouvette graduée de 25 ml jusqu'au trait de 15ml avec l'échantillon
- Transférer le contenu d'une pochette de réactif Nitra Ver 6 dans l'éprouvette. Boucher l'éprouvette.
- Appuyer sur l'icône représentant la minuterie. Appuyer sur ok, une période de réaction de 3 min va commencer.
- Agiter énergiquement l'éprouvette pendant 3 min
- Lorsque la minuterie retentit, appuyer sur Ok et une période de réaction de 2 min va commencer.
- Lorsque la minuterie retentit, transférer avec précaution 10 ml de l'échantillon dans une cuve carrée. prendre soin de ne pas transférer de particules de cadmium.
- Préparation de l'échantillon : transférer le contenu d'une pochette de réactif Nitri Ver 3 dans la cuve (l'échantillon préparé).
- Appuyer sur l'icône représentant la minuterie. Appuyer sur ok .une période de 30 secondes va commencer.
- Agiter doucement la cuve pendant 30 secondes.

Une

- Appuyer sur l'icône représentant la minuterie. Appuyer sur ok. Une période de réaction de 15 min va commencer
- Préparation du blanc : Lorsque la minuterie retentit, remplir une autre cuve carrée jusqu' au trait de 10 ml avec l'échantillon original.
- Essuyer l'extérieur du blanc et l'introduire dans le compartiment de cuve. Sélectionner sur l'écran : 0.00 mg / L NO_3^- -N
- Essuyer l'extérieur de la cuve contenant l'échantillon préparé et l'introduire dans le compartiment de cuve.
- Sélectionner sur l'écran : mesurer. Les résultats sont exprimés en mg/L NO_3^- -N.
- **Eau de la sortie (Figure 29)**
 - Remplir une cuve carrée de 10 ml avec l'échantillon.
 - Transférer le contenu d'une pochette de réactif pour nitrate NitraVer 5 dans la cuve. Boucher.
 - Appuyer sur OK. Une période de réaction de 1 min va commencer.
 - Agiter énergiquement la cuve jusqu'à ce que la minuterie retentisse.
 - Lorsque la minuterie retentit, appuyer sue OK. Appuyer de nouveau sur l'icône représentant la minuterie. Appuyer sur OK. Une période de réaction de 5 min va commencer. Une coloration ambre apparaitre en présence de nitrates.
 - Lorsque la minuterie retentit, remplir une cuvette carrée jusqu'au trait de 10 ml avec l'échantillon.
 - Essuyer l'extérieur du blanc et l'introduire dans le compartiment de cuve. Sélectionner sur l'écran : 0.0 mg/l NO_3^- -N.
 - Dans la minute suivant le retentissement de la minuterie, essuyer l'extérieur de la cuve contenant l'échantillon préparé et l'introduire dans le compartiment de cuve.
 - Sélectionner sur l'écran : Mesurer. les résultats sont indiqués en mg/l NO_3^- -N.

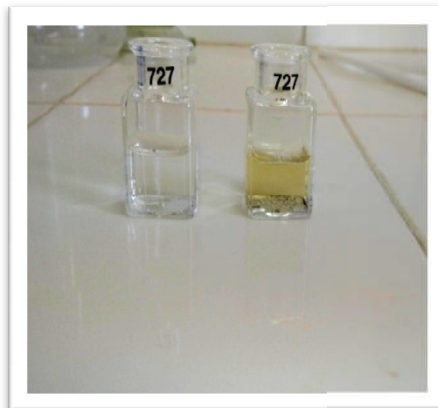
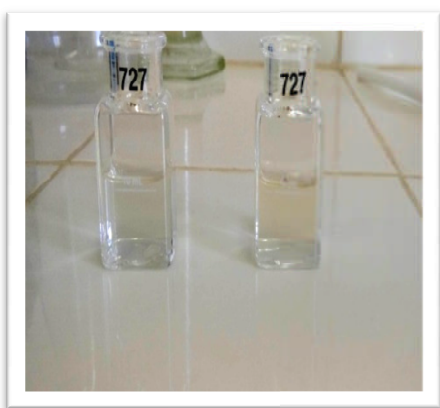


Figure 28: Eau d'entrée **Figure 29 :** Eau de sortie

3.2.6. Mesure des ortho phosphates (PO_4^{3-})

La méthode utilisée la méthode spectrophotométrique (HACH).

▪ Mode opératoire

- Eau d'entrée (Figure 30) et eau de sortie (Figure 31)

- prendre 25 ml d'échantillon.
- rincer a l'eau distillée puis on remplit les cuvettes.
- pipeter 1ml de molybdate puis 1ml d'acide-amine. Boucher et retourner plusieurs fois pour mélanger.
- Une période de réaction de 10 min commence, On remarque un changement de couleur au bleu en présence de PO_4^{3-} .
- Verser 25 ml d'échantillon (le blanc) dans une cuve.
- Lorsque le minuteur sonne, placer le blanc dans le puits de mesure. Ajuster le capot de l'appareil pour couvrir la cuvette. Sélectionner sur l'écran : Zéro, indication à l'écran : 0.00 mg/l PO_4^{3-} -P.
- Essuyer l'extérieur de la cuve contenant l'échantillon préparé et l'introduire dans le compartiment de cuve.
- Sélectionner sur l'écran : Mesurer. Les résultats sont indiqués en mg/l.



Figure 30 : Eau d'entrée

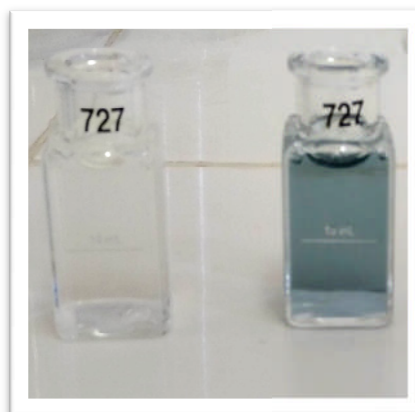


Figure 31 : Eau de sortie

3.2.7. Etude comparative des rendements épuratoires :

Le rendement épuratoire est un rendement minimale calculé en faisant de rapport entre la pollution sortante et la pollution entrante dans la station ; il définit donc le pourcentage d'abattement de ces paramètres de pollution (MES, DBO_5 , DCO). Dans le but d'évaluer l'efficacité de traitement de la STEP.

Le rendement épuratoire calculé par la formule suivante :

$$\frac{E - S}{E} \times 100$$

E : La valeur à l'entrée S : La valeur à la sortie

4. Analyses de boue

4.1. Matière sèche

La boue est essentiellement constituée d'eau et de matières sèches (MS). Cette dernière est constituée de la matière minérale et de la matière organique qui sont appelées matières volatiles sèches. La (MS) s'exprime en mg/l ou en pourcentage. Elle est déterminée par séchage à 105°C.

▪ Mode opératoire

- Peser 03 papiers filtre (P0) ; l'un pour le BA₁, l'autre pour le BA₂ et le 3^{ème} pour la boue de retour et les placer chacun sur un entonnoir.
- Placer chaque entonnoir sur un bécher.
- Verser 100 ml de l'échantillon de boue et laisser filtrer (Figure 32).
- Après filtration, on met le papier filtre dans une coupelle
- Sécher à l'étuve à 105 °C jusqu'à obtention d'un poids constant (Figure 32).
- Puis on le met se refroidir dans le dessiccateur (Figure 32).
- Peser le filtre pour une deuxième fois, soit P1.
- La concentration des MS est obtenue selon la formule :

$$MS = \frac{(P1 - P0) \times 1000 \text{ (g/l)}}{V}$$

Avec :

MS : Matières sèches

V : Volume de l'échantillon

P0 : Poids du papier filtre

P1 : Poids du filtre avec boues après séchage à 105°C.

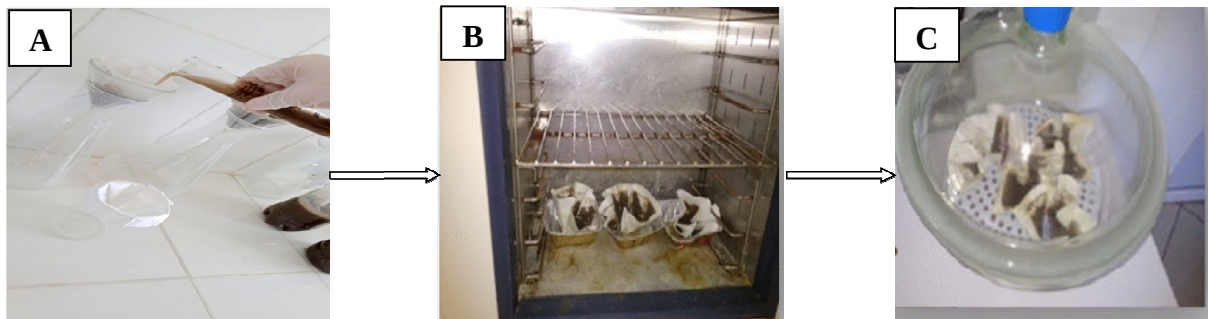


Figure 32 : A : Filtration ; B : Séchage ; C : Refroidissement

4.2. Test de décantation (V₃₀)

C'est le volume de boue décanté au bout de 30 minutes, exprimé en ml/L. Ce test permet de mesurer l'aptitude des boues à la décantation et d'évaluer la concentration de la boue, Ces valeurs sont nécessaires pour les réglages de l'extraction et de la recirculation, de faciliter le diagnostic de principales origines de dysfonctionnement du traitement.

▪ Mode opératoire

- Après 15 min de marche de l'aérateur, on prélève deux échantillons ; l'un au niveau de BA₁, l'autre au niveau de BA₂ et un échantillon d'eau épurée au niveau du canal de sortie.

- Remplir deux éprouvettes de 1000 ml avec 1L de boue de BA₁ et BA₂, qu'on a préalablement bien mélangé (Figure 33). On pose les éprouvettes sur un support stable.
- Après 30 min, on note le niveau de boue dans les éprouvettes (Figure 33), cette valeur notée est le V₃₀ exprimé en ml/L
- Le V₃₀ doit être inférieur à 300 ml / l ; dans ce cas le calcul de l'indice de MOHLMAN est le suivant :

$$IM = V_{30} / [MES]$$

- Si le V₃₀ est supérieur à 300 ml/l il faut tenir compte de la dilution par exemple :

Dilution au ½ → 500 ml de boue + 500 ml d'eau épurée → dilution 2

Dilution au ¼ → 250 ml de boue + 750 ml d'eau épurée → dilution 4

Dans ce cas le calcul de l'indice de boue est le suivant :

$$IB = (V_{30} / [MES]) \times \text{facteur de dilution}$$

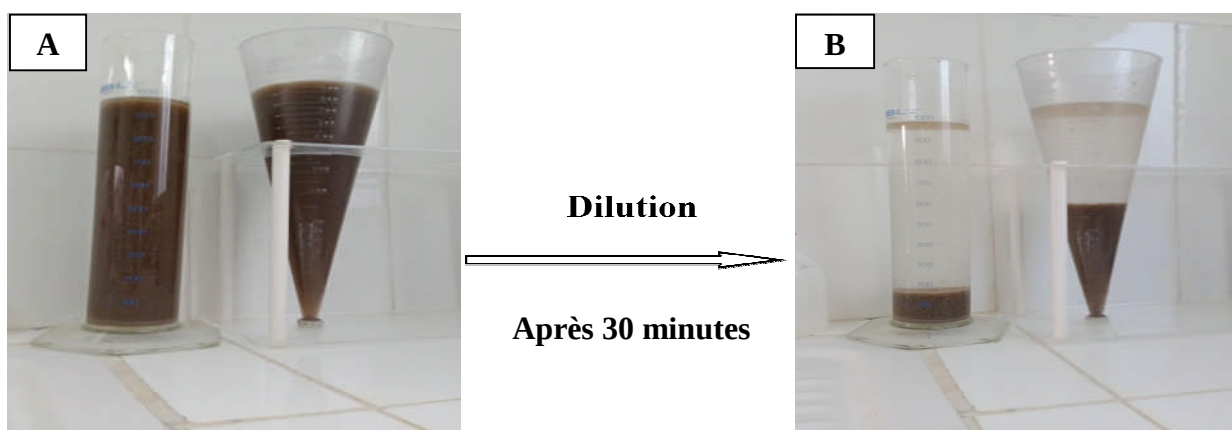


Figure 33 :A : Avant décantation de boue ; B : Après décantation de boue

4.3.Matières volatiles sèches MVS

Les MVS désignent la partie des matières en suspension susceptibles d'être volatilisées à 550°C., La concentration des MVS est généralement exprimée en pourcentage. Le contrôle de ce paramètre permet de suivre la stabilité de la boue et son aptitude à divers traitements.

▪ Mode opératoire

- Peser 03 coupelles en porcelaine (P0) ; l'une pour le BA₁, l'autre pour le BA₂, et la 3^{ème} pour la boue de retour.
- Introduire un échantillon de boue dans chaque coupelle (Figure 34).
- Placer les coupelles dans l'étuve à 105°C, jusqu'à évaporation totale (Figure 34).
- Après refroidissement dans le dessiccateur, peser les coupelles (P1).
- Dans un four à moufle, calciner à 550°C pendant 2 heures (Figure 34).

- Après calcination et refroidissement, peser la coupelle (P2) (Figure 34).
- Par la relation suivante, on détermine la concentration des MVS :

$$\text{MVS} = \frac{P1 - P2}{P1 - P0} \times 100$$

Avec :

MVS : matières volatiles sèches

P0 : poids de la coupelle vide (g)

P1 : poids de la coupelle + boue après séchage (g)

P2 : poids de la coupelle + boue après calcination (g).

P0 :

P1 : poids

P2 : poids

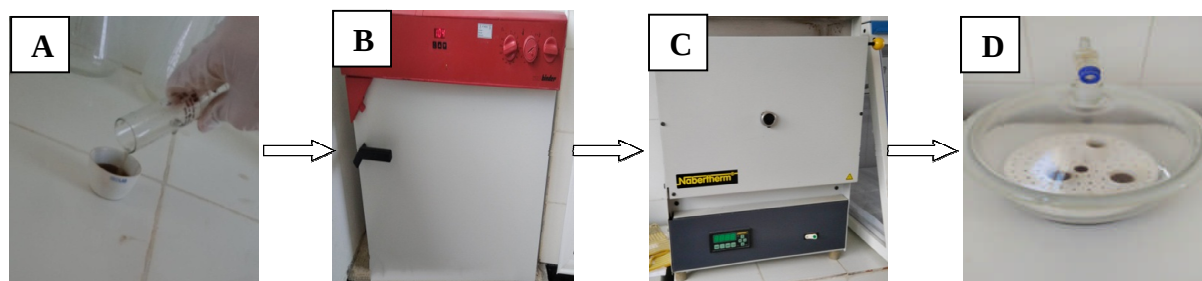


Figure 34 : A : Echantillon de boue ; B : Etuve à 105°C ; C : Four à 550°C ; D : Dessiccateur

4.4. Siccité

La boue est constituée d'eau et de matières sèches (MS). Le pourcentage en eau représente l'humidité et le pourcentage en matières sèches représente la **Siccité**.

$$\begin{aligned} \text{Boues} &= \text{Eau} + \text{Matières Sèches} \\ 100\% &= \text{Humidité (\%)} + \text{Siccité (\%)} \end{aligned}$$

▪ Mode opératoire

- Après presque trois semaines de séchage de boue dans le lit de séchage, et avant l'extraction, on prend un échantillon.
- Introduire dans une coupelle de poids connue (P₀), une quantité de boue humide (Figure 35).
- Peser de nouveau la coupelle : c'est le poids (P₁).
- Placer la coupelle dans une étuve à 105°C jusqu'à évaporation totale de l'eau (Séchage de boue) (Figure 35).
- Après refroidissement dans le dessiccateur, la coupelle est pesée ; c'est le poids (P₂).

La siccité est déterminée par la formule suivante :

Avec :

$$\frac{(P2 - P0)}{(P1 - P0)} \times 100$$

P0 : poids de la coupelle vide.

P1 : poids de la coupelle + boue humide.

P2 : poids de la coupelle + boue sèche.



Figure 35 :A : Boue humide ; B : Boue séchée

5. Observation microscopique de boue

L'observation microscopique d'une boue activée est indispensable pour faciliter la compréhension de la fonction d'une STEP.

On fait l'observation microscopique de la boue activée de la STEP d'Azeffoun pour détecter et suivre la population de bactéries protozoaires et métazoaires ainsi que les bactéries filamenteuses du bassin d'aération.

Le prélèvement de l'échantillon se fera à l'endroit du bassin d'aération où le brassage est maximum.

▪ Mode opératoire

- Une goutte d'échantillon est prélevée avec une pipette et déposée au centre d'une lame propre.
- Une lamelle est placée sur la lame de façon à recouvrir et étaler la goutte.
- Une légère pression est appliquée afin de répartir le liquide sous la lamelle en une très fine couche.
- L'observation se fait par un microscope optique en lumière directe avec l'objectif 100X.

6. Méthode d'analyse statistique

Le traitement des résultats obtenus de quelques paramètres physico-chimiques (Température, pH, conductivité, MES) a été réalisé avec le logiciel R.3.0.2. Le test de Student pour un seul échantillon a été réalisé en vue de comparer, pour chaque variable étudiée, la moyenne obtenue dans l'eau brute et l'eau épurée.

L'interprétation des résultats se fera sur la base de l'analyse des paramètres physico-chimiques des eaux usées (Annexe 04) et les analyses statistiques (Annexe 05), l'analyse de boue d'épuration et l'observation microscopique de la microfaune de boue.

1. Paramètres physico-chimiques et biochimiques

1.1. Température

La figure 36 représente les variations des valeurs de la température des eaux brute et épurée de la STEP en fonction de la période d'étude.

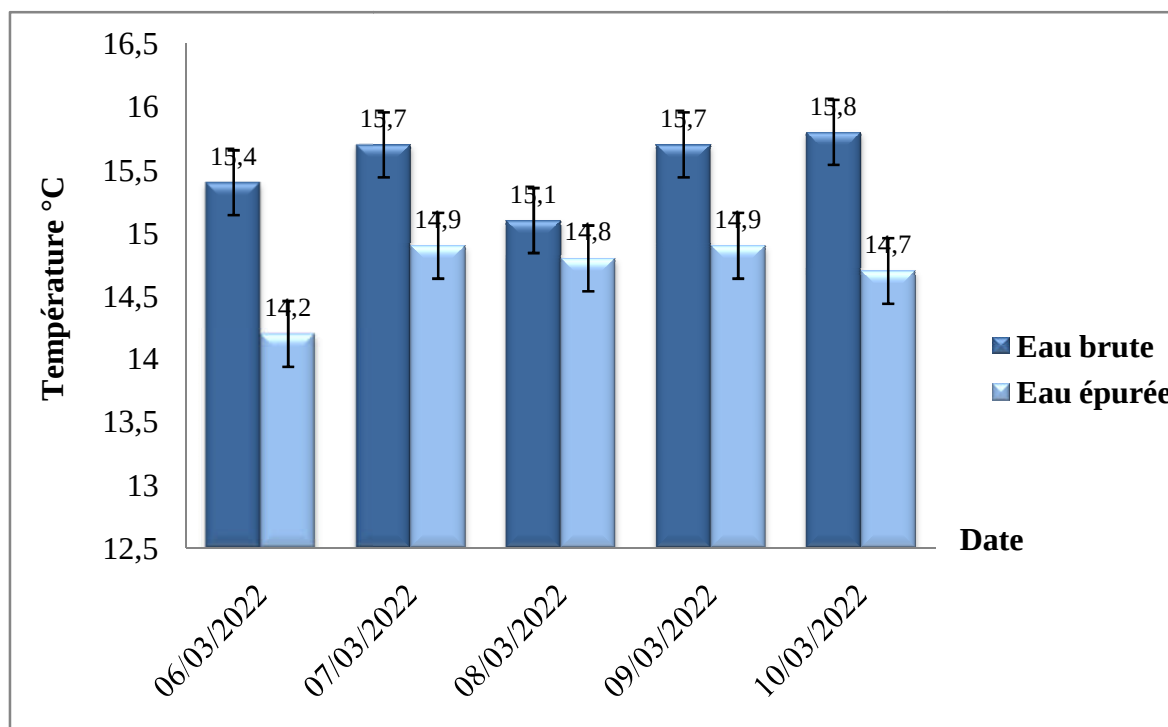


Figure 36 : Température quotidienne moyenne de l'eau brute et de l'eau épurée de la STEP d'Azeffoun

Les valeurs de la température de l'eau brute sont comprises entre 15,1 et 15,8 °C avec une moyenne de 15,54 °C et celle de l'eau épurée, elles varient entre 14,2 et 14,9 °C avec une moyenne de 14,70 °C.

D'après ces résultats, nous remarquons que la température de l'effluent traité est inférieure à celle de l'eau brute. Cette diminution indique que la vitesse des réactions est ralentie entraînant ainsi le ralentissement de l'activité de la biomasse épuratrice. Nous constatons aussi que la température est relative à l'heure du prélèvement et aux conditions météorologiques.

Les résultats du test Student d'un seul échantillon (Annexe 05) ont révélés qu'il y'a une différence significative entre la température de l'eau brute et celle de l'eau épurée et que les valeurs relevées à la STEP restent inférieures à 30°C. Nous pouvons conclure que le

traitement a un effet sur la température et nous déduisons que ses valeurs sont conformes à la norme indiquée par l'OMS.

1.2. Potentiel d'hydrogène (pH)

Les mesures du pH de l'eau brute et de l'eau épurée de la STEP durant la période considérée sont représentées dans la figure 37.

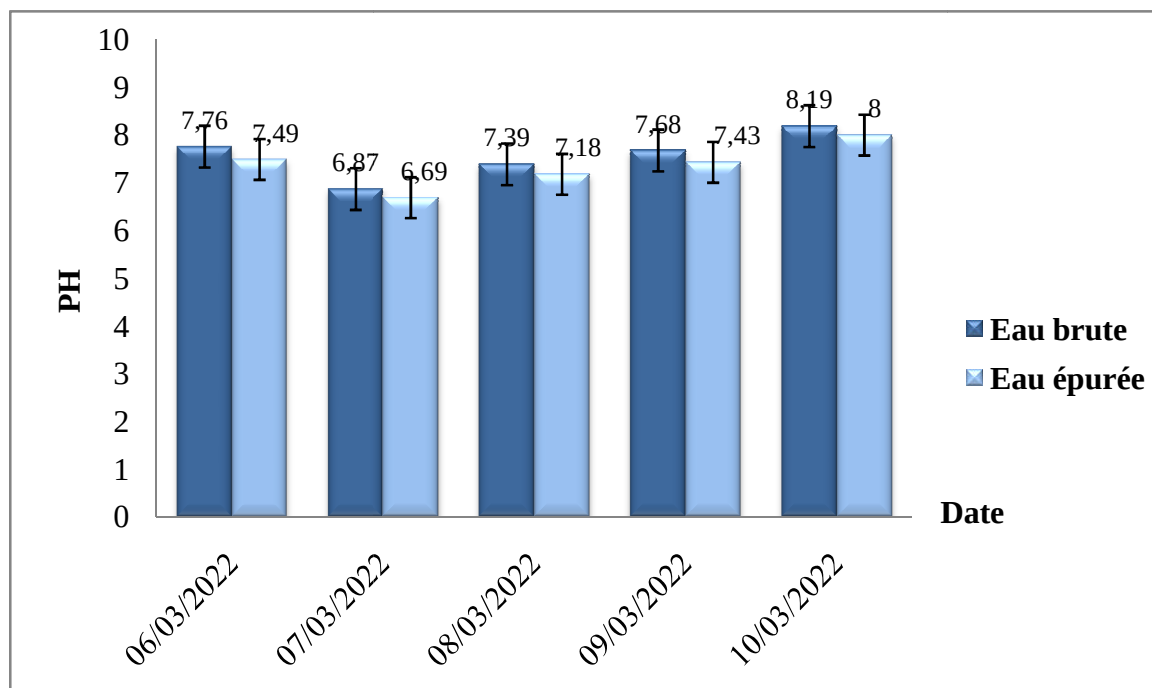


Figure 37 : Valeurs quotidiennes du pH de l'eau brute et de l'eau épurée de la STEP d'Azeffoun.

Les valeurs de pH de l'eau brute varient entre 6,87 et 8,19 avec une moyenne de 7,57, pour l'eau épurée. Ces valeurs oscillent aussi entre 6,69 et 8 avec une moyenne de 7,36 pour l'eau brute. Le pH de ces eaux est relativement proche de la neutralité et constitue un élément important pour définir le caractère agressif d'une eau comme il indique l'acidité et l'alcalinité de cette dernière.

La valeur de pH de l'eau avant le traitement est de (7,57), elle se situe dans l'intervalle (6,5 et 8,5) qui est la plus favorable pour l'activité de la biomasse microbienne.

Les résultats de test Student d'un seul échantillon (Annexe 5) ont révélés qu'il n'y a pas une différence significative entre le pH de l'eau brute et celui de l'eau épurée. Nous pouvons conclure que le traitement n'a pas d'effet sur le pH et que ses valeurs sont conformes à la norme fixées par l'OMS.

1.3. Conductivité électrique (CE)

Les mesures de la CE de l'eau brute et épurée de la STEP durant la période considérée sont représentées dans la figure 38.

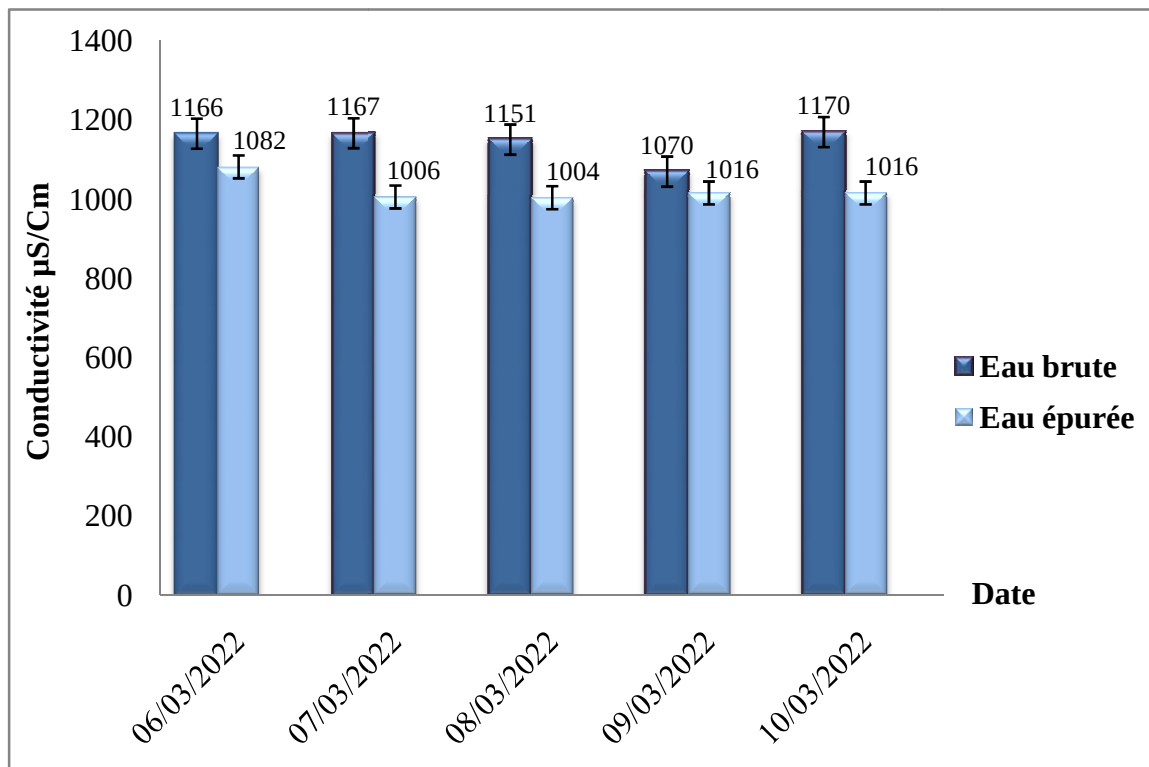


Figure 38 : Valeurs quotidiennes de la conductivité de l'eau brute et de l'eau épurée de la STEP d'Azeffoun

Les valeurs enregistrées sont comprises entre 1070 et 1170 $\mu\text{S/cm}$ avec une moyenne de 1145 $\mu\text{S/cm}$ pour l'eau brute et entre 1004 et 1082 $\mu\text{S/cm}$ avec une moyenne de 1025 $\mu\text{S/cm}$ pour l'eau épurée.

Nous constatons que les valeurs de la conductivité à l'entrée de la STEP sont élevées ce qui met en évidence une minéralisation excessive (conductivité $> 1000 \mu\text{S/cm}$) (RODIER, 2005) due principalement à la charge polluante. Cependant, après le traitement, nous remarquons une diminution qui pourrait être expliquée par la sédimentation des sels minéraux dans le décanteur qui se sont concentrés dans les boues. La CE est influencée par la température, la nature des ions libérés et leur concentration dans les eaux (HALIL et MOULOUDJ, 2018).

Les résultats de test Student d'un seul échantillon (Annexe 05) ont montrés qu'il y'a une déférence hautement significative entre la CE de l'eau brute et celle de l'eau épurée. Nous pouvons conclure que le traitement a un effet sur la CE et que ses valeurs sont conforme la norme fixée par l'OMS.

1.4. Matières en suspension (MES)

Les valeurs des matières en suspension enregistrées pour les eaux brutes et traitées de la STEP sont représentées sur la figure 39.

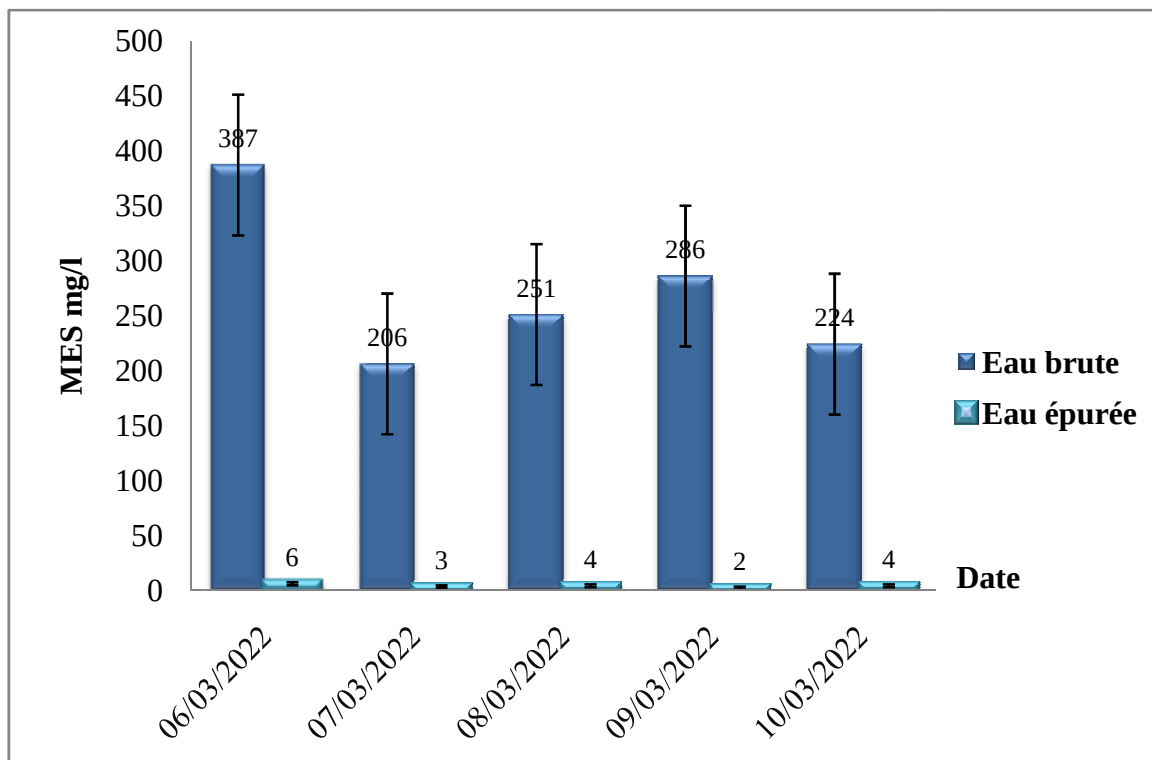


Figure 39 : Concentration hebdomadaire des MES (mg/l) de l'eau brute et de l'eau épurée de la STEP d'Azeffoun.

Selon les résultats de la figure ci-dessus nous constatons que les quantités des MES à l'entrée (eau brute) de la STEP varient entre 206 mg/l et 387 mg/l avec une moyenne de 271 mg/l. A la sortie (eau épurée), elles varient entre 2 et 6 mg/l avec une moyenne de 4 mg/l.

D'après ces résultats nous constatons des concentrations élevées des MES à l'entrée ; ce qui peut s'expliquer par la charge importante de la pollution de l'effluent. Par contre, elles sont faibles à la sortie, cette diminution serait due à la décantation des matières au niveau de clarificateur. Elles restent cependant, inférieures à la norme de rejet (30 mg/l), cela indique un bon traitement de ces eaux et donc elles peuvent être déversées dans la mer.

Les résultats du test de Student d'un seul échantillon (Annexe05) ont révélés qu'il y'a une différence hautement significative entre les MES de l'eau brute et celles de l'eau épurée. Nous pouvons conclure que le traitement a un effet sur les MES et que ses valeurs sont conformes à la norme fixée par l'OMS.

1.5. Demande chimique en oxygène (DCO)

Les valeurs de la DCO enregistrées pour les eaux brutes et traitées de la STEP en fonction de la période d'étude sont représentées sur la figure 40.

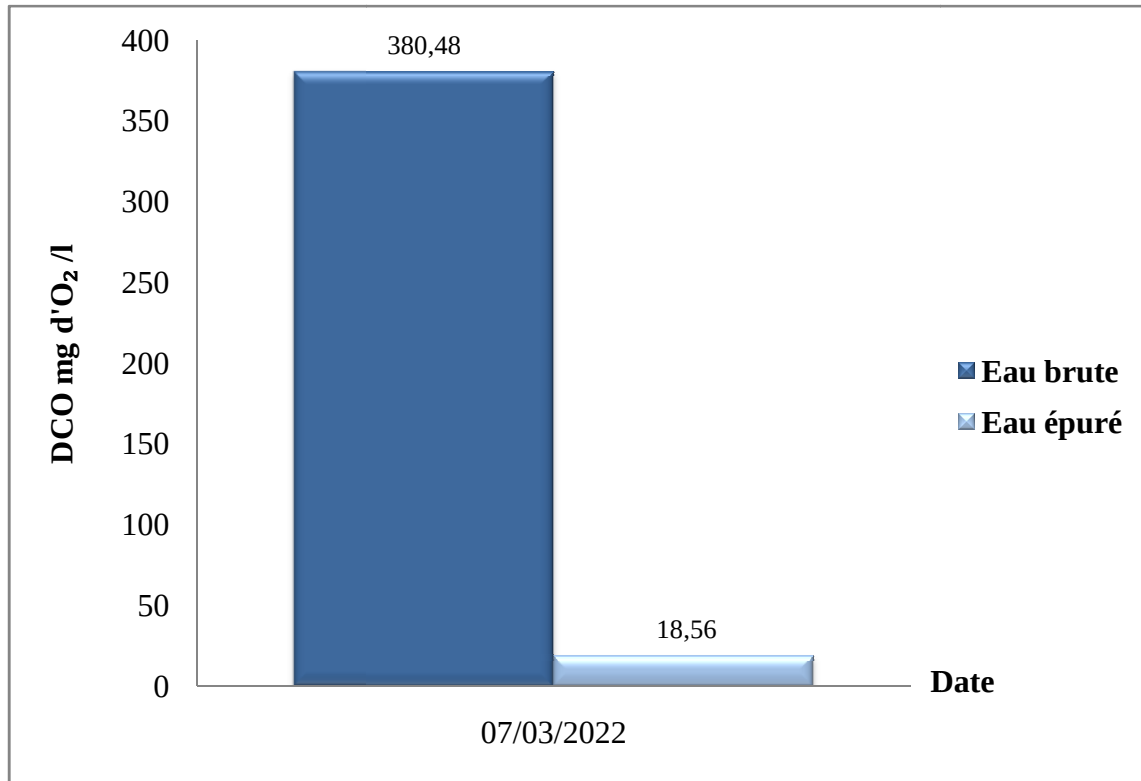


Figure 40 : Concentration en DCO (mg d'O₂/l) de l'eau brute et de l'eau épurée de la STEP d'Azeffoun.

La demande chimique en oxygène DCO, est une indication sur les quantités de substances organiques et chimiquement oxydables présentes dans l'eau (BLIFFERT et PERRAUD, 2001).

Les valeurs de la DCO enregistrées sont de 380,48 mg d'O₂/l pour l'eau brute et 18,56 < 30 mg d'O₂/l pour l'eau épurée. La réduction de la concentration de la DCO pour l'eau épurée serait, due à la dégradation de la matière organique biodégradable et minérale non biodégradable, Ce qui fait que cette concentration après traitement soit conforme à la norme de rejets indiquée l'OMS qui est de 90 mg/l.

1.6. Demande biochimique en oxygène (DBO₅)

Les valeurs de la DBO₅ enregistrées pour les eaux brutes et traitées de la STEP durant la période d'étude sont représentées par la figure 41.

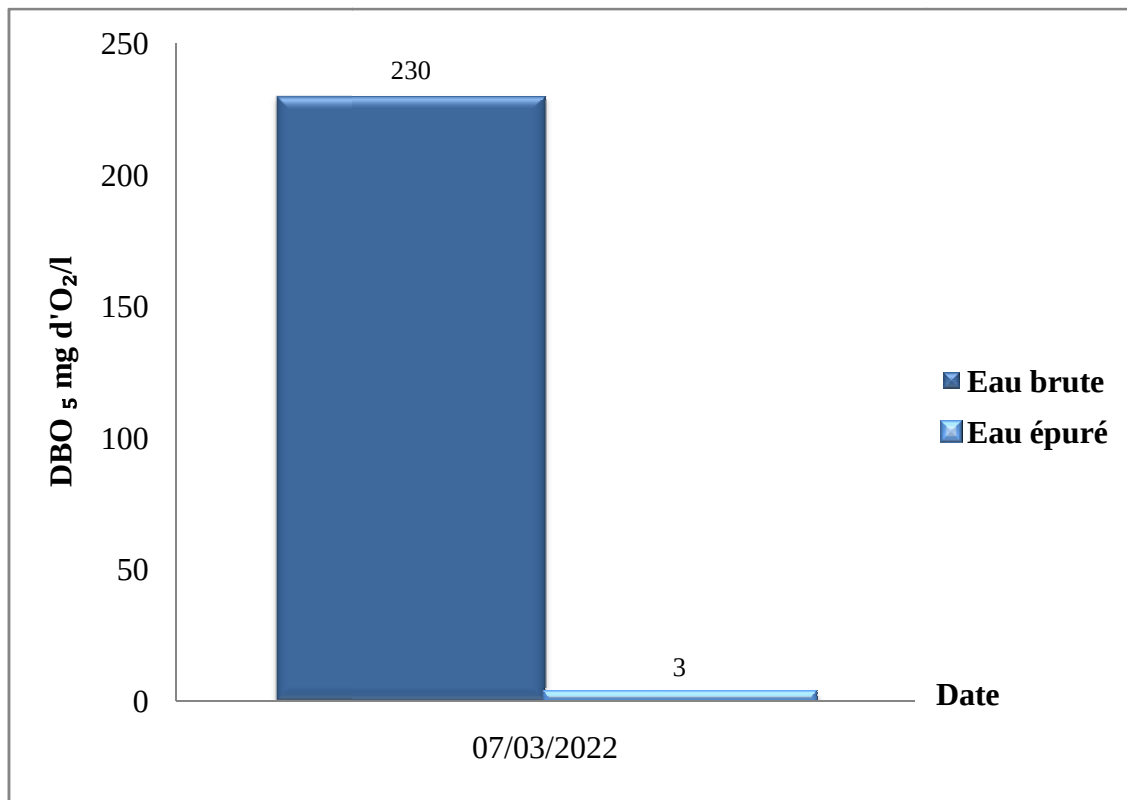


Figure 41 : Concentration en DBO₅ (mg d'O₂/l) de l'eau brute et de l'eau épurée de la STEP d'Azeffoun

Les valeurs de la DBO₅ enregistrées sont de 230 mg d'O₂/l pour l'eau brute et de 3mg d'O₂/l pour l'eau épurée ; cette valeur est inférieure à la norme fixée par l'OMS (30 mg/l), cela serait dû à la diminution du taux de la matière organique. Cette action réduit les populations des microorganismes chargées de la pollution biodégradable (MO). La quantité d'oxygène consommée est ainsi réduite.

- **Biodégradabilité :**

Le rapport entre la DCO et la DBO₅ permet de caractériser la nature de l'effluent en entrée de la STEP. Selon le coefficient de biodégradabilité (K) sa moyenne est de 1,65 qui varie entre 1,5 et 2,5 (LADJEL, 2004) ; Ce qui nous permet de conclure que l'effluent étudié est moyennement biodégradable, ce qui confirme que les eaux usées traitées au niveau de la STEP d'Azeffoun sont d'origine domestiques.

1.7. Matières azotées

L'azote est présent dans les effluents sous différentes formes. Les concentrations en NH₄⁺, en NO₂⁻ et en NO₃⁻ dans l'eau brute et dans l'eau traitée, est présentée dans les figures ci-dessous (Figure 42, 43, 44) :

1.7.1. Azote ammoniacal (NH_4^+)

Les résultats de l'analyse des concentrations en NH_4^+ pour l'eau brute et l'eau épurée de la STEP sont reportés sur la figure 42.

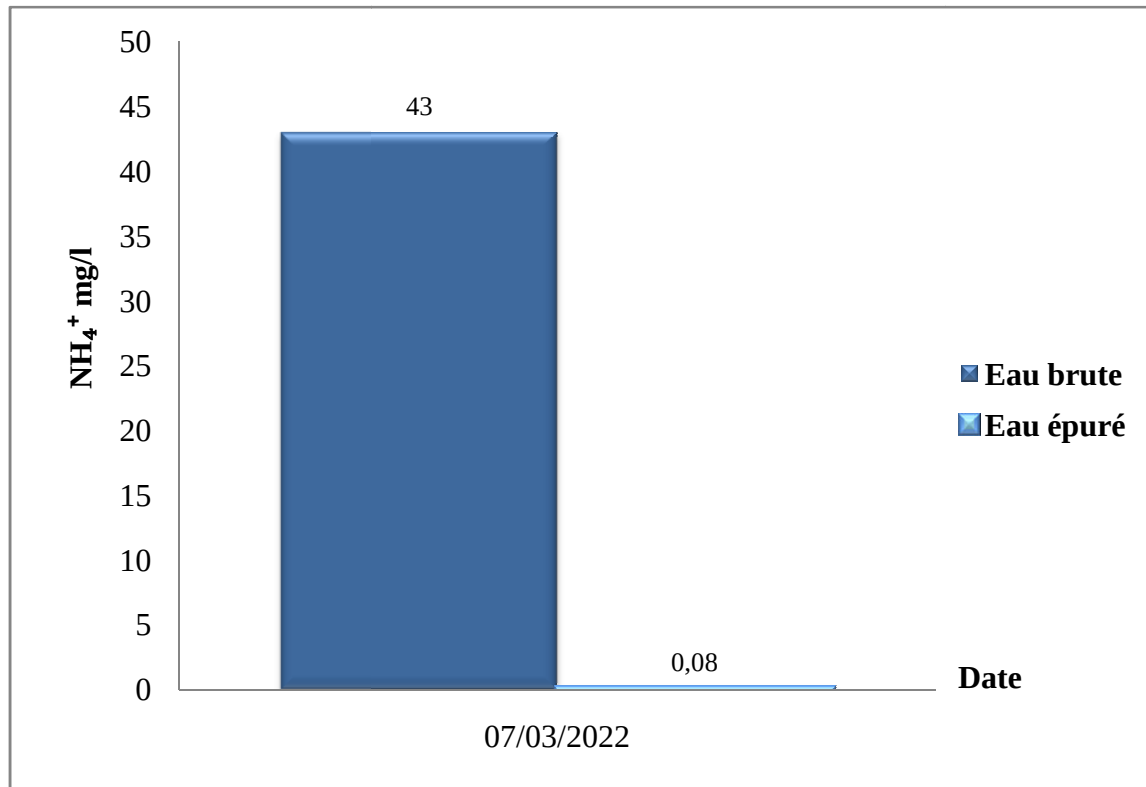


Figure 42 : Teneurs en NH_4^+ (mg/l) de l'eau brute et de l'eau épurée de la STEP d'Azeffoun

La teneur en NH_4^+ de l'eau brute est de 43 mg/l. Cette forte concentration est un indicateur de la présence d'une importante pollution azotée qui proviendrait principalement des rejets directs des êtres vivants (urine) et de la décomposition de l'azote organique par les micro-organismes. Pour l'eau épurée, cette valeur est de 0,08 mg/l ; elle est nettement faible en raison, probablement du type du processus à boue activée qui permet l'élimination presque de la quasi-totalité, de l'ammonium par le mécanisme de nitrification par les bactéries. Cette forte concentration est un indicateur de la présence d'une importante pollution azotée qui provient principalement nitrifiantes dans le bassin d'aération dans le bassin d'aération, Nous pouvons dire que cette valeur est conforme à la norme OMS de rejet qui est de 0,5 mg/l. Le NH_4^+ est oxydé en nitrite puis en nitrate par la consommation de l'oxygène.

1.7.2. Nitrite (NO_2^-)

Les résultats de l'analyse des concentrations en (NO_2^-) pour l'eau brute et l'eau épurée de la STEP sont représentés sur la figure 43.

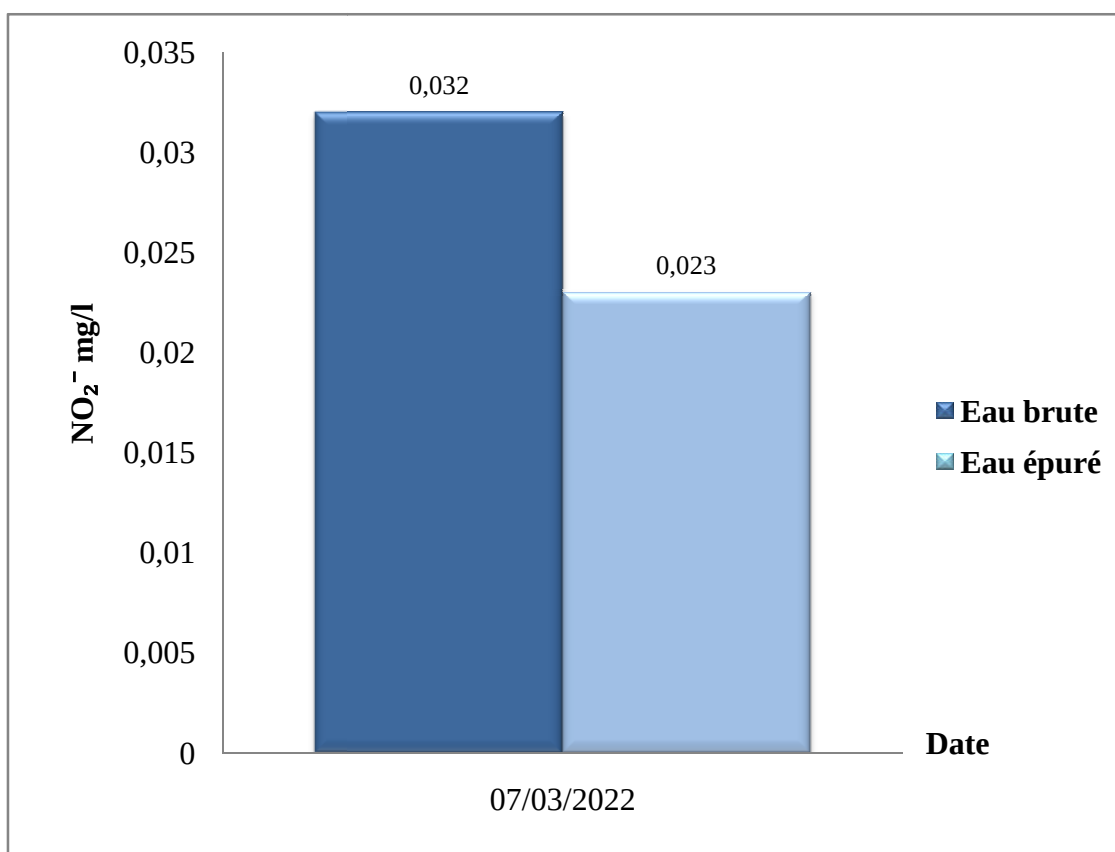


Figure 43 : Teneurs en NO_2^- (mg/l) de l'eau brute et de l'eau épurée de la STEP d'Azeffoun

La concentration en nitrites relevée pour l'eau brute est de 0,032 mg/l et celle de l'eau épurée est de 0,023 mg/l. Cela dit les concentrations restent relativement faibles avec une légère diminution à la sortie. Elles sont largement inférieures à la norme fixée par l'OMS (<1 mg/l).

D'après ces résultats, nous concluons que les nitrites représentent la forme la moins oxygénée et la moins stable des composés azotés. Leur présence est due, soit à l'oxydation bactérienne de l'ammoniaque en nitrite puis qui est rapidement transformée en nitrates en présence d'oxygène, soit à la réduction des nitrates sous l'influence d'une action dénitrifiante à des températures élevées (REJSEK, 2002).

1.7.3. Nitrate (NO_3^-)

Les résultats de l'analyse des concentrations en (NO_3^-) pour l'eau brute et l'eau épurée de la STEP sont représentés sur la figure 44.

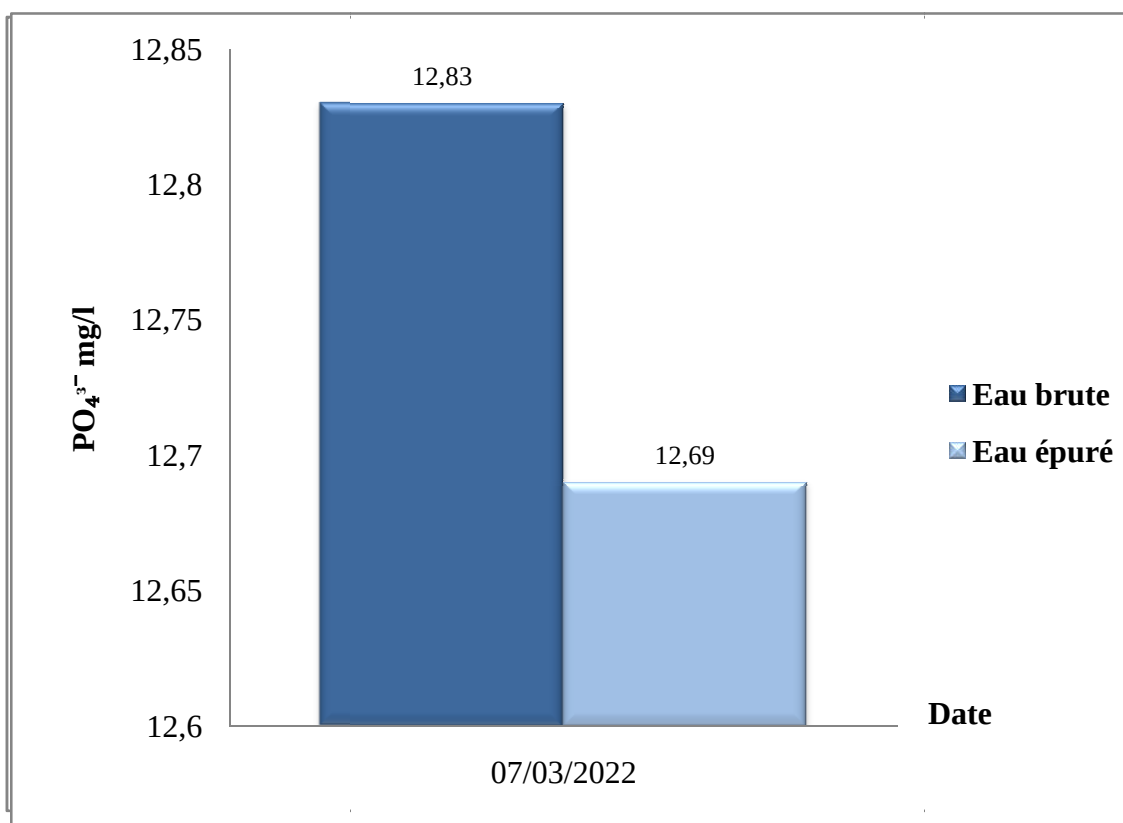


Figure 44 : Teneurs en NO_3^- (mg/l) de l'eau brute et de l'eau épurée de la STEP d'Azeffoun

La valeur enregistrée pour les nitrates au niveau des eaux brutes est faible ; elle est de 0,1 mg/l, cette valeur est considérablement élevée après le processus d'épuration pour atteindre 28,7 mg/l. Cette augmentation est expliquée par le phénomène de nitrification c'est-à-dire la transformation des nitrites en nitrates par les nitrobacters parallèlement, l'absence de dénitrification qui est une réduction des nitrates en azote gazeux qui retourne ainsi sous sa forme primitive dans l'atmosphère. Cette réduction se fait par l'intermédiaire de bactéries anaérobies facultatives hétérotrophes qui est, en cas de carence du milieu en oxygène (faible concentrations fournis par les bassins biologiques), ont la propriété d'utiliser l'oxygène combiné de certains composés chimiques et notamment des nitrates réduits alors en azote gazeux (Boubkki, 2016). Toutefois, la moyenne de rejet est inférieure à la norme fixée par l'OMS pour les eaux usées traitées qui est de 25 à 50 mg/l, par conséquent, le traitement de notre eau reste efficace.

1.8. Ortho phosphates (PO_4^{3-})

Les valeurs des ortho phosphates enregistrées pour les eaux brutes et les eaux traitées de la STEP sont représentées sur la figure 45.

Figure 45 : Teneur en PO_4^{3-} (mg/l) de l'eau brute et de l'eau épurée de la STEP d'Azeffoun

La teneur en ortho phosphates enregistrée pour l'eau brute est de 12,83 mg/l et celle de l'eau épurée est de 12,69 mg/l. Ces valeurs sont élevées et dépassent les normes de rejet (<2 mg/l).

La valeur de PO_4^{3-} est légèrement élevée à l'entrée de la STEP, cela serait dû à la présence dans les effluents d'une grande partie du phosphore organique provenant des détergents, des déchets du métabolisme des protéines et de son élimination sous forme de phosphates dans les urines par l'homme (N'DIAYE et al, 2011). Une légère diminution est constatée à la sortie, sans pour autant stipuler qu'il y a un procédé de déphosphoration au niveau de la STEP.

1.9. Etude comparative des rendements épuratoires

La figure 46 représente les rendements étudiés pour les trois paramètres qui sont les MES, la DCO et la DBO_5 .

Les rendements d'élimination est de 98,52 % pour les MES. Les rendements moyens d'abattement sont de 98,70 % pour la DBO_5 et 92,12 % pour la DCO.

Au vu de ces rendements, la STEP d'Azeffoun maintient un niveau très élevé en terme

de qualité des eaux traitées grâce à l'efficacité du traitement par boue activée. Elles sont dépourvues de polluants nuisibles au milieu récepteur (la mer) et sont conformes aux normes de rejet.

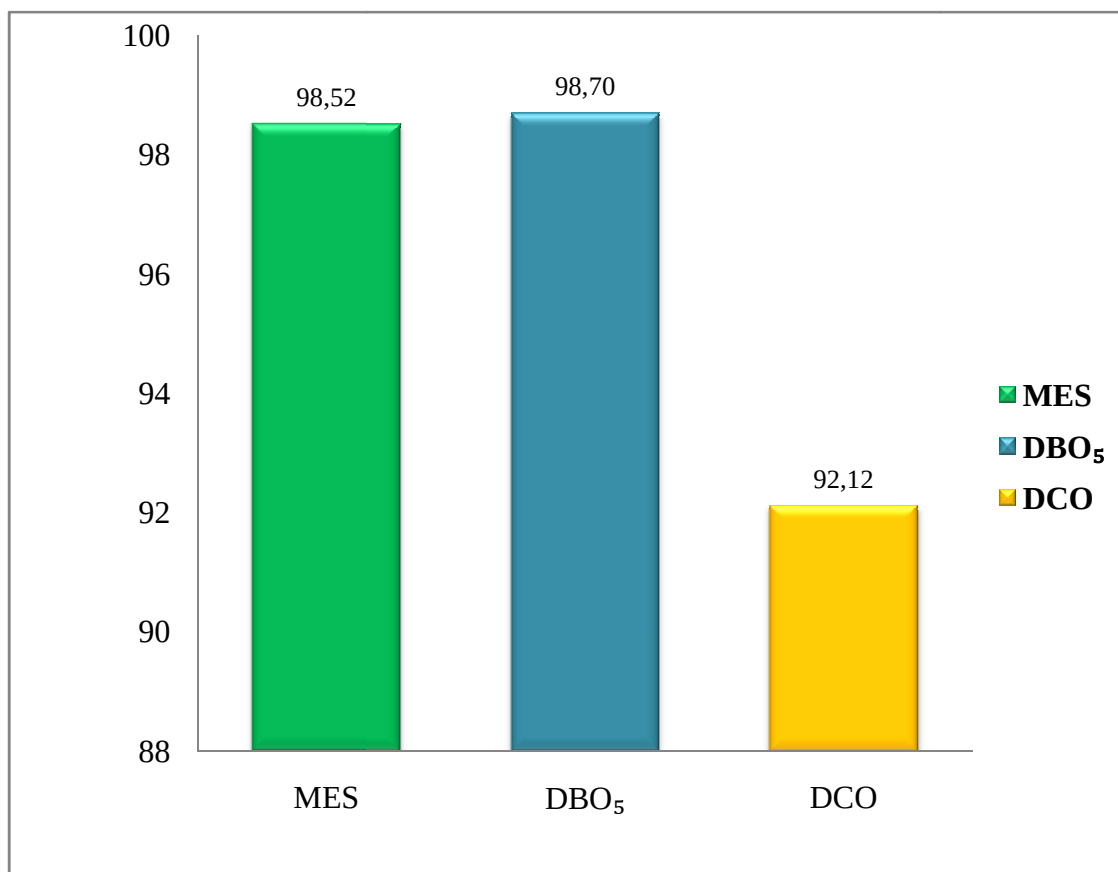


Figure 46 : Les rendements épuratoires des paramètres MES, DBO₅, DCO

2. Interprétation des résultats de « Boue »

Les résultats des analyses effectuées pendant la durée de stage de la filière boues (Boue activée (BA), Boue de retour (BR), Boue évacuée (BE), Boue séchée (BS)) de la STEP sont présentés dans le tableau 17 :

Tableau 17 : Résultats des analyses de boue.

Date	Nature et lieu de prélèvement		Méthode	Volume (ml)	MS (g/l)	MVS (%)	V ₃₀ (ml)	V ₃₀ diluée (ml)	IB (ml/g)	Siccité (%)
06/03/2022	Bassin d'aération	Ligne 01	Filtration 1	100	4,84	-	950	180	148,76	-
		Ligne 02	Filtration 2	100	4,81	-	900	200	166,32	-
		Ligne01	Calcination 1	10	-	59,32	-	-	-	-
		Ligne 02	Calcination 2	10	-	60,66	-	-	-	-
	Boue de retour		Filtration	100	6,4	-	-	-	-	
			Calcination	10	-	57,69	-	-	-	-
	Boue évacuée	Lit 08	Filtration	100	24,75	-	-	-	-	-
			Calcination	10	-	60,99	-	-	-	-
	Boue Séché	Lit 06	-	-	-	-	-	-	-	45,13
			-	-	-	-	-	-	-	
10/03/2022	Bassin d'aération	Ligne 01	Filtration 1	100	4 ,33	-	930	170	157,04	-
		Ligne 02	Filtration 2	100	4,06	-	840	180	177,34	-
		Ligne 01	Calcination 01	10	-	62	-	-	-	-
		Ligne 02	Calcination 02	10	-	58,33	-	-	-	-
	Boue de retour		Filtration	100	4,90	-	-	-	-	-
			Calcination	10	-	60	-	-	-	-
	Boue évacuée	Lit 07	Filtration	100	25,93	-	-	-	-	-
			Calcination	10	-	62,83	-	-	-	-
	Boue séchée	Lit 03	-	-	-	-	-	-	-	38,20
			-	-	-	-	-	-	-	

2.1. Matière sèche (MS)

D'après les résultats obtenus, les moyennes des MS pour les trois boues (BA, BR, BE) dans la STEP sont de l'ordre de 4,58 g/l pour la BA pour la ligne 01 et de 4,43 g/l pour la ligne 02. Celle de BR est de 5,65 g/l, et celle de BE est de l'ordre de 25,34 g/l. D'après la notice d'exploitation de la STEP, la concentration de la MS doit être d'environ 4g/l au niveau de bassin d'aération. Nous avons remarqué une augmentation des MS au cours des étapes de traitement ; ces résultats indiquent que la boue de retour est concentrée. Pour y remédier, il faut une extraction des boues du clarificateur vers l'épaississeur. Aussi, la BE est plus concentrée; cela indique le bon fonctionnement de l'épaississeur et la bonne séparation liquide-solide.

2.2. Test de décantation V_{30}

D'après la notice d'exploitations de la STEP ; si l'indice de boue I_B :

- $50 < I_B < 100$: Floc bactérien bien constitué, bonne décantation, situation idéale
- $100 < I_B < 150$: Floc normalement constitué, décantation normale.
- $150 < I_B < 200$: Floc légère, décantation ralentie.
- $I_B > 200$: Floc gonflé et très léger, décantation mauvaise.

Selon les résultats mentionnés dans le tableau 17, nous constatons que : le test de décantation V_{30} présente une valeur moyenne de 940 ml pour la ligne 01 et une moyenne de 870 ml pour la ligne 02. Nous réalisons une dilution avec de l'eau épurée en calculant l'indice de boue qui indique l'état d'hydratation et la décantation de boue.

La valeur moyenne de I_B pour la ligne 01 est de 152,9 et pour la ligne 02 elle est de 171,83, Cela indique, dans les deux cas, une décantation ralentie, un floc bactérien léger mal formé et un peu gonflé. Dans ce cas, il faut extraire ou bien éliminer la mauvaise boue sans vider complètement les bassins.

2.3. Matières volatiles sèches (MVS)

Selon les résultats mentionnés dans le tableau 17 nous constatons que le taux des MVS de la BA est de 60,66 % pour la ligne 01 et 59,49 % pour la ligne 02, 58,84 % pour la BR et 61,91 % pour BE.

Ces valeurs sont acceptables car elles répondent aux normes de la notice de l'exploitation de la STEP ($40 \% < MVS < 75 \%$), cela indique que la boue est issue d'un traitement secondaire.

2.4. Siccité

D'après la notice d'exploitation de la STEP, quatre états physiques sont généralement définis en fonction de la siccité :

- $< 10\%$ = Boue liquide
- 12% à 25% = Boue pâteuse
- 25% à 85% = Boue solide
- $> 85\%$ = Boue sèche

Selon les résultats obtenus, la moyenne de la siccité de la boue séchée est de 41,67 % et le reste correspond au taux d'humidité ; ce qui indique que la boue est solide.

3. Observation microscopique de boue activée

Les résultats d'observation sont présentés dans les figures 47, 48, 49 :

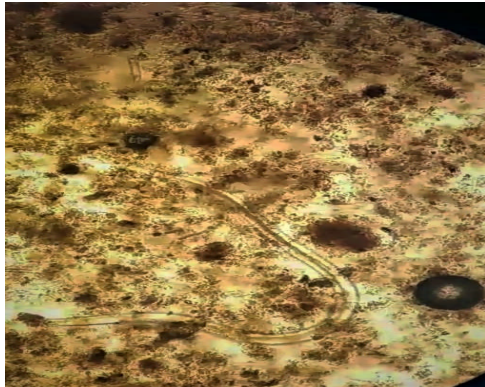


Figure 47 : NEMATODE 100 X

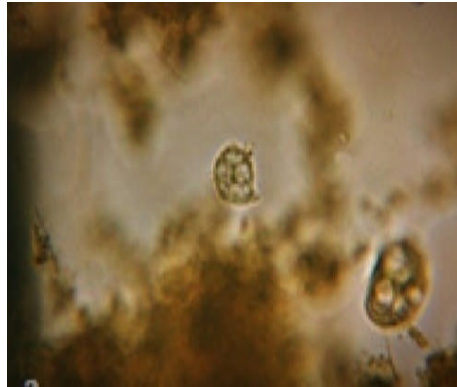


Figure 48 : ASPIDISCA.100X



Figure 49 : EPISTYLIS.100X

Les résultats de l'observation microscopique de la boue activée de la STEP d'Azeffoun montrent :

✓ La présence d'un nématode (Figure 47)

o **Description simplifiée :** Métazoaires non segmentés et sans poils dont la forme et la souplesse de ver sont caractéristiques. Il apparaît souvent noirâtre. Leur longueur est le plus souvent supérieure à 150 µm (DUCHENE et COTTEUX, 1993).

o **Signification :** Il est le signe de dépôts dans le bassin d'aération (un développement d'algues) et le décanteur, il résiste aussi à la sous aération du milieu. Sa présence n'est pas défavorable au processus épuratoire (remaniement important du floc).

✓ La présence d'une Aspidisca (Figure 48)

o **Description simplifiée :** Petits hypotriches (20 à 30 µm de longueur), assez translucides avec les côtes dorsales plus ou moins marquées, moins liés au floc bactérien, plus petits et moins pigmentés (DUCHENE et COTTEUX, 1993).

o **Signification :** Cette espèce, rarement dominante mais elle est peu à très abondante. Elle est hautement significative d'une aération suffisante et d'un traitement poussé des effluents avec une bonne nitrification de l'azote.

✓ La présence d'une Epistylis (Figure 49)

o **Description simplifiée :** Pérित्रiche coloniale à pédoncule épais (5 à 10 μm) et non contractile. Son corps est en forme de vase à large pérित्रome. Sa longueur est de l'ordre de 100 μm avec des colonies souvent nombreuses (DUCHENE et COTTEUX, 1993).

o **Signification :** Cette espèce est observée sur des installations où l'oxygène est plutôt présent en permanence. C'est un indicateur d'une efficacité épuratrice correcte ; la longueur des pédoncules est en relation avec l'efficacité du traitement ; plus le pédoncule est long plus le traitement est meilleur.

Après l'observation des différentes étapes d'épuration biologique (boue activée) de la STEP d'Azeffoun, nous avons effectué des analyses quotidiennes et complètes pour la caractérisation des paramètres physico-chimiques des eaux usées brutes et traitées et ensuite nous avons comparées aux normes de rejets.

Au terme de notre étude, et selon les résultats d'analyses obtenus dans le laboratoire de la station, nous distinguons la grande différence entre les valeurs des paramètres physico-chimiques des eaux traitées et celles des eaux brutes. Cela reflète le degré d'efficacité du traitement biologique des eaux résiduaires de la STEP d'Azeffoun, qui présente un rendement satisfaisant. Les valeurs des différents paramètres mesurés sont une température moyenne de 14,70°C et un pH moyen de 7,36. Pour les MES, la DBO₅ et la DCO, les moyennes sont respectivement de 4, 3 mg d'O₂/l et une valeur de DCO qu'est inférieure à 30 mg d'O₂/l. En ce qui concerne les concentrations moyennes d'ammonium (0,08 mg/l), de nitrites (0,023 mg/l), de nitrates (28,7 mg/l), elles indiquent que les eaux usées domestiques traitées au niveau de la STEP sont conformes aux normes exigées par la réglementation en vigueur quelles soient nationales ou internationales (OMS). Par ailleurs, nous avons constaté une augmentation de taux des nitrates qui est due au processus de nitrification enclenchée dans le réacteur biologique. Cependant, ces eaux ne présentent aucun danger quant à leur rejet direct dans le milieu aquatique et donc sans aucune nuisance pour l'environnement. Concernant les ortho- phosphates et avec une valeur de 12,69 mg /l, ils dépassent la limite fixée à 2mg/l pour les eaux de rejet. Ce dépassement s'expliquerait par une arrivée excessive du phosphore dans la station dépuratoire du fait qu'il n'y ait pas de processus de déphosphoration biologique et/ou physico-chimique.

Le coefficient de biodégradabilité DCO/DBO₅ mesuré est de 1,65 ; il indique que les eaux usées rejetées sont de nature biodégradable.

Les rendements d'élimination des MES, de la DBO₅ et de la DCO sont respectivement de l'ordre de 98,52 % ; 98,70 % ; 92,12 %, Ces résultats témoignent de la bonne efficacité du système de traitement mis en place (traitement à boue activée).

Pour les différents types de boues (de bassin d'aération, boue de retour, boue évacuée), nous avons déterminé la MS et le pourcentage des MVS. Nous avons obtenu des résultats qui sont conformes aux normes de rejet ; ceci indique que le traitement à boue activée est efficace. En ce qui concerne l'indice de décantation V₃₀ ; avant la dilution, nous avons obtenu des valeurs supérieures à la norme de rejet qui est de 300 ml/l, c'est pourquoi, nous avons procédé à une dilution et nous avons, ainsi, obtenu des valeurs inférieures à la norme ; ce qui signifie une bonne décantation des boues.

Les résultats obtenus permettent de conclure que les procédés de traitement utilisés au niveau de la station sont efficaces et que l'eau traitée est de bonne qualité.

Enfin, comme perspectives, nous suggérons les points suivants :

- ✓ Compléter les analyses physico-chimiques faites par le laboratoire de la station par des analyses microbiologiques, ainsi qu'un contrôle de la boue activée.

- ✓ Elimination du phosphore par déphosphoration physico-chimique et/ou biologique afin d'éviter les phénomènes d'eutrophisation au niveau de la plage d'Azeffoun.
- ✓ Ces eaux nécessitent un traitement tertiaire pour l'abatement du taux des micro-organismes et pour l'élimination totale des nitrites, des nitrates et du phosphore dans le but d'utiliser les eaux épurées dans l'irrigation.
- ✓ L'installation d'un stabilisateur dans la STEP afin d'assurer une bonne stabilisation des boues.

- **ANTOINE B. (2020).** Mesure de DBO : Evolution et méthodes complémentaires. L'eau, L'industrie, Nuisances. Rev, N°428, 81p.
- **ALLACH Y. (2015).** Traitement des boues de la station d'épuration d'Alloceima. Mémoire de master. Université Mohamed Premier Oujda, 222p.
- **ALLALI N. (2019).** Etude de valorisation des boues et l'eau épurée de la STEP de la ville de Laghouat pour l'amendement des sols agricoles. Mémoire de master. Université Ziane Achour de Djelfa, 60p.
- **BAHA S., BENASRI F. (2014).** Epuration des eaux usées domestiques par les boues activées : Etude de la performance de la STEP d'Ain El Houtz. Mémoire de master. Université d'Abou Bekr Belkaide de Tlemcen, 79p.
- **BLAID N. (2010).** Evaluation des impacts de l'irrigation par les eaux usées traitées sur les plantes et les sols du périmètre irrigué d'El Hajeb-Sfax : salinisation, accumulation et phytoabsorption des éléments métalliques. Thèse de Doctorat en Sciences pour l'environnement, Université de Limoges, 188p.
- **BENKADOUR B. (2018).** Contribution à l'étude de la contamination des eaux et des sédiments de l'Oued Chellif (Algérie). Thèse de Doctorat, Université de Perpignan Via Domitia, 190p.
- **BENZID M. (2013).** Extension de la station d'épuration d'Azeffoun Wilaya de Tizi Ouzou. Notice d'exploitation de la STEP d' Azeffoun : 8-25.
- **BENZAHI F. ET BOUDJEMAI C., (2016).** Contrôle du rendement épuratoire de la STEP Est Tizi-Ouzou. Mémoire de Master. Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou, 62p.
- **BOTTA A., BELLON L. (2001).** Pollution de l'eau et santé humaine. Laboratoire de biogénotoxicologie et mutagénèse environnementale. Université Euro-méditerranéen, 32p.
- **BONTOUX J. (1993).** Introduction à l'étude des eaux douce, eaux naturelles, eaux usées, eaux de boisson. Edition technique et documentation LAVOISIER 2^{ème} édition. Paris. 122p.
- **BLIERT C., PERRAUD R. (2001).** Chimie de l'environnement : Air, Eau, Sols, Déchets. Edition de Boeck, Université, Paris : 317 - 477.
- **BADAI G. (2003).** L'assainissement des eaux. Edition technicité. France, 227p
- **BOUBEKKI T., BOUDJEMA H. (2016).** Contrôle du rendement épuratoire de la station d'épuration de Baraki « Alger ». Mémoire de Master. Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou, 62p.
- **BESSEDIK M. (2016).** Traitement et épuration de l'eau [en ligne]
m.bessedik@gmail.com
- **BAUMONT S., CAMARD J. P., LEFRANC A. (2009).** Réutilisation des eaux usées épurées : risques sanitaires et faisabilité en Île-de-France. École nationale supérieure agronomique de Toulouse (ENSAT), 222p.
- **BOUTOUTAOU.D., ZEGGANE.H., SAGGAI.S. (2010).** Evaporation from the water surface of lakes and reservoirs of the arid zone of the mediterranean: case of Algeria. LARHSS JOURNAL: 27-46.

- **Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France. (1995).** Recommandation sanitaire relative à la désinfection des eaux usées urbaines. Conseil supérieur d'hygiène publique de France, 22p
- **DORE M (1989).** Chimie des oxydants et traitement des eaux. Edition Lavoisier, 505p.
- **DUCHENE PH., COTTEUX E. (1993).** Les éléments les plus significatifs de la microfaune des boues activées. TSM. Techniques sciences méthodes, génie urbain génie rural. Association générale des hygiénistes et techniciens municipaux, Paris : 471-477.
- **DAGOT C. (2013).** « STEP - introduction : Les différents types de traitement ». Unité de Valorisation Énergétique des Déchets, 7p.
- **EL HAITE H. (2010).** Traitement des eaux usées par les réservoirs opérationnels et réutilisation pour l'irrigation. Thèse Doctorat, Ecole National Supérieur des Mines de Saint Etienne. 86p.
- **GUY A.M. (2003).** Les boues d'épuration leurs perspectives de gestion en Ile de France. Thèse de Doctorat. Université Paris VI, 128p.
- **Garg S.K. (1979).** « Swage disposal and air pollution engineering », New Delhi, Vineet Khanna. Editions Showing 1-1 of 1, 122p.
- **GAMRASNI M. (1981).** Utilisation agricole des boues d'origines urbaines. Source. Paris (F.R). AFEE, 128p.
- **GAUJOUS D. (1995).** La pollution des milieux aquatiques (aide mémoire). Edition technique et documentation LAVOISIER 2^{ème} édition. Paris : 215-238
- **HIMMI N., FEKHAOUI., FOUTLANE A., BOURCHIC H., EL MAROUFY M., BENAZZOUT T., HASNAOUI M. (2003).** Relazione plankton-parametri fisici chimici in un bacino dimaturazione (laguna mista beni slimane Morocco). Rivista di idrobiologia. Universitadegli studi di Perugia, departemento di biologia animale ed ecologia laboratorio di idrobiologia "G.B. Grassi": 110-111.
- **HARTANI T. (2011).** Modélisation des stations d'épuration à boue activée cas de la station de Baraki (Alger). Thèse de doctorat. Ecole Nationale supérieure d'agronomie EL Harrach Alger, 53p.
- **HALIL H., MOULOUDJ L. (2018).** Caractérisation des eaux de rejet de la STEP d'Azeffoun en vue de leur réutilisation agricole. Mémoire de master. Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou, 60p.
- **Kara A. (2019).** Contribution à l'étude expérimentale du comportement physico-chimique et rhéologique des boues de la station d'épuration de la ville d'Ain Beida. Mémoire de master. Université Larbi Ben M'hidi Oum-El-Bouaghi, 83p.
- **KARDACH L. (2016).** Valorisation énergétique des boues de la station d'épuration de Boumerdes. Mémoire de Master. Université M'Hamed Bougera Boumerdes, 104p.
- **KOLLER E. (2009).** Traitement des pollutions industrielles Eau, Air, Sol. DUNOD, 576p.
- **LADJEL F. (2001).** Exploitation d'une station d'épuration à boue activée. Ed.ONA, 74p
- **LADJEL F. (2004).** Exploitation d'une station d'épuration à boue activée niveau 02 (CFMA-Boumerdes). Ed. ONA, 67p.

- **METAHRI M.S. (2012).** Elimination simultanée de la pollution azotée et phosphatée des eaux usées traitées, par des procédés mixtes. Cas de la STEP de la ville de Tizi-Ouzou. Thèse de doctorat. Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, 137p.
- **MIZI A. (2006).** Traitement des eaux d'une raffinerie des corps gras de la région de Bejaia et valorisation des déchets oléicoles. Thèse de doctorat. Université Badji Mokhtar d'Annaba, 72p.
- **MARC E. (2010).** Analyses des eaux résiduaires-mesure de la pollution. Techniques de l'ingénieure, P4200 v2, 29p.
- **MARC S. (2006).** Guide technique de l'assainissement 3^{ème} édition. L'eau l'industrie les nuisances. N° 295 : 213 – 235.
- **MATHIEU S., JEAN M.C. (2015).** Traitement de l'eau usée. Edition L'eau à découverte. Paris : 251-310.
- **MEDDOUR-SAHAR O., DERRIJ A. (2010).** Le risque d'incendie de forêt : Evaluation et cartographie. Le cas de la wilaya de Tizi Ouzou. Algérie (période 1986.2005), 195p.
- **MOZAS M., GHOSN A. (2013).** Etat des lieux du secteur de l'eau en Algérie. IPMED, 23 p
- **N'DIAY A., OULD SID'AHMED OULD KANKOU M., SARR A., LO B. (2011).** Contribution de l'analyse en composantes principales à l'évolution de la couleur des effluents de la ville de Nouakchott, Larhyss Journal. N° 09 :139 - 147.
- **ONA. (2022).** Office National d'Assainissement.
- **PHILIP A. (2020).** Conception d'une station expérimentale de traitement des eaux usées par filtres plantés des macrophytes. Thèse de doctorat. Université cote d'azur, 220p.
- **RAMADA T. (1999).** « La pollution des eaux » in « Eléments d'Ecologie-Ecologie appliquée », Mc GRAW Hill, Paris, 4^{ème} Edition, 235-317p.
- **RODIER J. (2005).** L'analyse de l'eau : Eaux naturelles, Eaux résiduaires, Eaux de mer, 8^{ème} édition. DUNOD, 1381p.
- **RODIER J., LEGUBE B., MERLET N. (2009).** L'analyse de l'eau, eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer. 9^{ème} édition. DUNOD, 152p.
- **RENOU S. (2006).** Analyse de cycle de vie appliquée aux systèmes de traitement des eaux usées. Thèse de doctorat. Institut National Polytechnique de Lorraine, 218p.
- **REJSEK F. (2002).** Analyse de l'eau : Aspects, réglementation et technique. Ed. CRDP d'Aquitaine. France, 358p.
- **SALGHI H. (2017).** Différentes filières de traitement des eaux. Cours. Ecole Nationale des sciences appliquées d'Agadir, 22p.
- **TEKFI K. (2006).** Etude des performances épuratoires d'une station d'épuration des boues activées. Mémoire pour l'obtention de diplôme de DEUA. Université de Tlemcen, 67p.
- **VANDERMEERSCH S. (2006).** Etude comparative de l'efficacité des traitements d'épuration des eaux usées pour l'élimination des microorganismes pathogènes. Diplôme d'étude spécialisée en gestion de l'environnement. Thèse de doctorat. Université libre de Bruxelles, 227p.

- **Yahlatene S., Tahirim E. (2011).** Réflexion sur la caractérisation physico-chimique des effluents liquides réjetés dans la grande Sebkha d'Oran. Mémoire d'ingénieur. Université des Sciences et Technologie d'Oran, 58p.
- **YAKOUB B. (1996).** Le problème de l'eau en grande Kabylie ; le bassin versant du Sebaou et la wilaya de Tizi Ouzou. Edition université de Tizi Ouzou, 203p.
- **YAKOUB B. (2005).** L'eau dans le bassin versant du Sébaou et la wilaya de Tizi Ouzou. Evaluation, contraintes et recommandations. Thèse de doctorat en Science de l'eau. Université de Tizi Ouzou. 210p.
- **Web graphie :**
 - www.Googleearth.com
 - www.cieau.com

.

Annexe 01

Tableau 1: Effets des virus des eaux usées (BAUMONT et al, 2009).

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

Annexe 02

Tableau 2 : Les bactéries pathogènes dans les eaux usées (BAUMONT et al, 2009).

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

Annexe 03

Tableau 3 : Normes de rejets internationaux (OMS).

Paramètres	Unité	Valeur limite
Matières en suspension (MES)	mg/L	< 35
DBO5	mg d'O ₂ /L	< 35
DCO	mg d'O ₂ /L	< 125
Azote ammoniacal (N-NH₄⁺)	mg/L	< 0.5
Azote nitreux (N-NO₂⁻)	mg/L	1
Azote nitrique (N-NO₃⁻)	mg/L	25 à 50
Azote kjeldahl (NTK)	mg/L	25
Azote total (NT)	mg/L	50
Phosphore total (PT)	mg/L	< 2
Dioxygène (O₂)	mg/L	> 2
Conductivité	µS/cm	2700
Température (T)	°C	30
Potentiel d'hydrogène (pH)	/	6.5-8.5
Couleur	/	incolore
Odeur	/	inodore

Annexe 04

Tableau 4 : Résultats des analyses physico-chimiques du stage pratique effectué à la STEP d'Azeffoun du 06/03/2022 au 10/03/2022.

Analyses		Journalières				Hebdomadaires					
Paramètres		T° C	pH	CE (µS/cm)	MES (mg/l)	DCO (mg d'O ₂ /l)	DBO (mg d'O ₂ /l)	NH ₄ ⁺ (mg d'O ₂ /l)	NO ₂ ⁻ (mg/l)	NO ₃ ⁻ (mg/l)	PO ₄ ³⁻ (mg/l)
06/03/2022	EB	15.4	7.76	1166	387						
	EE	14.2	7.49	1082	6						
07/03/2022	EB	15.7	6.87	1167	206	380.48	230	43	0.032	0.1	12.83
	EE	14.9	6.69	1006	3	18.56	3	0.08	0.023	28.7	12.69
08/03/2022	EB	15.1	7.39	1151	251						
	EE	14.8	7.18	1004	4						
09/03/2022	EB	15.7	7.68	1070	286						
	EE	14.9	7.43	1016	2						
10/03/2022	EB	15.8	8.19	1170	224						
	EE	14.7	8	1016	4						

Annexe 05

Tableau 5 : Résultats de l'analyse statistique (Test Student d'un seul échantillon).

	P-value			
Paramètres	Température	pH	Conductivité	MES
Eau brute	3,38e ⁻⁰⁸	0,7391	1,332e ⁻⁰⁷	0,001675
Eau épurée	3,163e ⁻⁰⁸	0,5426	3,379e ⁻⁰⁸	2,455e ⁻⁰⁶

Résumé

Les eaux usées de différentes compositions et de diverses origines constituent un problème pour la nature lors du rejet sans subir de traitements au préalable ; ainsi, leurs réutilisations brutes présentent des risques sanitaires élevées. C'est pourquoi, elles doivent être acheminées par les réseaux d'assainissement vers des stations d'épuration afin d'être traitées.

L'objectif de la présente étude est l'évaluation de l'efficacité du traitement des eaux usées domestiques de la station d'épuration à boue activée de la ville d'Azeffoun de la wilaya de Tizi-Ouzou pendant une durée de 15 jours. Les résultats des analyses effectuées montrent que ; les rendements épuratoires sont satisfaisants pour l'élimination des matières en suspension (MES) avec 98,52 % et le taux d'abattement de la demande chimique en oxygène (DCO) ainsi que la demande biologique en oxygène pendant 5 jours (DBO₅) sont respectivement de 92,12 % et de 98,70 %. Ces paramètres sont les plus utilisés dans l'évaluation d'une station d'épuration. Par ailleurs, l'élimination des nutriments (NH₄⁺, NO₂⁻, NO₃⁻) répond aux normes de rejet, sauf les PO₄³⁻ dont l'élimination est presque nulle.

Nous pouvons conclure que la contribution de la STEP à la dépollution des eaux usées de la ville d'Azeffoun est très appréciable et répond aux normes de rejet des effluents. De ce fait, ces eaux traitées sont d'une bonne qualité ce qui dénote de l'efficacité du traitement de la STEP d'Azeffoun

Mot clés : Eau usée, station d'épuration, boues activées, paramètres de traitement, normes de rejets, Azeffoun.

Abstract

Wastewater of different compositions and from various origins is a problem for nature when discharged without undergoing prior treatment; thus, their raw reuses present high health risks. This is why they must be transported by the sewerage networks to treatment plants in order to be treated.

The objective of this study is to evaluate the effectiveness of the treatment of domestic wastewater from the activated sludge treatment plant in the city of Azeffoun in the wilaya of Tizi-Ouzou for a period of 15 days. The results of the analyzes carried out show that; the purification yields are satisfactory for the elimination of suspended solids (MES) with 98.52% and the rate of reduction of the chemical oxygen demand (COD) as well as the biological oxygen demand for 5 days (BOD₅) are 92.12% and 98.70% respectively. These parameters are the most used in the evaluation of a wastewater treatment plant. Furthermore, the elimination of nutrients (NH₄⁺, NO₂⁻, NO₃⁻) meets the discharge standards, except for PO₄³⁻, the elimination of which is almost nil.

We can conclude that the contribution of the STEP to the depollution of the wastewater of the city of Azeffoun is very appreciable and meets the standards of discharge. As a result, this treated water is of good quality, which indicates the effectiveness of the treatment at the Azeffoun WWTP.

Keywords: Wastewater, treatment plant, activated sludge, treatment parameters, discharge standards, Azeffoun.