

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

Université de Mohamed El-Bachir El-Ibrahimi - Bordj Bou Arreridj

*Faculté des Sciences et de la technologie
Département de génie de l'environnement*

Mémoire

Présenté pour obtenir

LE DIPLOME DE MASTER

FILIERE : SCIENCE ET GÉNIE DES PROCÉDÉS

Spécialité : génie des procédés de l'environnement

Par

➤ BOUDIAF Khawla, GHARZOULI Khedidja et BENCHIKH Rahil

Intitulé

*Évaluation des performances et rendement épuratif de la station
d'épuration d'Ain Taghrout-Bordj Bou Arreridj*

Soutenu le : Mercredi 14 juin 2023

Devant le Jury composé de :

<i>Nom & Prénom</i>	<i>Grade</i>	<i>Qualité</i>	<i>Etablissement</i>
<i>Mme.FAID Hayette</i>	<i>MCA</i>	<i>Présidente</i>	<i>Univ-BBA</i>
<i>Mme.MAGHRAOUI Nadjah</i>	<i>MAA</i>	<i>Encadreur</i>	<i>Univ-BBA</i>
<i>M.DILMI Abdelkader</i>	<i>MCB</i>	<i>Examineur</i>	<i>Univ-BBA</i>

Année Universitaire : 2022/2023



Remerciements

Certainement jamais assez, mais c'est encore une nouvelle fois pour nous, et de manière formalisée, de d'exprimer toute notre gratitude, toute notre reconnaissance et toute notre admiration à l'ensemble des actrices et acteurs en général qui ont participé, de loin et/ou de près, à l'édification de ce travail. En particulier, et pour toujours, nos sincères remerciements vont à Madame N. MAGHRAOUI, enseignante à l'université de Bordj Bou Arreridj, qui depuis son expertise, son expérience, son professionnalisme et sa totale sollicitude, nous a guidé, orienté et encadré tout au long de ce parcours. In extenso, ce témoignage est adressé également à Madame la Présidente du jury et aux membres du jury qui se sont rendus disponibles pour évaluer ce mémoire. Nous souhaitons que tout le monde puisse trouver dans ces quelques mots nos remerciements les plus chaleureux qui vont de facto à nos enseignant(e)s ainsi qu'à notre institution universitaire de BBA.

Un remerciement bien particulier va également à Mme ZAIBET Sarra, chef de laboratoire, pour son suivi, sa veillance et pour l'intérêt qu'elle nous a porté tout au long de notre stage.

Nous Tenons à lui exprimer nos sincères remerciements pour son adhésion et pour ses orientations.

Nos remerciements vont à tout le personnel que nous avons côtoyé, et avec qui nous avons collaboré, durant notre stage au sein de la station d'Ain Taghrout, Monsieur LALI Moussa, Chef de station, Monsieur SEDDAOUI Ramzi ingénieur à la station et Mme ACHACHA Lynda Technicienne supérieure au laboratoire auprès desquels nous avons trouvé l'accueil chaleureux, l'aide et l'assistance précieuse et nécessaire dont nous avons besoin.

Et pour terminer, nos sincères reconnaissances à BOUDIAF Karim notre adjutant littéraire de la langue de Molière pour sa totale disponibilité et pour sa réactivité.



À mes très chers et honorables parents, Fahima et Tahar, qui me couvrent continuellement sans condition, d'amour, d'affection et de toute leur attention avec abnégation et constance ;

Vous qui m'accompagnez, depuis et à toujours, tout au long de ma vie, de mon cursus ;

Vous qui voyez dans mon travail la réussite, votre bienveillance, à travers votre présence et votre soutien tout au long de mon parcours.

A mes sœurs, mes frères, qui m'ont précédé et qui m'ont encouragé, sans oublier ma nièce et mes neveux.

À l'ensemble de ma famille.

À mes ami(e)s,

Et à toutes les personnes et/ou institutions qui œuvrent pour la promotion, l'évolution et la réussite de la recherche et le savoir.

Enfin, une dédicace toute en couleurs à mon oncle Karim.



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

A mes chers parents

Pour leurs soutient durant toutes mes années d'études. Leurs sacrifices illimités, leurs réconforts moraux, eux qui ont consenti tant d'effort pour mon éducation, mon instruction et pour me voir atteindre ce but, pour tout cela et pour ce qui ne peut être dit, mes affections sans limite.

A mon cher mari Youcef

A mes deux frères « Saad El Dine et Mohamed »

Et je n'oublie pas mes sœurs et collègues : BOUDIAF Khawla, Khadija, Randa, Mona, Khawla, et tous ceux qui m'ont donné un coup de main de près ou de loin et m'ont aidé à compléter cette note.

Je mentionne surtout l'ingénieur de station : ZAIBET Sarra



Je remercie Allah le tout Puissant, Clément et Miséricordieux de m'avoir motivé à réaliser ce modeste travail.

Toutes les lettres ne sauraient trouver les mots qu'il faut... Tous les mots ne sauraient exprimer la gratitude, l'amour, le respect, la reconnaissance... Aussi, c'est tout simplement que :

Je dédie ce travail ...

A mes très chers parents : Abd Elaziz et Hamaïda. A mon cher frère Amir.

A mes chères sœurs : Nesrine, Chaïma, Sadjida et Houda. Sans oublier leurs enfants surtout : Mohammed, Hafsa et Ishak.

A mes chères : Achouak, Israa, ma tante Chahra, Fouzia, Mallia et Naïma.

A ma copine BENHAMMDA Wassila et tous mes camarades de la promotion 2023.

A Toute la famille GHARZOULI et KHALED.

Une spéciale dédicace à BOUDIAF Khawla, ZAIBET Sarra et BENCHIKH Rahil. Trouvez dans ce modeste travail mes sincères gratitude et reconnaissance.

A tous ceux et celles qui m'ont encouragé, H.B entouré de leur soutient durant les moments difficiles avec tant d'amour et de compréhension.

Table des matières

Liste des Figures

Liste des Tableaux

Liste des Abréviations

Introduction générale 1

Partie Théorique

I. Généralités sur les eaux usées

Introduction 2

I.1. Définition des eaux usées 2

I.2. Les types des eaux usées 2

I.2.1. Les eaux usées domestiques 2

I.2.2. Les eaux usées industrielles 3

I.2.3. Les eaux pluviales 3

I.2.4. Les eaux usées agricoles 3

I.3. Composition des eaux usées 4

I.4. Caractéristiques des eaux usées 4

I.4.1. Paramètres organoleptiques 4

I.4.2. Paramètres physico-chimiques 4

I.4.3. Paramètres biologiques 7

II. Étapes de traitement des eaux usées

II.1. Prétraitement 8

II.1.1. Dégrillage 8

II.1.2. Dessablage 8

II.1.3. Déshuilage 8

II.2. Traitement secondaire 8

II.2.1. Zone de contact 9

II.2.2. Bassin d'anoxie 9

II.2.3. Bassin d'aération 9

II.2.4. Le clarificateur 10

II.2.5. Epaisseur	10
II.2.6. Traitement des boues	11
II.2.6.1. Déshydratation mécanique	11
II.2.6.2. Le séchage	11
II.2.6.3. Elimination finale des boues	11
II.3. Réutilisation des eaux usées	12
Conclusion	12

Partie Expérimentale

I. Matériel et méthodes d'analyse

Introduction	13
I.1. Présentation de la station d'épuration d'Ain Taghrout	13
I.1.1. Situation géographique de la zone d'étude	13
I.2. Fiche technique de la STEP d'Ain Taghrout	14
I.3. Le schéma général du procédé de traitement des eaux usées de la ville d'Ain Taghrout	15
I.3.1. Les ouvrages installés au niveau de la STEP d'Ain Taghrout	16
I.4. Etapes de traitement des eaux usées à la station Ain Taghrout	16
I.5. Présentation de la salle de contrôle	25
I.6. Prélèvement et échantillonnage	26
I.6.1. Prélèvement manuel	26
I.6.2. Prélèvement automatique	27
I.7. Méthodes d'analyses physico-chimiques des eaux	27
I.7.1. Analyses physiques	27
I.7.1.1. Température	27
I.7.1.2. Le potentiel d'Hydrogène (pH)	28
I.7.1.3. Conductivité Electrique (CE)	28
I.7.1.4. Oxygène Dissous (OD)	29
I.7.1.5. Matières décantables	30

I.7.1.6. Matières En Suspension (MES)	30
I.7.2. Analyses chimiques	32
I.7.2.1. Demande Biologique en Oxygène (DBO ₅)	32
I.7.2.2. Demande Chimique en Oxygène (DCO)	33
I.7.2.3. Dosage de Nitrite (NO ₂ ⁻)	34
Conclusion	35
II. Résultats et discussions	
II.1. Température	36
II.2. Le potentiel d'Hydrogéné (pH)	37
II.3. Conductivité Electrique (CE)	39
II.4. Oxygène Dissous (OD)	40
II.5. Matières En Suspension (MES)	42
II.6. Demande Biologique en Oxygène (DBO ₅)	43
II.7. Demande Chimique en Oxygène (DCO)	44
II.8. Nitrite (NO ₂ ⁻)	45
Conclusion générale	46
Références bibliographiques	

Partie Expérimentale

I. Matériel et méthodes d'analyse

Figure 01	Situation géographique de la zone d'étude	13
Figure 02	Schéma général de la station d'épuration Ain Taghrout	15
Figure 03	Bâtiment de relevage	16
Figure 04	Grilles mécaniques (Dégrilleur)	17
Figure 05	Dessableur – Déshuileur	18
Figure 06	Poussière filtrée et réservoir d'huile retirée de l'eau	18
Figure 07	Déshuileur	18
Figure 08	Traitement secondaire	19
Figure 09	Zone de contact	19
Figure 10	Bassin d'anoxie	20
Figure 11	Bassin d'aération	20
Figure 12	Dégazeur	21
Figure 13	Bassin de clarification	21
Figure 14	Bassin de chloration	22
Figure 15	Sortie des eaux traitées	22
Figure 16	Epaississeur statique	23
Figure 17	Filtre à bande	24
Figure 18	Stockage des boues déshydratées	24
Figure 19	Lits de séchage	25
Figure 20	Salle de contrôle	25
Figure 21	Prélèvement manuel	26
Figure 22	Prélèvement automatique	27
Figure 23	Photo du pH mètre WTW 7110	28
Figure 24	Photo du conductimètre portatif WTW 7110	29
Figure 25	Photo de l'Oxymètre portatif WTW 7310	29
Figure 26	Vitesse de sédimentation 30 minutes	30
Figure 27	Un spectrophotomètre pour mesurer les Matières En Suspension	31
Figure 28	DBO ₅ mètre	32

Figure 29	Thermoréacteur	33
Figure 30	Les tubes de DCO	33
Figure 31	Photo Flex	33
Figure 32	Echantillons	35
Figure 33	Spectrophotomètre	35

II. Résultats et discussions

Figure 01	Évaluation de température à l'entrée et à la sortie de la STEP en fonction du temps	36
Figure 02	Évaluation du potentiel d'Hydrogéné à l'entrée et à la sortie de la STEP en fonction du temps	38
Figure 03	Évaluation de la Conductivité Electrique à l'entrée et à la sortie de la STEP en fonction du temps	39
Figure 04	Évaluation d'Oxygène Dissous à l'entrée et à la sortie de la STEP en fonction du temps	41
Figure 05	Évaluation de Matières En Suspension à l'entrée et à la sortie de la STEP en fonction du temps	42
Figure 06	Évaluation de Demande Biologique en Oxygène à l'entrée et à la sortie de la STEP en fonction du temps	43
Figure 07	Évaluation de Demande Chimique en Oxygène à l'entrée de la STEP en fonction du temps	44
Figure 08	Évaluation de Nitrite à l'entrée de la STEP en fonction du temps	45

Tableau 01	Les résultats obtenus de la température durant la période de mars à avril 2023	36
Tableau 02	Les résultats obtenus du potentiel Hydrogéné durant la période de mars à avril 2023	37
Tableau 03	Les résultats obtenus de la Conductivité Electrique durant La période de mars 2023 à avril 2023	39
Tableau 04	Les résultats obtenus de l'Oxygène Dissous durant la période de mars à avril 2023	40
Tableau 05	Les résultats obtenus des Matières En Suspension durant la période de mars à avril 2023	42
Tableau 06	Les résultats obtenus de la Demande Biologique en Oxygène durant la période de mars à avril 2023	43
Tableau 07	Les résultats obtenus de la Demande Chimique en Oxygène durant le mois de mai 2023	44
Tableau 08	Les résultats obtenus de la Nitrite durant le mois de mai 2023	45

BBA : Bordj Bou-Argeridj

CE : Conductivité Electrique

°C : Degré Celsius

DBO₅ : Demande Biochimique en Oxygène pendant 5 jours

DCO : Demande Chimique en Oxygène

EH : Equivalent Habitant

EU : European Union

MES : Matière En Suspension

MO : Matière Organique

MRE : Ministère des Ressources en Eau

NO₂⁻ : Nitrite

OD : Oxygène Dissous

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

ONE : Organisation National Européenne

pH : Potentiel Hydrogène

Ppm : Parts per million

STEP: Station d'Épuration

T : Température

TN_b : Azote total

WC : Water Closet

Introduction générale

Introduction

La planète Terre est la seule du système solaire à contenir de l'eau liquide, et elle varie d'un pays à l'autre, y compris en abondance et en rareté. L'utilisation mondiale d'eau a été multipliée par six et continue d'augmenter rapidement avec la croissance démographique et le développement économique.

Les eaux usées issues des industries et des collectivités ne devraient pas être directement rejetées dans le milieu naturel, puisqu'elles sont sans traitement : elles peuvent engendrer de graves problèmes environnementaux et de santé publique. C'est pourquoi, elles devraient être dirigées vers les stations d'épuration qui ont pour rôle de concentrer la pollution contenue dans les eaux usées sous forme d'un résidu (boues), et de rejeter une eau épurée répondant aux normes admises, et cela grâce à des procédés physico-chimiques et biologiques. [1]

Le contrôle de la qualité des eaux usées joue un rôle important dans la santé publique car il est susceptible d'entraîner une détérioration importante de l'environnement et de la santé humaine. Le procédé d'épuration à boue activée est le procédé le plus utilisé en Algérie pour traiter les eaux usées (EU).

L'objectif de notre travail consiste à évaluer les performances épuratoires et les rendements de la station d'épuration d'Ain Taghrout qui fonctionne avec le procédé à boue activée en analysant des paramètres de pollution de l'eau. Les paramètres ciblés sont : le pH et la température, la conductivité électrique, DCO, DBO, MES, l'oxygène dissout, les matières azotées de l'eau.

Notre mémoire est structuré en deux grandes parties :

La partie Théorique se compose de deux chapitres, qui sont consacrés à l'étude bibliographique. Nous avons jugé utile de rappeler quelques généralités sur l'eau usée, sa définition, sa composition, son origine, les paramètres de pollution, les procédés de traitement et la réglementation.

La partie expérimentale comporte deux chapitres. Le premier chapitre présente la méthodologie expérimentale, la zone d'étude, l'échantillonnage et l'analyse des différents paramètres, ainsi que les méthodes utilisées et le système de traitement de la station d'épuration Ain Taghrout. Le deuxième chapitre présente les résultats des analyses et de leurs interprétations.

Enfin, nous tirons une conclusion et nous proposons quelques perspectives.

Partie Théorique

I. Généralités sur les eaux usées

Introduction

L'eau constitue un élément essentiel dans la vie et l'activité humaine. C'est une composante majeure, l'eau participe à toutes les activités quotidiennes notamment domestiques, industrielles et agricoles ce qui la rend un élément récepteur exposé à tous les genres de pollution.

En parlant de l'eau usée il semble important d'avoir une idée sur sa définition, son origine et ses caractéristiques, ainsi que les différentes méthodes utilisées pour son épuration.

I.1. Définition des eaux usées

L'eau usée est l'eau qui a été utilisée et qui doit être traitée avant d'être réintroduite vers d'autres sources d'eaux pour qu'elle ne cause pas de pollution de ces autres sources. Les eaux usées proviennent de plusieurs sources. Tout ce qui est évacué en tirant la chasse d'eau et en utilisant des éviers est considéré comme eau usée. L'eau de pluie, ainsi que les différents polluants qui s'écoulent dans les égouts, aboutissent dans les établissements de traitement des eaux usées. Les eaux usées peuvent aussi provenir de sources agricoles et industrielles. Certaines eaux usées sont plus difficiles à traiter que d'autres, par exemple; les eaux usées industrielles peuvent être difficiles à traiter, tandis que les eaux usées domestiques sont relativement facile à traiter. [2]

I.2. Les types d'eaux usées

Selon l'activité qui a conduit à la pollution des eaux, on distingue quatre « familles » d'eaux usées : les eaux domestiques, les eaux industrielles, les eaux agricoles et les eaux pluviales et de ruissellement.

I.2.1. Les eaux usées domestiques

Les eaux usées sont issues des différents usages domestiques de l'eau. Elles sont essentiellement porteuses de pollution organique. Elles se répartissent en eaux ménagères, qui ont pour origine les salles de bains et les cuisines, et sont généralement chargées de détergents, de graisses, de solvants, de débris organiques, etc. Et en eaux « vannes »; qui sont des rejets des toilettes, chargées des diverses matières organiques azotées et de germes fécaux. [3]

I.2.2. Les eaux usées industrielles

Elles proviennent des productions à usage commercial et/ou industriel. Ces eaux sont très différentes des eaux usées domestiques. Leurs caractéristiques varient d'une industrie à une autre. En plus des matières organiques, azotées ou phosphorées, elles peuvent également contenir des produits toxiques, des solvants, des métaux lourds, des micropolluants organiques et des hydrocarbures. Certaines d'entre elles doivent faire l'objet d'un prétraitement de la part des industries avant d'être rejetées dans les réseaux d'assainissement. Elles sont mêlées aux eaux domestiques que lorsqu'elles ne présentent plus de danger pour les réseaux de collecte et ne perturbent pas le fonctionnement des usines de dépollution. Les grandes entreprises sont toutes équipées d'unités de traitement interne. [3]

I.2.3. Les eaux pluviales

L'appellation des eaux pluviales est utilisée pour désigner les eaux de pluie après qu'elles aient touché le sol ou une surface construite ou naturelle susceptible de les intercepter ou de les récupérer (toiture, terrasse, chaussée, arbre...) Les eaux de pluie ruissèlent dans les rues où sont accumulées polluants atmosphériques, poussières, détritiques, suies de combustion et hydrocarbure rejetés par des véhicules. [3]

I.2.4. Les eaux usées agricoles

Les eaux usées des structures agricoles concernent toutes les eaux impropres à la consommation résultant d'une utilisation ou ayant subi une transformation, et qui proviennent directement ou indirectement de leurs activités.

Ce sont des eaux qui ont été polluées par des substances utilisées dans le domaine agricole. Cette activité utilise divers produits d'origine industrielle ou agricole dont certains présentent ou peuvent présenter, des risques pour l'environnement et plus particulièrement pour la qualité des eaux. [4]

I.3. Les compositions des eaux usées

La composition des eaux usées est extrêmement variable en fonction de leurs origines (industrielle, domestique, etc...) elles peuvent contenir de nombreuses substances, sous forme solide ou dissoute, ainsi que de nombreux micro-organismes.

On caractérise les eaux usées en fonction de leur composition physique, chimique et biologique. Ces substances peuvent être classées en quatre groupes : les micro-organismes, les matières en suspension, les éléments organiques, et les substances nutritives. [5]

I.4. Caractéristiques des eaux usées

Les eaux usées sont caractérisées selon leur composition physique, biologique et chimique.

En fonction du niveau de polluants et selon les réglementations locales en vigueur, on peut utiliser un traitement physique, biologique et/ou chimique. On combine généralement les trois traitements pour un meilleur rendement de qualité d'eau.

Vu la diversité des matières polluantes, les caractéristiques des eaux usées ne sont pas souvent prises en considération pour chaque substance. Ainsi, on réunit les matières qui ont des effets de pollution qui se ressemblent en classes de caractéristiques ou de polluants. [6]

I.4.1. Paramètres organoleptiques

I.4.1.1 La couleur

Les eaux fraîches doivent être brunes et jaunâtres, cependant, elles peuvent devenir noires avec le temps. [6]

I.4.1.2 L'odeur

Toutes les eaux usées ou les eaux résiduaires industrielles sont caractérisées par une odeur. Cette odeur est due à la décomposition de la matière organique. [7]

I.4.2. Paramètres physico-chimiques

I.4.2.1. Température

Pour les eaux usées résiduaires, leur température est corrélée à la température extérieure. [6]

I.4.2.2. Le potentiel Hydrogène (pH)

Le pH (potentiel Hydrogène) fait référence à la mesure de la concentration en ions hydrogène dans l'eau. La concentration d'ion en hydrogène détermine l'alcalinité ou l'acidité de l'eau. L'acidité et l'alcalinité des eaux usées sont très importantes, car elles ont des conséquences importantes sur le traitement des eaux usées et, en fin de compte, sur l'environnement. En moyenne, le pH des eaux usées domestiques se situe entre 6,5 et 8,0. Mais pour que les bactéries se développent dans la fosse septique, un pH de 6,5 à 7,5 est nécessaire.

Il est donc vital de maintenir les eaux usées de la fosse septique dans cette plage de pH afin de maintenir les microorganismes en vie et en bonne santé. [8]

I.4.2.3. Conductivité Électrique (CE)

C'est une mesure de la capacité d'une solution à laisser passer un courant électrique. Cette capacité dépend des sels solubles dans l'eau et de la température de mesure. Elle permet d'évaluer, approximativement la minéralisation globale de l'eau. [9]

I.4.2.4. La Salinité

Est une mesure de la concentration des minéraux dissous dans l'eau. La salinité (8%) est définie conventionnellement comme la masse en grammes des composés solides séchés à poids constant. [10]

I.4.2.5. Oxygène Dissous (OD)

La présence d'oxygène dans l'eau est indispensable à la respiration des êtres vivants aérobies aquatiques. En dessous d'un certain seuil de concentration en oxygène c'est l'asphyxie des micro-organismes. L'oxygène de l'eau permet également le processus d'oxydation des matières organiques (autoépuration), mais cette décomposition appauvrit le milieu aquatique en oxygène. [11]

I.4.2.6. Les Matières En Suspension (MES)

On appelle Matières En Suspension les très fines particules en suspension (sable, argile, produits organiques, particules de produits polluant, micro-organismes) qui donnent un aspect trouble à l'eau et s'opposent à la pénétration de la lumière nécessaire à la vie aquatique. En trop grande quantité elles constituent donc une pollution solide des eaux. [11]

I.4.2.7. La Matière Organique (MO)

Les rejets résiduels des égouts des agglomérations, apportent de très grandes quantités de Matières Organiques (MO). Cette pollution organique rejetée dans le milieu récepteur, sans traitement préalable, entraînerait, du fait de sa dégradation par les organismes vivants du milieu (Biodégradation), une diminution de la teneur en oxygène dissous, une modification et parfois une disparition de la faune existante. [12]

I.4.2.8. La Demande Biochimique en Oxygène (DBO₅)

La DBO d'un échantillon est la quantité d'oxygène consommée par les micros organismes aérobies présents ou introduits dans cet échantillon pour réaliser la dégradation des composés biodégradables. Il s'agit donc d'une méthode d'évaluation de la fraction des composés organiques biodégradables, donc plus restrictive que les méthodes basées sur l'oxydation chimique de toutes les matières organiques oxydables. [13]

La DBO₅ est la quantité d'oxygène en (mg/l) consommée au bout d'un temps conventionnel de 5 jours. [14]

I.4.2.9. La Demande Chimique en Oxygène (DCO)

Elle mesure la concentration en polluants chimiques et organiques qui ne peuvent être dégradés par l'action des micro-organismes présents dans l'effluent. Elle s'exprime en milligramme par litre et correspond à la quantité d'oxygène qu'il faut ajouter pour oxyder par voie chimique ces matières. [15]

I.4.2.10. Azote Total N_T

L'azote total est la somme de toutes les différentes formes d'azote présentes dans l'eau, y compris l'ammoniaque et l'azote à liaison organique (azote Kjeldahl total), ainsi que le nitrite et le nitrate. [16] L'azote total se trouve dans certains effluents industriels, dans les eaux usées municipales et dans les eaux de ruissellement des terres agricoles.

I.4.2.11. Phosphore Total (P_T)

Les phosphates sont généralement responsables de l'accélération des phénomènes d'eutrophisation, se trouvent sous formes :

- ❖ D'ortho phosphate, soluble PO_4^{3-} .
- ❖ De poly phosphate qui a tendance à s'hydrolyser en ortho phosphate.
- ❖ De phosphore non dissous.

La somme de ces diverses formes constitue le phosphore total, dont chaque forme peut être mesurée indépendamment des autres par spectrométrie. [17]

I.4.2.12. Les Nitrites (NO_2^-)

L'azote nitrite est un stade intermédiaire de la décomposition biologique de l'ammoniaque/ammonium. Les bactéries autotrophes convertissent l'ammoniaque en nitrates dans des conditions toxiques (aérobies). [18]

I.4.2.13. Les Nitrates (NO_3^-)

Le nitrate représente un état plus oxydé de l'azote. Les bactéries autotrophes convertissent l'ammoniaque en nitrite puis en nitrate dans des conditions aérobies; la foudre convertit directement en nitrate de grandes quantités d'azote atmosphérique (N_2). La réduction bactérienne du nitrate peut également produire du nitrite dans des conditions anaérobies. [18]

I.4.2.14. L'azote Ammoniacal

Pour désigner l'azote ammoniacal, on utilise souvent le terme d'ammoniaque qui correspond aux formes ionisées (NH_4^+) et non ionisées (NH_3) de cette forme d'azote. L'ammoniaque constitue un des maillons du cycle de l'azote. Dans son état primitif, l'ammoniaque (NH_3) est un gaz soluble dans l'eau, mais, suivant les conditions de pH, il se transforme soit en un composé non combiné, soit sous forme ionisée (NH_4^+). [19]

I.4.3. Paramètres biologiques

Les micro-organismes qui se trouvent dans l'eau usée sont à l'origine du traitement biologique. Ils comprennent, par ordre croissant de taille : les virus, les bactéries, les protozoaires et les helminthes. [20]

II. Étapes de Traitement des Eaux Usées

II.1. Prétraitement

C'est un procédé qui consiste à dissocier les matières les plus grossières et les éléments susceptibles d'impacter les phases futures du traitement.

Il englobe le dégrillage afin de capter les déchets volumineux, le dessablage, générant une meilleure décantation, le dégraissage et le déshuilage pour éviter l'encrassement de la station par des corps gras. [21]

II.1.1. Dégrillage

Les eaux usées sont filtrées par des grilles de plus en plus fines. Les déchets des plus gros aux plus fins sont ainsi récupérés : lingettes, chiffons, coton-tige, papiers, plastiques, branchages; 3 niveaux de dégrillage (successifs) existent : 4 cm/2 cm/0,6 cm. [22]

II.1.2. Dessablage

Les sables sont récupérés par décantation au fond du bassin. Ils sont ensuite refoulés vers une installation de lavage et valorisés sur des chantiers de travaux publics. [22]

II.1.3. Déshuilage

Les bassins sont aérés par des fines bulles par l'Aeroflot, qui permettent de faire remonter plus rapidement les matières grasses à la surface. Elles sont raclées et ensuite récupérées par le pont transversal. Après égouttage, elles sont transférées vers l'installation d'incinération des boues. [22]

II.2. Traitements secondaire (biologique)

Il s'agit d'un système d'épuration aérobie, où l'apport d'oxygène est primordial. La culture bactérienne est maintenue dans un bassin aéré et brassé. Les matières organiques contenues dans l'eau se transforment en carbone (sous la forme de dioxyde de carbone - CO₂) sous l'effet des bactéries. Les résidus ainsi constitués, contenant ce stock de bactéries, sont appelés « Boues ». Après un temps de séjour dans un bassin d'aération, l'effluent est renvoyé dans un clarificateur, appelé aussi décanteur secondaire. Ensuite, les boues sont soit orientées vers une unité de traitement spécifique, pour épandage agricole ou pour élimination, soit réinjectées en

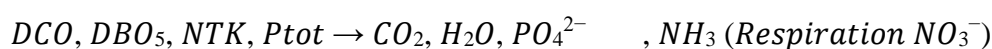
partie dans le bassin d'aération. On appelle cette opération la « recirculation des boues ». Les traitements par boues activées éliminent 85 à 95 % de la DBO₅, selon les installations. [23]

II.2.1. La zone de contact

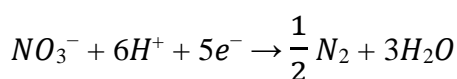
Ce processus consiste à additionner une quantité mesurée de boue (recirculée en général) et d'effluent à traiter dans une zone de faible volume située à l'amont immédiat du bassin d'aération. Ainsi, on fait augmenter artificiellement la teneur en substrat disponible pour les bactéries tout en permettant dans une certaine mesure de pallier un état de carence nutritionnelle au niveau du floc. [24]

II.2.2. Bassin d'anoxie

En Bassin d'anoxie, où aucun oxygène dissous n'est présent, mais de l'oxygène « Chimiquement lié », notamment des nitrites et des nitrates que des microbes peuvent utiliser pour des processus métaboliques, y sont couramment présents, c'est la dénitrification qui s'opère. En absence d'oxygène, les bactéries hétérotrophes utilisent les nutriments présents dans l'eau, dont l'azote organique, pour se développer. Leur action peut être résumée avec l'équation suivante :



Cette réaction, nécessite un accepteur final d'électron, pour cela elle utilise du NO_3^- pour la respiration. Cette action mène à la formation de diazote inerte. La réaction s'opère selon l'équation suivante :



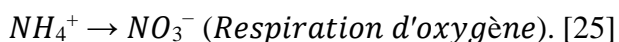
Nous avons donc éliminé la plus grande quantité d'azote présente dans l'effluent. Cette épuration nécessite une nitrification de l'azote en présence d'oxygène. [25]

II.2.3. Bassin d'aération

En Bassin d'aération, des bactéries autotrophes permettent la nitrification de l'azote ammoniacal. Elles utilisent uniquement du carbone minéral comme source de carbone et ne respirent que de l'oxygène. Elles sont, de plus, inhibées par la matière organique. Par

conséquent, il est impératif de réaliser ce palier de traitement après la dégradation de la matière organique.

On utilise ces espèces de bactéries pour nitrifier l'azote ammoniacal suivant l'équation suivante :



II.2.4. Le clarificateur

Parfois appelé décanteur, il est modélisé par un ouvrage, situé en sortie du bassin d'aération, a trois fonctions qui sont les suivantes :

- ✓ Une première qui sépare la boue de l'eau épurée.
- ✓ Une seconde est l'épaississement en permettant par la suite une recirculation des boues concentrées vers la zone de contact.
- ✓ Enfin un stockage temporaire des boues.

Il existe deux formes possibles pour le clarificateur : circulaire ou rectangulaire. Mais la géométrie la plus courante de ce dernier est une forme cylindro-conique. [26]

II.2.5. Epaississeur

Si nous scrutons les modes d'extraction des boues des divers ouvrages de traitement d'eau nous pouvons relever ce que suit :

- La concentration des extractions des différents ouvrages de traitement d'eau fonctionnant continuellement ou cycliquement est faible et dépasse rarement 10g/l (4 à 10 g/l en eau résiduaire urbaine).
- Les ouvrages fonctionnant périodiquement donnent des boues plus concentrées mais l'élimination globale de MES entraîne systématiquement une dilution surabondante des fins de purges.
- Différents moyens sont mis en œuvre pour l'épaississement des boues. Ces moyens sont de deux ordres :
 - ✓ Épaississement par décantation ou épaississement statique. [27]

II.2.6. Traitement des boues

Les boues issues de l'épuration des eaux usées se révèlent sous forme liquide bien chargées en matière organique hautement fermentescible. Ces deux caractéristiques sont gênantes et complexifiées grandement l'évacuation des boues ou leur stockage. Ceci nécessite donc la mise en place d'une filière de traitement dès l'installation de la station d'épuration (STEP). [28]

II.2.6.1. Déshydratation mécanique

La déshydratation se traduit par l'augmentation forte de la siccité, modifie l'état physique des boues, celles-ci passent de l'état liquide à l'état pâteux ou solide.

La station utilise deux types de déshydratation :

A) La déshydratation naturelle :

Il existe six lits de séchage naturel sous forme rectangulaire où les boues sont déversées directement après arrivages de l'épaississeur.

B) La déshydratation mécanique des boues :

L'objectif de cette étape est le séchage des boues pendant la période pluvieuse par l'ajout d'un polymère cationique, puis le passage dans des machines de presse (filtre à bandes) afin de séparer les boues des eaux, et créer une boue parfaitement floccule ou par autre expression; augmentation de la siccité des boues. [29]

II.2.6.2. Le séchage

On obtient cette phase par le procédé d'évaporation naturelle dans des lits de séchage, l'objectif de séchage est d'abaisser au maximum le volume des boues. La technique des lits de séchage se réalise à l'air libre sur des boues liquides épaissies et stabilisées. [30]

II.2.6.3. Elimination finale des boues

Après traitements pour la réduction de leur volume et leur potentiel de nuisance, les boues d'épuration urbaines ou industrielles doivent, en tant que déchets, être éliminées dans une logique de recyclage de matière et d'énergie. Sont donc examinées les différentes voies de dévolution que sont la dévolution agricole, le recyclage dans un procédé industriel, les techniques de destruction thermique et la mise en centre d'enfouissement technique.

L'élimination finale des boues issues de ces traitements des effluents des industries agroalimentaires est valorisée en agriculture car elles sont riches en élément fertilisants.

II.3. Réutilisation des eaux usées

D'un point de vue environnemental, la réutilisation des eaux usées traitées présente un grand avantage car elle permet de recycler l'eau traitée et de limiter la consommation des ressources naturelles. Cette opération est soumise à un cadre de traitement très strict pour éliminer tout risque sanitaire.

L'irrigation agricole était, et restera le plus grand consommateur d'eau recyclée avec de nombreux avantages, notamment la contribution à la sécurité alimentaire.

La réutilisation de l'eau en milieu urbain est caractérisée par un développement rapide en raison de son rôle crucial pour la ville durable du futur. En plus de l'irrigation urbaine d'espaces verts, d'autres applications prennent de l'importance comme les usages industriels (nettoyage, lutte contre les incendies, tours de refroidissement, etc...), le recyclage en immeuble et les usages environnementaux pour le maintien et la restauration des plans d'eau, des rivières et des zones humides. [31]

Conclusion

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. Afin de montrer l'intérêt de leur épuration, nous avons présenté dans ce chapitre d'une part, les origines et caractéristiques des eaux usées, et d'autre part, les différentes méthodes utilisées pour leur épuration. L'intérêt consiste à trouver la méthode la moins coûteuse et celle qui présente une basse nuisance auditive, ce qui est le cas des méthodes biologique à boue activée.

Partie Expérimentale

Introduction

Une station d'épuration est un ouvrage réalisé dans le cadre de la protection d'un milieu récepteur à savoir la protection d'un barrage, la productivité d'une source d'eau pour l'irrigation des divers hectares. L'objectif principal de notre chapitre est de faire une description générale de la STEP de la commune d'Ain Taghrouit, wilaya de Bordj Bou Arreridj.

I.1. Présentation de la station d'épuration d'Ain Taghrouit

Cet établissement est une installation de la dépollution des eaux usées urbaines domestiques. Elle est située dans la commune d'Ain Taghrouit, non loin du barrage d'Ain Zada, à l'est de la wilaya de Bordj Bou Arreridj en Algérie.

Mise en service le 27 septembre 2017, elle réceptionne, récupère et traite les eaux usées des régions d'Ain Taghrouit et de Bir Kasd Ali.

La station d'épuration de la ville nouvelle d'Ain Taghrouit est conçue pour traiter les eaux usées urbaines d'une population équivalente à 37 068 E.H pour l'horizon 2030 et 44 744 E.H pour l'horizon 2040.

I.1.1 Situation géographique de la zone d'étude

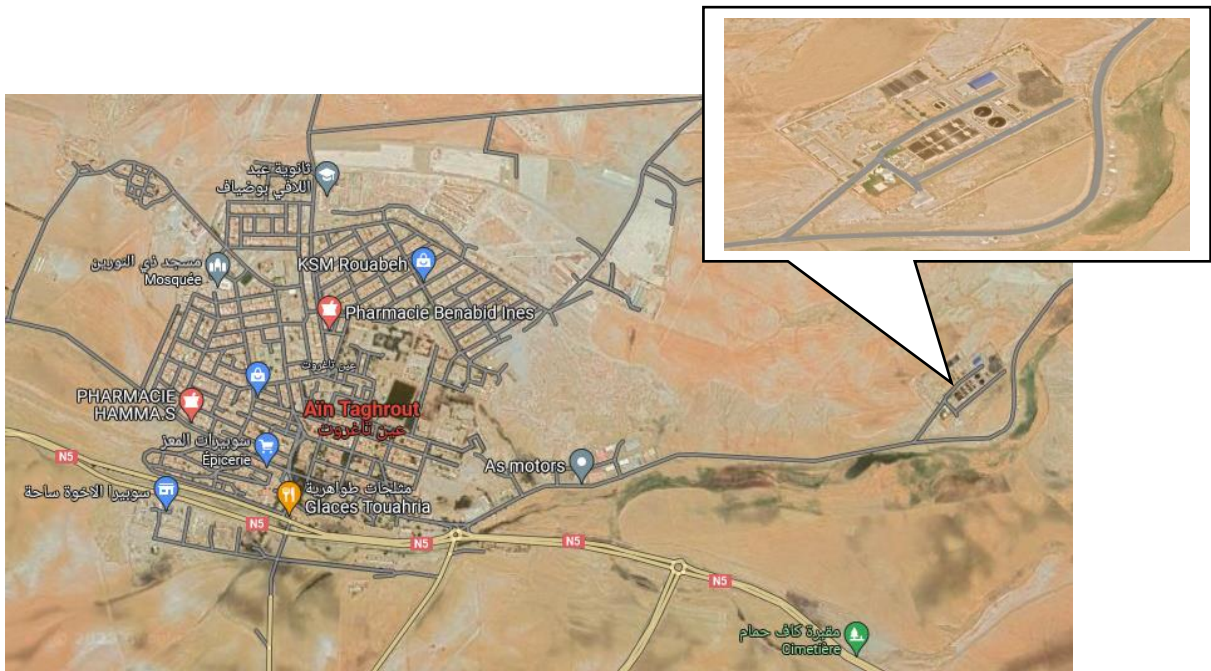


Figure 01 : Situation géographique de la zone d'étude

I.2. Fiche technique de la STEP d'Ain Taghrout

Wilaya	Bordj Bou Arreridj	
Nom	Station d'épuration d'Ain Taghrout	
Le climat de la zone	Région d'Ain Taghrout est caractérisée par un climat méditerranéen continental	
Origine des eaux usées	Les eaux brutes sont celles provenant de la ville d'Ain Taghrout et Bir Kasd Ali	
Date de mise en service	Septembre 2017	
Procédé d'épuration	Boue activée à faible charge	
Capacité de la station	38000 Equivalent Habitant	
Communes raccordées à la STEP	Ain Taghrout et Bir Kasd Ali	
Impacts	Elimination des rejets	
Débit moyen des eaux usées	5930.88 m³/j	
Rendement épuratoire	DBO₅ ≥ 96%	DCO ≥ 92%
	MES ≥ 95%	Azote Total ≥ 92%
Oued	Ain Taghrout	

I.3. Le schéma général du procédé de traitement des eaux usées de la ville d'Ain Taghrouit

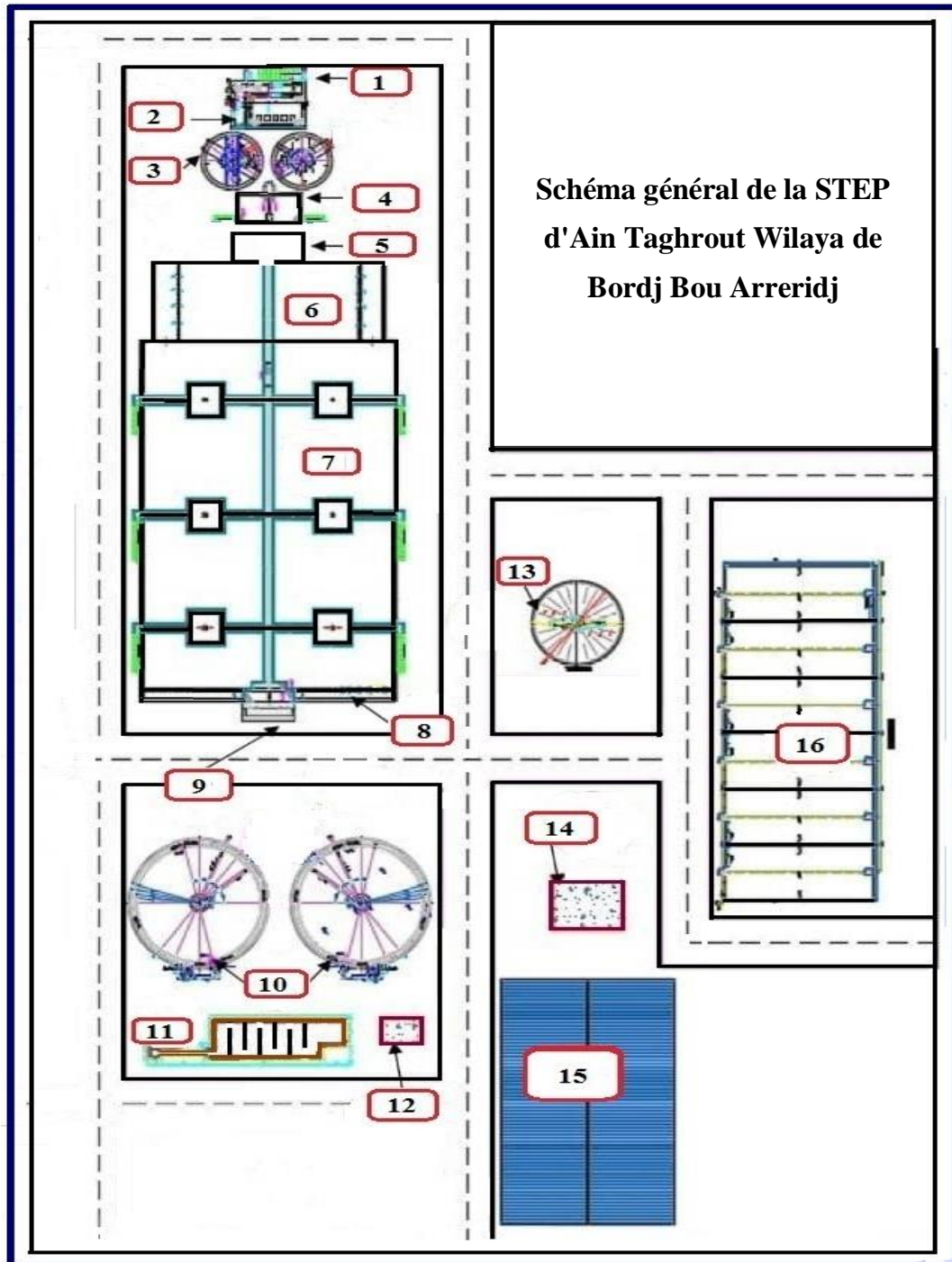


Figure 02 : Schéma général de la station d'épuration Ain Taghrouit

I.3.1. Les ouvrages installés au niveau de la STEP d'Ain Taghrout

Traitement primaire	Traitement Secondaire	Filière boues
01 Poste de relevage	05 Zone de contact	13 Epaisseur
02 Répartiteur N° 01	06 Bassin d'anoxie	14 Déshydratation mécanique
03 Dessableur - déshuileur	07 Bassin d'aération	15 Air de stockage de boue
04 Répartiteur N° 02	08 Dégazeur	16 Lits de séchage
	09 Répartiteur N° 03 (puisard à boue)	
	10 Clarificateur	
	11 Bassin de chloration	
	12 Local de désinfection	

I.4. Etapes de traitement des eaux usées à la station Ain Taghrout

I.4.1. Traitement primaire

En épuration des eaux usées, le traitement primaire est une simple décantation qui permet de supprimer la majeure partie des matières en suspension. Ce sont ces matières qui sont à l'origine du trouble des eaux usées.

I.4.1.1. Poste de relevage

Un poste de pompage en aval du dégrillage grossier pour le pompage des eaux brutes de la ville jusqu'à l'ouvrage de prétraitement via une conduite DN 200 PRV 10.



Figure 03 : Bâtiment de relevage

I.4.1.2. Ouvrages de prétraitement

❖ Dégrillage fin mécanisé

Cette étape consiste à tamiser et à éliminer les solides d'un diamètre d'environ 6 mm (papiers, cailloux...).

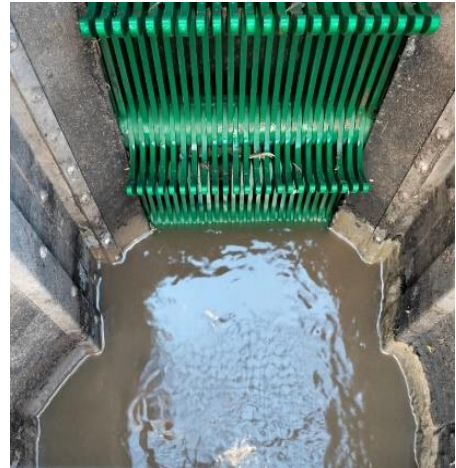


Figure 04 : Grilles mécaniques (Dégrilleur)

❖ Dessableur – Déshuileur

Le dessablage a pour but d'extraire des eaux brutes les graviers, sables et particules minérales plus ou moins fines, ainsi que les filasses de façon à éviter les dépôts dans les canaux et conduits, à protéger les pompes et autres appareils contre l'abrasion.

Déshuilage vise à éliminer les graisses et les huiles dans les eaux usées. L'opération s'effectue par flottation. L'injection d'air au fond de l'ouvrage permet la remontée en surface des corps gras. Les graisses et huiles sont raclées à la surface vers un collecteur des huiles.



Figure 05 : Dessableur – Déshuileur



Figure 06 : Poussière filtrée et réservoir d'huile retirée de l'eau



Figure 07 : Déshuileur

I.4.2. Traitement secondaire (biologique)

Le traitement biologique est la transformation de la pollution par des bactéries en gaz carbonique, dioxyde d'azote, eau traitée et boues.



Figure 08 : Traitement secondaire

I.4.2.1. Zone de contact

L'addition de la totalité d'eau brute et une quantité mesurée de boue recirculée.



Figure 09 : Zone de contact

I.4.2.2. Bassin d'anoxie

En zone anoxie, c'est la dénitrification qui s'opère. En absence d'oxygène, les bactéries hétérotrophes utilisent les nutriments présents dans l'eau, dont l'azote organique, pour se développer.



Figure 10 : Bassin d'anoxie

I.4.2.3. Bassin d'aération

Aération pour développer les bactéries consommatrices de matière organique.



Figure 11 : Bassin d'aération

I.4.2.4. Dégazeur

Le rôle de l'ouvrage de dégazage, est d'expulser les bulles d'air et d'azote afin de favoriser une bonne décantation.



Figure 12 : Dégazeur

I.4.2.5. Bassin de clarification

Est un bassin circulaire équipé d'un pont racleur où s'effectue la séparation par décantation des boues en excès constituées dans le bassin d'aération de l'eau traitée.



Figure 13 : Bassin de clarification

I.4.2.6. Bassin de chloration



Figure 14 : Bassin de chloration



Figure 15 : Sortie des eaux traitées

I.4.3. Filière boues

Le traitement des boues consiste à concentrer la matière organique en filtrant les boues liquides pour obtenir des boues solides plus facilement transportable et stockable.

I.4.3.1. Epaisseur

La suspension boueuse est introduite au centre, à l'intérieur de la jupe centrale. Les matières décantent selon leur propre poids et forment un lit de boue concentrée dans la partie inférieure de l'ouvrage.



Figure 16 : Epaisseur statique

I.4.3.2. Déshydratation mécanique.

Le but de la déshydratation des boues est de concentrer les solides pour une élimination facile et efficace.





Figure 17 : Filtre à bande

I.4.3.3. Air de stockage de boue

Centre de collecte des boues séchées dans une aire de stockage de 551.90 m³ garantissant le stockage de 06 mois de productions de boues.



Figure 18 : Stockage des boues déshydratées

I.4.3.4. Lits de séchage

Ils restent utilisés (avec éventuellement du polymère pour accélérer la phase de drainage) dans les régions de faible précipitation. En moyenne, il faut cependant 1 semaine pour sécher une hauteur de boue liquide de 20 -30 cm.



Figure 19 : Lits de séchage

I.5. Présentation de la Salle de contrôle

Pour l'exploitation, la STEP d'Ain Taghrout est pilotée depuis un système complètement informatisé de supervision assurant la gestion, la télé-conduite et la surveillance à distance de l'ensemble des installations de la station d'Ain Taghrout.



Figure 20 : Salle de contrôle

I.6. Prélèvement et échantillonnage

Des analyses physico-chimiques des eaux usées des régions de Bir Kasd Ali et Ain Taghrout au niveau de la station d'épuration. Cette opération consiste à un prélèvement d'une quantité donnée d'eau usée à l'entrée de la station et de prélever la même quantité à la sortie après traitement. Cela peut se réaliser manuellement ou automatiquement.

I.6.1. Prélèvement manuel

L'eau est tirée du bassin d'aération manuellement à l'aide des récipients ou des flacons tout en prenant en compte les instructions suivantes :

- ✓ essayer d'homogénéiser les eaux usées stagnantes avant de procéder à l'échantillonnage (p. ex. remuer, faire circuler, etc...) le plus possible au centre des eaux usées.
- ✓ procéder à l'échantillonnage assez loin du bord pour éviter les effets de ce dernier à un endroit avec suffisamment de profondeur afin que les particules décantées ne soient prises dans l'échantillon et/ou pour pouvoir éviter l'influence du fond.



Figure 21 : Prélèvement manuel

I.6.2. Prélèvement automatique

Échantillonneur prélève 100 ml chaque heure puis les met dans des bouteilles en plastique d'une capacité de 1 litre.

Des échantillons ont été prélevés dans deux points :

- Eaux brutes localisées après le dessaleur/ déshuileur (relevage).
- Eau traitée (épurée) localisée avant le poste de rejet.

L'échantillon final à analyser est constitué d'un mélange de volumes prélevés sur 24 flacons par jour.

Après prélèvement, les échantillons sont conservés à une température de 4 °C et analysés dans un délai maximum de 24 heures pour éviter toute modification des caractéristiques.



Figure 22 : Prélèvement automatique

I.7. Méthodes d'analyses physico-chimiques des eaux

I.7.1. Analyses physiques

I.7.1.1. Température

Au niveau des stations d'épuration la température des eaux usées influe beaucoup sur l'efficacité du procédé de traitement, la mesure de la température au laboratoire à l'aide d'un thermomètre incorporé à trois appareils : pH mètre, conductimètre et oxymètre, effectue la température moyenne exprimée en degré celsius °C.

I.7.1.2. Le potentiel d'Hydrogène (pH)

✓ Principe

Le pH de l'eau est mesuré avec un pH-mètre électronique de verre est inséré dans la quantité d'eau à analyser.

Mode opératoire :

- Allumer l'appareil.
- Laver l'électrode avec de l'eau distillée et la placer dans l'échantillon.
- Lire le résultat une fois qu'il s'est installé sur l'écran.

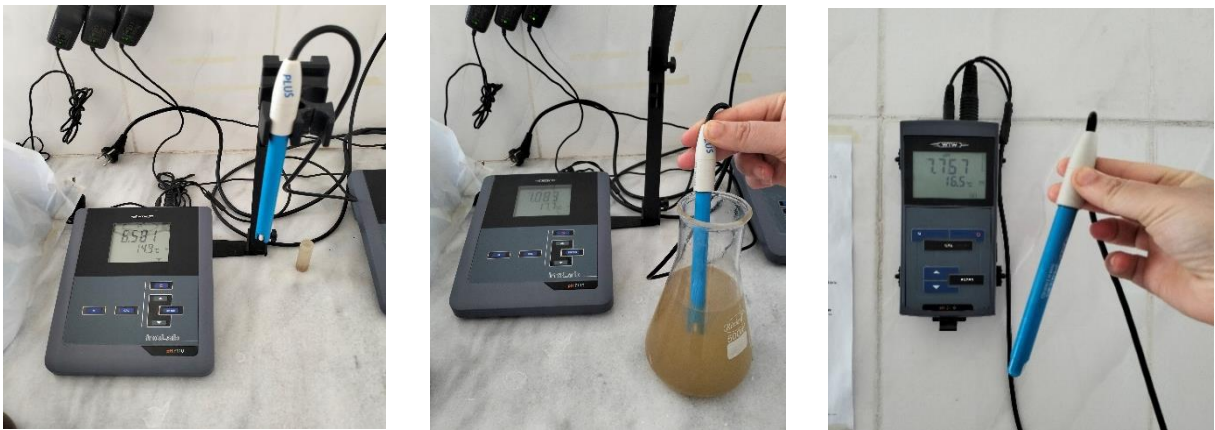


Figure 23 : Photo du pH mètre WTW 7110

I.7.1.3. Conductivité Electrique (CE)

✓ Principe

La conductivité est déterminée par l'appareil à conductivité électrique (conductimètre) On peut aussi mesurer le degré de salinité, l'unité de conductivité est $\mu\text{s}/\text{cm}$, et le degré de salinité est en mg/l .

Mode opératoire :

- Allumer l'appareil.
- Laver l'électrode et la placer dans la quantité d'eau à analyser.
- Lire le résultat sur l'écran.

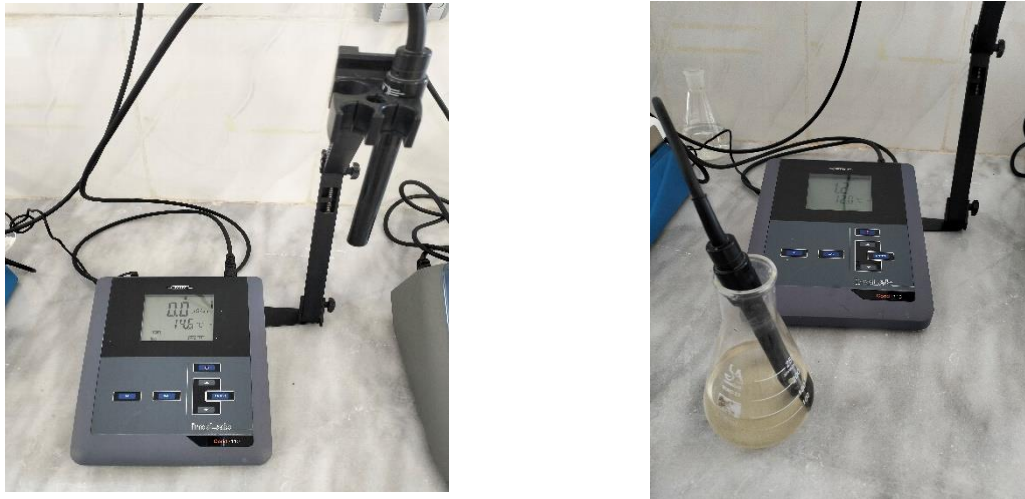


Figure 24 : Photo du conductimètre portatif WTW 7110

I.7.1.4. Oxygène Dissous (OD)

✓ Principe

C'est la détermination de la quantité d'oxygène dissous dans l'eau en mg/l et elle est mesurée avec un oxymètre.

Mode opératoire :

- Allumer l'appareil et laver l'électrode avec de l'eau distillée.
- Placer l'électrode dans l'échantillon d'eau dans lequel l'oxygène doit être mesuré.
- Le résultat est lu après avoir été fixé à l'écran.



Figure 25 : Photo de l'Oxymètre portatif WTW 7310

I.7.1.5. Matières décantables

✓ Principe

Un cône imhoff a des graduations continues jusqu'à 1000 ml mesure la quantité de boue décantée dans d'eau de bassin d'aération.

Mode opératoire :

- Verser 1000 ml d'eau d'aération dans un cône Imhof.
- Attendre 30 minutes.
- Lire le volume des matières déposées au fond du cône (Figure 26).

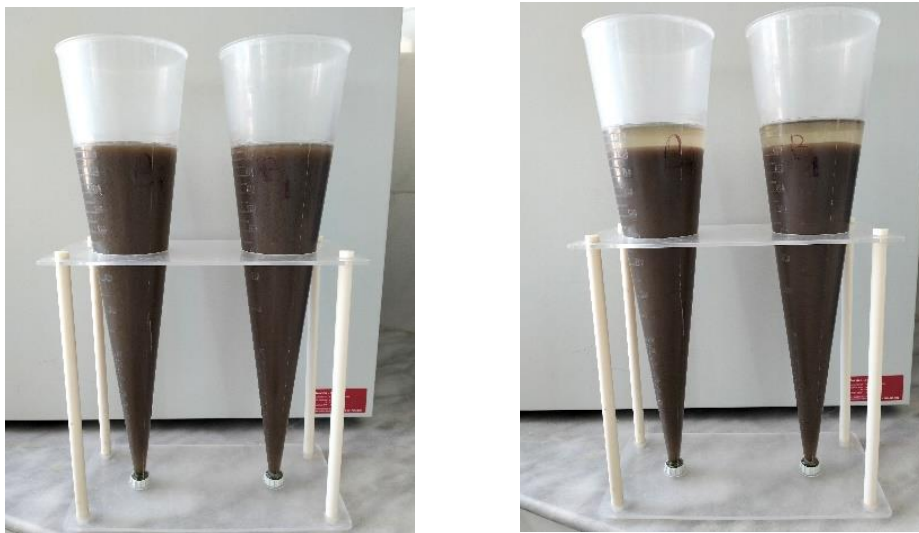


Figure 26 : Vitesse de sédimentation 30 minutes

I.7.1.6. Matières En Suspension (MES)

✓ Principe

Cette mesure est basée sur la détermination de la quantité des particules très fines en suspension dans l'eau. Et elle est mesurée par un appareil spectrophotomètre, son unité est en mg/l.

Mode opératoire :

- Mettre l'appareil sous tension.
- Calibrer l'appareil en versant de l'eau distillée dans une cuve de 10 ml après l'avoir essuyé et inséré dans l'appareil pour donner un zéro.

1-Détermination des matières en suspension de l'eau pure

- Verser 10 ml d'eau purifiée dans une cuve de 10 ml.
- Essuyer la cuve de l'extérieur.
- La mettre dans un spectrophotomètre.
- Lire le résultat affiché sur l'appareil.

2- Détermination des matières en suspension des eaux brutes

- Faire une dilution d'eau 1/10 en mélangeant 9 ml d'eau distillée à l'aide d'une pipette de 10 ml avec 1 ml d'eau brute à l'aide d'une micro pipette dans une cuve de 10 ml.
- Bien mélanger, puis essuyer la cuve de l'extérieur.
- Le mettre dans un spectrophotomètre.
- Lire le résultat affiché sur l'appareil.

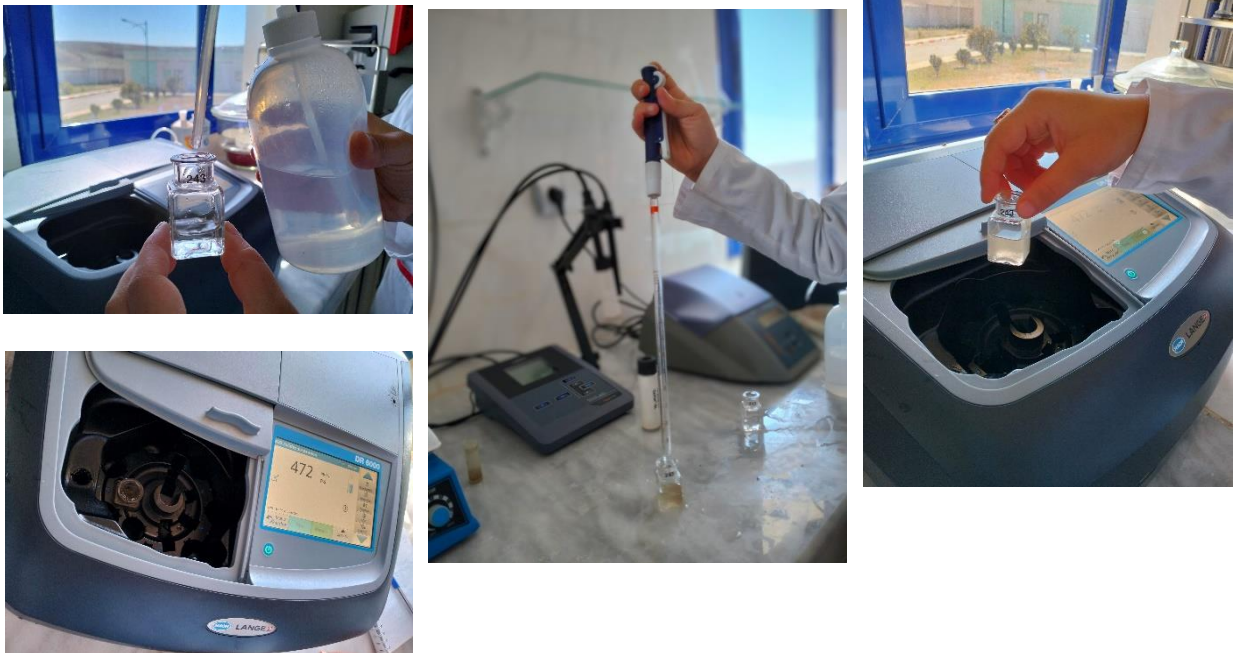


Figure 27 : Un spectrophotomètre pour mesurer les Matières En Suspension

I.7.2. Analyses chimiques

I.7.2.1. Demande Biologique en Oxygène (DBO₅)

✓ Principe

Cette mesure est basée sur la détermination de la quantité d'oxygène dissous consommée par les bactéries dans une période de 5 jours à une température de (20°C), l'unité de DBO₅ en (mg/l).

Mode opératoire :

- Mesurer la quantité désirée (eaux brutes 164 ml, eaux épurées 432 ml) avec le ballon jaugé de trop-plein et verser dans des bouteilles en verre propre;
- Introduire l'agitateur magnétique dans chaque bouteille;
- Mettre un bouchon noir sur l'embouchure du flacon pour éviter les fuites de gaz;
- Mettre 3 pastilles d'hydroxyde de potassium dans chaque bouchon avec une cuillère;
- Régler les oxitopes pour mesurer la DBO₅ pendant 5 jours et les placer sur chaque flacon;
- Poser les flacons sur un système d'agitation et les mettre dans un thermostat de DBO₅ à 20 degrés;
- Lire les valeurs avec l'oxitope après 5 jours;



Figure 28 : DBO₅ mètre

I.7.2.2. Demande Chimique en Oxygène (DCO)

✓ Principe

Mesurer la quantité équivalente d'oxygène nécessaire à l'oxydation de la matière organique par un spectrophotomètre.

Pour l'eau d'entrée on utilise un réactif de référence d'une gamme de 0–1500 mg/l ppm.

Mode opératoire :

- Prélever 2 ml d'eau brute à analyser à l'aide d'une pipette volumétrique de 2 ml et le rajouter au tube de réactifs à DCO.
- Agiter et placer le tube fermé dans le réacteur DCO et le chauffer pendant deux heures à 148°C.
- Refroidir le tube à température.
- Lire le résultat en mesurant directement la concentration de la DCO en mg/l par photo Flex.



Figure 29 : Thermoréacteur



Figure 30 : Les tubes de DCO



Figure 31 : Photo Flex

I.7.2.3. Dosage de Nitrite (NO_2^-)

✓ Principe

L'acide sulfanilique, en milieu chlorhydrique en présence d'ion ammonium et de phénol, forme avec les ions NO_2^- un complexe coloré jaune dont l'intensité est proportionnelle à la concentration en nitrite. [32]

Réactifs :

- ✓ **Ammoniaque pure.** ($d= 0.925$)
- ✓ **Solution mère étalon :** Préparer cette solution par nitrite de sodium 0.1725 g avec 500 ml d'eau distillée. Cette solution se conserve mieux si on lui ajoute 1 ml de chloroforme.
- ✓ **Solution fille étalon d'ion NO :** Préparer cette solution dans une fiole jaugée de 100 ml à partir de la solution mère avec de l'eau distillée.
- **Préparation du réactif de ZAMBELLI**
 - ✓ Dans une fiole jaugée d'un litre de capacité mettre 69 ml d'eau distillée et 26 ml de HCl.
 - ✓ Dissoudre dans le mélange 0.5 g d'acide sulfanilique et 0.75 g de phénol en chauffant légèrement au bain-marie jusqu'à dissolution complète.
 - ✓ Mettre le mélange sur l'agitateur magnétique et y ajouter 13.5 g de chlorure d'ammonium et remuer jusqu'à ce qu'il se dissolve.
 - ✓ Après refroidissement ajuster jusqu'à 100 ml avec l'eau distillée.
- **Préparer l'échantillon :** Faire une dilution d'eau 1/10 en mélangeant 9 ml d'eau distillée avec 1 ml d'eau brute. Ajouter 2 ml de réactif de ZAMBEILLI (après 10 min) ajouter à 2 ml de l'ammoniaque pure.
- **Préparer l'échantillon de T :** Préparer cette solution par solution fille étalon (ml) et 10 ml de l'eau distillée avec 2 ml réactif de Zambelli.
- **Préparer l'échantillon de 1, 2, 3, 4 :** Préparer cette solution par solution fille étalon (2, 3, 4, 5 ml) avec l'eau distillée (10, 8, 7,5 ml), et 2ml de réactif de Zambelli, après (10 min) ajouter 2 ml de l'ammoniaque pure.

❖ Détermination des Nitrite des eaux brutes

- ✓ Afficher au spectrophotomètre à la longueur d'onde de 435 nm
- ✓ Remplir la cuve avec le contenu de la fiole T; Le mettre dans un spectrophotomètre, lire le résultat affiché sur l'appareil. Même mesure pour les échantillons 1, 2, 3, 4.
- ✓ Tracer la courbe d'étalonnage $D = f(C)$
- ✓ Mesure d'échantillon. (Étape 2)
- ✓ Déduire la concentration en nitrite en substituant le résultat de l'échantillon dans l'équation de la courbe: $Y = 0.0075X + 0.0355$

$$\text{Alors :} \quad x = \frac{(y - 0.0355) \times 10}{0.0075}$$

x : La quantité de Nitrite en mg/l.

Y : Résultat de l'échantillon.



Figure 32 : Echantillons



Figure 33 : Spectrophotomètre

Conclusion

Il existe plusieurs méthodes d'examen des paramètres physiques et chimiques qui ont été réalisées au sein du laboratoire de la station d'épuration d'Ain Taghrout, il est nécessaire de

pouvoir juger les performances de l'installation et d'avoir une idée générale sur l'efficacité de chaque étape du processus d'épuration.

II.1. Résultats et discussions

II.1.1. Température

Tableau 01 : Les résultats obtenus de la température durant la période de mars à avril 2023.

Date	(T °C) Entrée	(T °C) Sortie
06-03-2023	9.4	7.6
13-03-2023	12.7	9.3
20-03-2023	9	7.8
27-03-2023	15.1	12.1
11-04-2023	9.9	11.4
17-04-2023	10.9	9.3
23-04-2023	14.5	12.3
30-04-2023	13.3	14.2

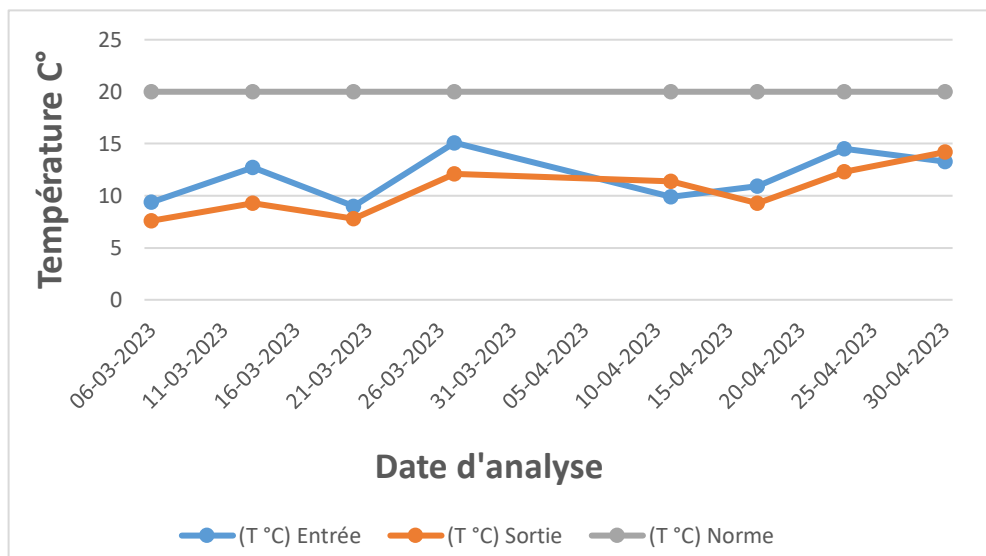


Figure 01 : Évaluation de température à l'entrée et à la sortie de la STEP en fonction du temps

On constate depuis ces résultats la variation de la température de l'eau à l'entrée et à la sortie de la STEP, la température à l'entrée augmente d'une valeur qui varie d'un minimum de 9 °C à un maximum de 15.1 °C avec une moyenne de 11.85 °C. Alors qu'elle diminue aux sorties, où sa valeur s'échelonne et varie d'un minimum de 7.6°C à un maximum de 14.2 °C avec une moyenne de 10.50 °C. Les valeurs respectent les normes algériennes estimées à 30 °C.

Le suivi de la température est très important, car il influence d'autres paramètres (pH, conductivité électrique, oxygène dissous ...) En plus, ça agit sur l'efficacité des procédés de traitement. Par conséquent, le processus de nitrification et de dénitrification n'existe pas lorsque la température est inférieure à 5 °C, elle diminue à une température de 15 °C, et elle est idéale entre 28°C et 30 °C.

A travers la figure 01, nous concluons que l'eau traitée au niveau de la STEP d'Ain Taghrouit ne représente aucun risque pour l'utilisation agricole.

II.1.2. Le potentiel d'Hydrogéné (pH)

Tableau 02 : Les résultats obtenus du potentiel Hydrogéné durant la période de mars à avril 2023.

Date	(Ph) Entrée	(Ph) Sortie
06-03-2023	8.36	8.36
13-03-2023	8.710	8.73
20-03-2023	7.80	7.41
27-03-2023	7.97	7.94
11-04-2023	8.11	7.98
17-04-2023	8.10	8.03
23-04-2023	8.05	7.90
30-04-2023	7.80	7.79

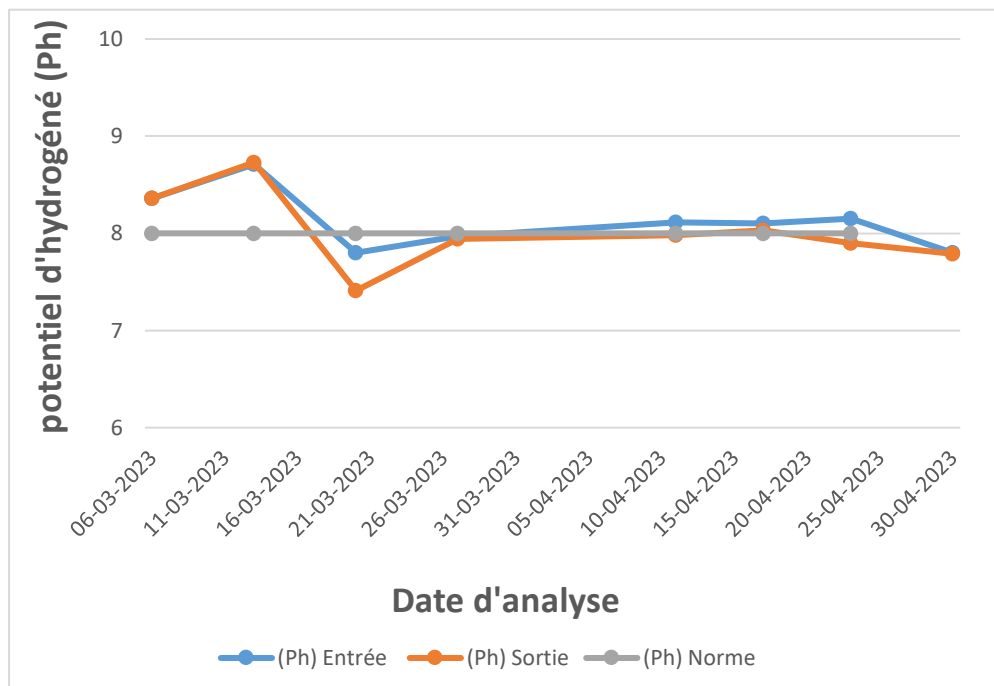


Figure 02 : Évaluation du Potentiel d'Hydrogéné à l'entrée et à la sortie de la STEP en fonction du temps

Le pH est l'un des paramètres les plus importants de la qualité de l'eau et un indicateur de nombreuses activités biochimiques, telles que la prolifération de micro-organismes responsables du traitement biologique ainsi que du métabolisme, et joue un rôle important dans l'épuration biologique des effluents. La mesure du pH des eaux usées donne une indication de l'alcalinité ou de l'acidité. On note à travers ces résultats que les valeurs de pH à l'entrée de la station variaient entre 7,80 et 8,71, avec une moyenne de 8,11. En gare, nous avons enregistré des valeurs de sortie comprises entre 7,41 et 8,73, avec une moyenne de 7,26. On note que les valeurs obtenues sont basiques avec une légère baisse à la sortie de la station.

La figure 02 représente les valeurs de pH à l'entrée et à la sortie de la station pour les mois de mars et d'avril. Nous remarquons sur la courbe que la majorité des valeurs correspondent aux normes algériennes (de 6,5 à 8,5), alors que nous avons enregistré une hausse inhabituelle en date de 13-03-2023 estimée à 8.71 à l'entrée et 8.73 à la sortie. Nous concluons que les valeurs de pH enregistrées sont favorables à la croissance de la microfaune et de la microflore aquatique.

II.1.3. Conductivité Electrique (CE)

Tableau 03 : Les résultats obtenus de la Conductivité Electrique durant la période de mars à avril 2023.

Date	(CE) Entrée (µs/cm)	(CE) Sortie (µs/cm)
06-03-2023	2620	2220
13-03-2023	2510	2450
20-03-2023	2570	2320
27-03-2023	2580	2310
11-04-2023	2650	2360
17-04-2023	2740	2460
23-04-2023	2670	2420
30-04-2023	2590	2380

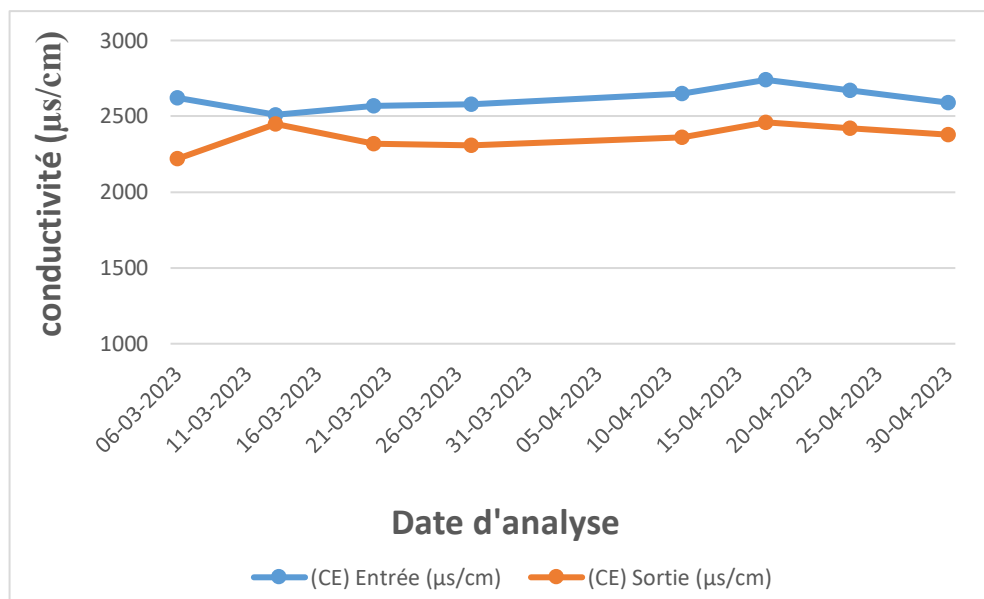


Figure 03 : Évaluation de la Conductivité Electrique à l'entrée et à la sortie de la STEP en fonction du temps

Le tableau 03 montre les différents résultats de la conductivité électrique de l'eau à l'entrée et à la sortie de STEP, de sorte que la conductivité électrique à l'entrée augmente d'une valeur qui varie d'un minimum de 2510 µs/cm à un maximum de 2740 µs/cm avec une moyenne de 2639 µs/cm. Alors qu'elle diminue aux sorties, où sa valeur s'échelonne qui varie d'un minimum de 2220 µs/cm à un maximum de 2460 µs/cm avec une moyenne de 2365 µs/cm.

La valeur de la conductivité électrique est probablement l'une des plus simples et des plus importantes pour le contrôle de la qualité des eaux usées. Elle est un indicateur direct de sa salinité et traduit le degré de minéralisation globale.

La figure 03 représente la variation de conductivité durant les mois de mars et avril. On remarque une augmentation de la conductivité électrique au cours du mois d'avril par rapport au mois de mai, ceci est dû à la liaison de la conductivité électrique, à la haute température, à l'augmentation de l'évaporation, et au fait que son eau est de l'eau urbaine et est souvent édulcorée avec de grandes quantités de sels, qui est une source d'ions négatifs et positifs. Il résulte également de la biodégradation de la matière organique en minéraux. La salinité a un effet significatif sur les plantes lors de l'irrigation, d'où nous concluons que l'eau traitée peut endommager certaines plantes sensibles à l'eau à forte salinité.

II.1.4. Oxygène Dissous (OD)

Tableau 04 : Les résultats obtenus de l'Oxygène Dissous durant la période de mars à avril 2023.

Date	(OD) Entrée (mg/l)	(OD) Sortie (mg/l)
06-03-2023	0.52	3.01
13-03-2023	0.14	0.4
20-03-2023	0.41	3.18
27-03-2023	0.21	1.22
11-04-2023	0.5	1.10
17-04-2023	0.21	4.40
23-04-2023	0.28	4.05
30-04-2023	0.24	4.53

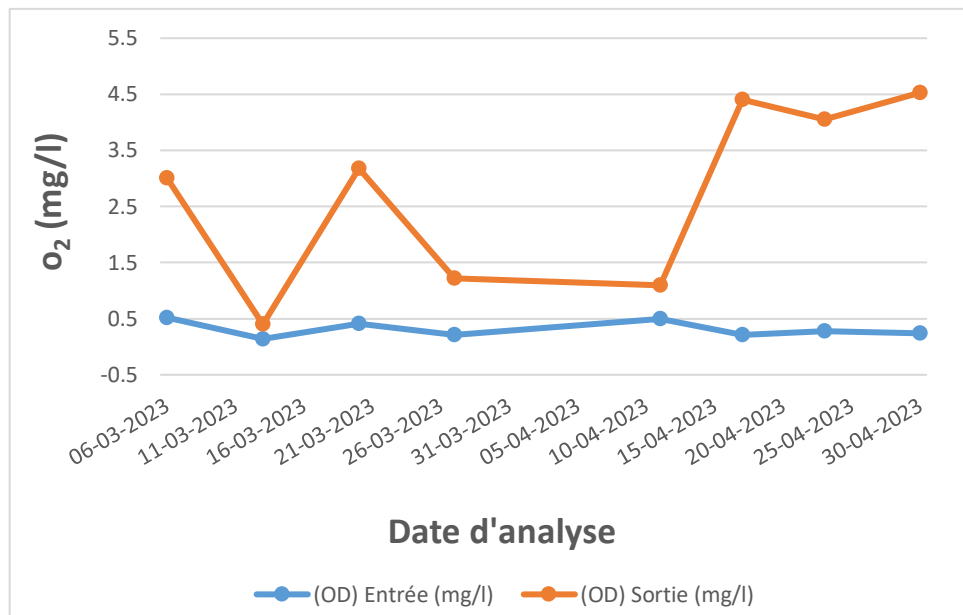


Figure 04 : Évaluation d'Oxygène Dissous à l'entrée et à la sortie de la STEP en fonction du temps

L'oxygène dissous dans l'eau est considéré comme le cœur du procédé de traitement biologique, ainsi toute diminution de celui-ci entraîne la mort des bactéries, et sa remonté provoque une irritation qui nuit au bon déroulement du procédé de traitement.

On constate depuis ces résultats (Tableau 04) que la variation de l'oxygène dissous dans l'eau à l'entrée et à la sortie de la STEP, l'oxygène dissous à l'entrée est caractérisé par des valeurs faibles qui varient d'un minimum de 0.14 mg/l à un maximum de 0.52 mg/l avec une moyenne de 0.37 mg/l. Alors qu'il augmente aux sorties, où sa valeur s'échelonne et varie d'un minimum de 0.40 mg/l à un maximum de 4.53 mg/l avec une moyenne de 2.74 mg/l.

La figure 04 représente les valeurs d'oxygène dissous à l'entrée et à la sortie de la station durant les mois de mars et avril. La présence d'oxygène dans l'eau est liée au travail des aérateurs qui mélangent l'air à l'eau, et nous en concluons que la raison du pourcentage élevé d'oxygène à la sortie de la station est la raison de la diminution du pourcentage de pollution et de bactéries dans l'eau traitée.

II.1.5. Matières En Suspension (MES)

Tableau 05 : Les résultats obtenus des Matières En Suspension durant la période de mars à avril 2023.

Date	(MES) Entrée (mg/l)	(MES) Sortie (mg/l)
06-03-2023	555	13
13-03-2023	349	49
20-03-2023	402	23
27-03-2023	405	15
11-04-2023	500	25
17-04-2023	567	43
23-04-2023	600	40
30-04-2023	654	38

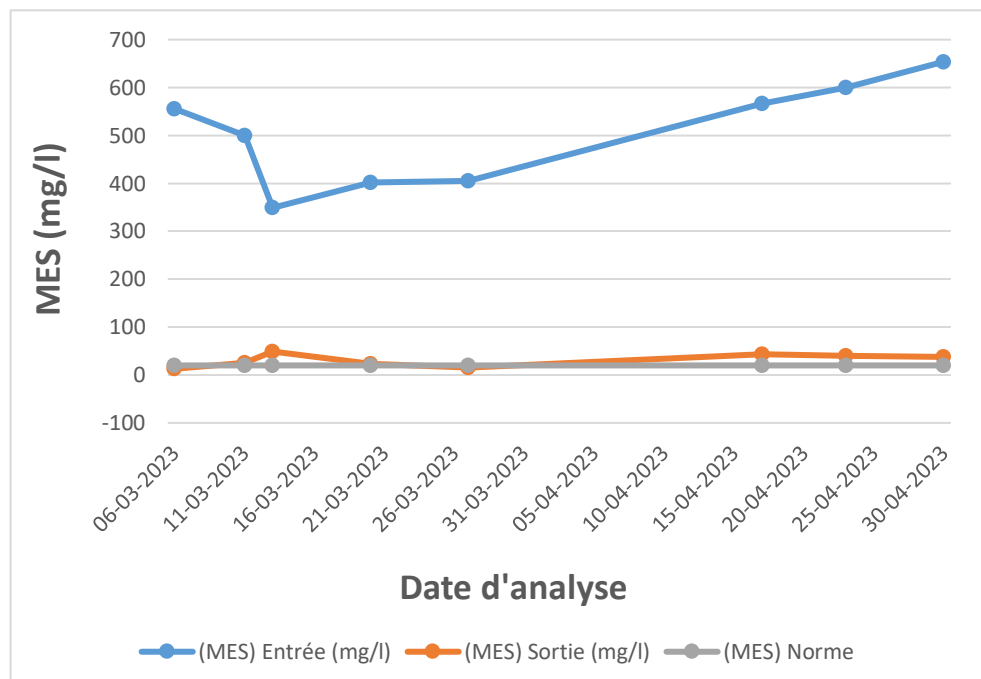


Figure 05 : Évaluation de Matières En Suspension à l'entrée et à la sortie de la STEP en fonction du temps

Nos résultats montrent qu'il y a une différence dans les valeurs des matières en suspension enregistrées entre l'eau brute et l'eau épurée. La MES de l'eau brute varie entre 349 mg/l et 654 mg/l cependant nous remarquons une diminution dans la MES avec l'épuration de l'eau qui

peut être expliquée par les processus de traitement ainsi les valeurs de la MES de l'eau épurée varie entre 13 mg/l et 49 mg/l.

En comparant nos résultats (Figure 05) avec ceux de l'OMS nous remarquons que les valeurs enregistrées pour l'eau brute étaient largement supérieures par rapport aux normes de rejets par contre celles enregistrées pour l'eau épurée répondent aux normes exigées par l'OMS qui est < 20 mg/l mais inférieures à la norme algérienne.

II.1.6. Demande Biologique en Oxygène (DBO₅)

Tableau 06 : Les résultats obtenus de la Demande Biologique en Oxygène durant la période de mars à avril 2023.

Date	(DBO ₅) Entrée (mg/l)	(DBO ₅) Sortie (mg/l)
06-03-2023	500.2	37.6
16-03-2023	351.5	47.7
27-03-2023	349.8	9.7
11-04-2023	187.2	31.4
17-04-2023	262.7	6.64
23-04-2023	334.6	8.4
30-04-2023	370.6	45.3

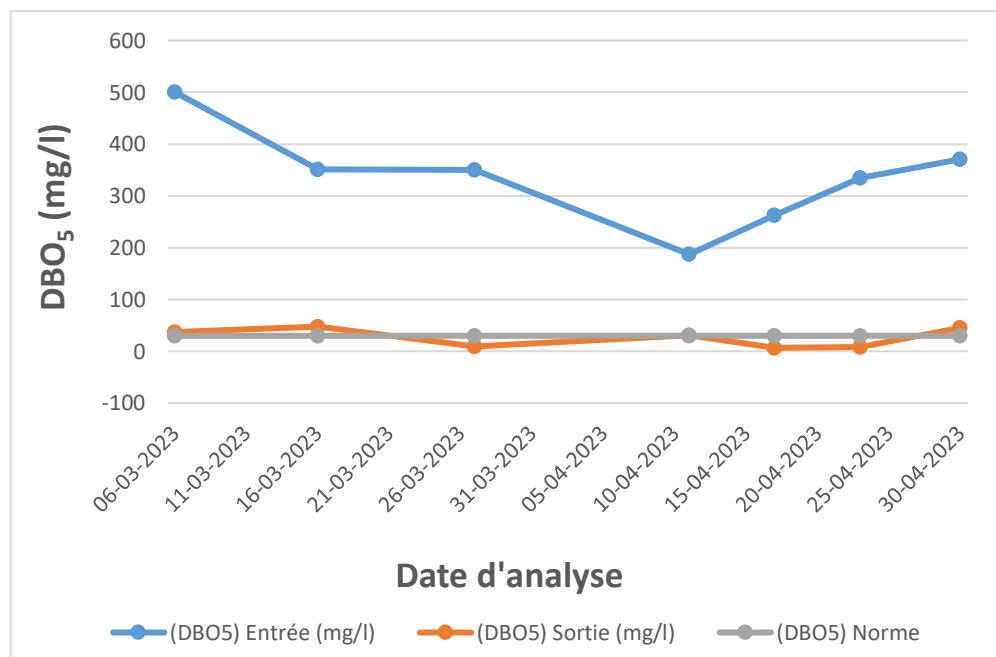


Figure 06 : Évaluation de Demande Biologique en Oxygène à l'entrée et à la sortie de la STEP en fonction du temps

D'après les résultats obtenus, on note qu'il y a une différence dans les valeurs de la DBO₅ enregistrées entre l'eau brute et l'eau épurée. La DBO₅ de l'eau brute varie entre 187.2 mg/l et 500.2 mg/l cependant nous remarquons qu'il y a une diminution et une augmentation dans la DBO₅ avec l'épuration ce qui peut être expliqué par les processus de traitement, ainsi les valeurs de la DBO₅ de l'eau épurée varient entre 6.64 mg/l et 47.7mg/l.

Sur la figure 6, on remarque une différence dans les valeurs de la DBO à l'entrée et sortie de la station, dont certaines qui dépassent les normes. De ce fait, nous pourrions dire peut-être que, cette augmentation est due soit aux rejets sauvages (huileries, les rejets industriels qui sont raccordés au même réseau d'assainissement), soit à une mauvaise aération au niveau de la station.

II.1.7. Demande Chimique en Oxygène (DCO)

Tableau 07 : Les résultats obtenus de la Demande Chimique en Oxygène durant le mois de mai 2023.

Date	(DCO) Entrée (mg/l)
14-05-2023	1500
16-05-2023	1304
22-05-2023	626

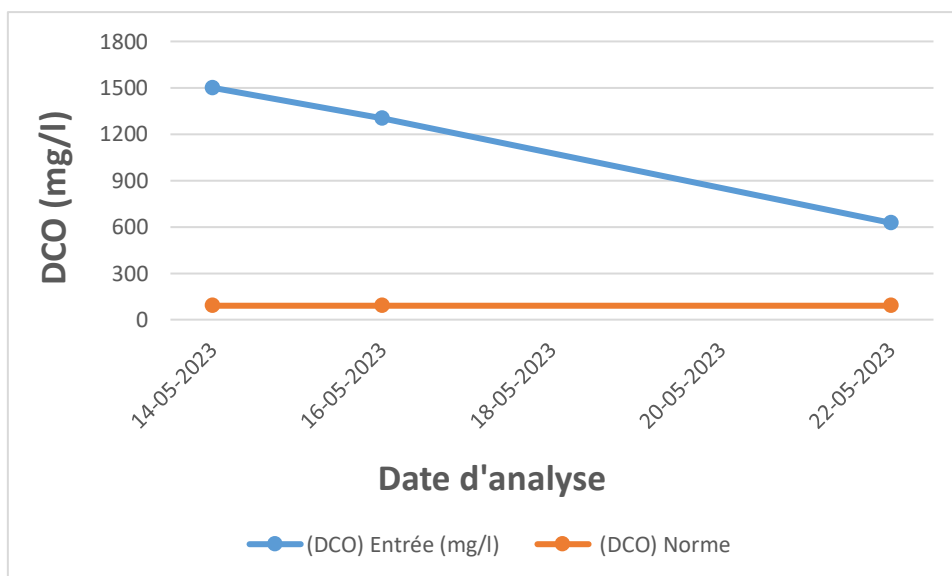


Figure 07 : Évaluation de Demande Chimique en Oxygène à l'entrée de la STEP en fonction du temps

La DCO représente la concentration d'oxygène équivalent à la quantité de dichromate consommée par la matière dissoute et en suspension lorsqu'on traite un échantillon d'eau. D'après les résultats obtenus en mai 2023 (Figure 07), l'augmentation des valeurs de la DCO enregistrées à l'entrée de la station varient vers un maximum de 1500 mg/l. Cela peut être expliqué par l'entrée d'un effluent polluant à l'entrée de la STEP.

II.1.8. Nitrite (NO_2^-)

Tableau 08 : Les résultats obtenus de la Nitrite durant le mois de mai 2023.

Date	(NO_2^-) Entrée (mg/l)
14-05-2023	19.33
16-05-2023	15.33
22-05-2023	6

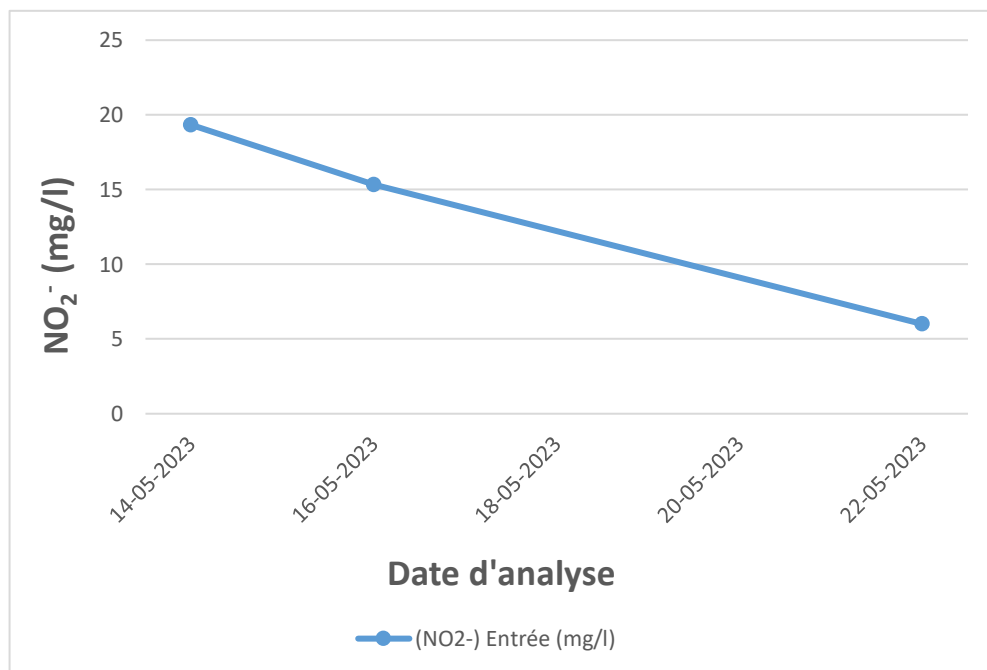


Figure 08 : Évaluation de Nitrite à l'entrée de la STEP en fonction du temps

D'après les résultats obtenus (Figure 08) les valeurs de la nitrite enregistrées à l'entrée de la station durant le mois de mai varient entre d'un maximum de 19.33 mg/l et 6 mg/l qui ont dépassés les normes algériennes.

Conclusion générale

Conclusion

Les eaux usées arrivant en station d'épuration à Ain Taghrout peuvent provenir du réseau d'eau pluviale, des habitations (WC, douches, éviers...). Le traitement est basé sur la méthode qui fournit les conditions favorables à la croissance des micro-organismes connus pour dégrader les polluants carbonés ou azotés. En l'épuration, les boues sont séparées de l'eau traitée qui est rejetée dans un cours d'eau avoisinant.

L'objectif de notre travail était d'évaluer les performances épuratoires de la station d'Ain Taghrout pendant la période qui débute de mars jusqu'à avril 2023. Notre étude sur le suivi des analyses physico-chimiques a été effectuée sur les paramètres suivant : le pH, la conductivité électrique, la température, les matières en suspension (MES), la demande chimique en oxygène (DCO), la demande biochimique en oxygène à cinq jours (DBO_5), les nitrites NO_2^- .

Les résultats obtenus montrent qu'à l'entrée de la station les valeurs de pH, conductivité électrique, MES, DBO_5 , diminuent à la sortie.

- La présence de l'aération artificielle au niveau de la STEP conduit à une augmentation des concentrations en oxygène dissous des eaux traitées par rapport aux eaux brutes.
- Les rendements épuratoires de 93.64 % des matières en suspension (MES) et 91.72 % de la demande biologique en oxygène pendant cinq jours (DBO_5). Notre étude montre que ce type de station permet une élimination satisfaisante des matières organiques.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- [1] HAMIMED, A., IDDER, W., KALLOUM, S., & NASRI, B. (2018). Étude des performances épuratoires (Doctoral dissertation, Université Ahmed Draïa Adrar).
- [2] <https://www.safewater.org/french-fact-sheets/2017/2/7/traitement-eaux-usees> (Consulté le 15/03/2023).
- [3] Dr. BESSEDIK MADANI : « traitement des eaux usées » ; Université Tlemcen.
- [4] ABED Imane .2020. « Evaluation du Rendement de la Station d’Epuración d’Ammi Moussa, Wilaya de Reliage ». Diplôme de Licence professionnelle. Université Aki Mohandou hadj Boira.
- [5] D'estain J., Antoine P., Evrard P., Thonnard P, 2002. Traitement biologique des eaux usées, le cas des bacs à graisses, Colloque international, Gestion intégrée de l'eau en Haïti, Université Quinqua, Haïti
- [6] <https://bel-assainissement-service.fr/l'assainissement-et-le-traitement-des-eaux-usees/> (Consulté le 17/03/2023).
- [7] HASSINE, A. A. (2021). Contribution à l'étude d'épuration des eaux usées de la ville de Hassi Messaoud (Doctoral dissertation, Université Kasdi Merbah Ouargla).
- [8] <https://www.bio-sol.ca/blog/fr/ph-fosse-septique/> (Consulté le 17/03/2023).
- [9] ABID, G., & Abdellah, K. (2018). Evaluation des performances épuratoires de la STEP de Tigrât (Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri).
- [10] RODIER. (1996). L'analyse de l'eau 8e édition. Édition DUNOD.
- [11] <https://cpepesc.org/6-nature-et-pollutions/2-eaux-et-milieus-aquatiques-sources-de-pollutions-et-atteintes/2-qualite-des-eaux-pollutions-etat-des-cours-deau/2-bonne-qualite-ou-pollution-des-eaux/parametres-physiques-et-chimiques-de-leau-indicateurs-des-pollutions/les-differents-parametres-physiques-et-chimiques-des-eaux-et-commentaires/> (Consulté le 20/03/2023).

- [12] BOUKHECHBA, Z., HARROUZ, Y., Kalium, S., & Nasir, B. (2017). Étude des performances épuratoires de la station d'épuration des eaux usées domestiques par filtres plantés de Ksar de M'rague (Adrar).
- [13] HAOUARA, A. R. (1997). Etude de la biodégradabilité et de la toxicité des produits utilisés dans les activités forage et production d'hydrocarbure (Doctoral dissertation).
- [14] J.RODDIER; Paris; 1984; L'analyse de l'eau; Dunod Bordas; 7eme édition.
- [15] <https://www.cieau.com/le-cieau/bibliotheque-numerique/bibliotheque-numerique-les-traitements-des-eaux-usees/> (Consulté le 22/03/2023).
- [16] <https://fr.hach.com/parameters/nitrogen> (Consulté le 19/03/2023).
- [17] H. ZANTOU. S.LATBI. 2009. « Processus de traitement des eaux usées dans la laiterie d'Arib, wilaya d'Ain defla », Mémoire de master, Université de khemis miliana.
<https://www.cpepesc.org/Les-principaux-parametres.html> (consulté le juin 14, 2020).
- [18] <https://fr.hach.com/parameters/nitrate> (Consulté le 02/04/2023).
- [19] REJSEK, F. (2002). Analyse des eaux aspects réglementaires et techniques. Ed CRDP, Aquitaine. France.
- [20] BENELMOUAZ ALI.2015 « Performances épuratoires d'une station d'épuration de Maghnia ». Diplôme de Master. Université Abou Bekr Belkaid.
- [21] MEHAMMEDIA Ammar, T. T. K. (2020). Evaluation de l'efficacité de la station d'épuration des eaux usées (STEP) de Guelma.
- [22] <https://fr.scribd.com/document/510140045/Guide-Traitement-Eaux-Usees>. (Consulté le 23/03/2023).
- [23] <https://fr.scribd.com/document/510606459/1622699798186-Generalites-Sur-Le-Traitement-Des-Eaux-Usees>. (Consulté le 23/03/2023).
- [24] PUJOL R. et CANLER J.P. (1990). Compléments d'information sur cette technique.
- [25] Alain JADAS HECART, Les procédés à culture libre.
- [26] <http://hmf.enseeiht.fr/travaux/bei/beiere/content/clarificateur> (Consulté le 25/03/2023)

- [27] ANTONINI, G., Pau, France, 23-24 Février, 2000, "Les procédés de valorisation thermique des boues, " Actes Du Colloque Les Boues. Quels Enjeux ? Quelles Solutions ?
- [28] FILALI, S. (2019). Evaluation des teneurs en phosphore et en potassium assimilables des boues urbaines pour l'amendement des sols agricoles de Tizi-Ouzou (Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri).
- [29] BOUAOUA, A., Nafi, R., & Boutebba, K. E. (2020). Évaluation de la performance épuratoire de la station d'épuration d'El Rabta Jijel (Doctoral dissertation, Université de Jijel).
- [30] MAALEM Tarek SAIDIA Chahra Zed, T. O. G. O. (2018). Caractérisation bactériologique des boues résiduelles des stations d'épuration des eaux usées.
- [31] AISSAOUI Moncef, T. E. H. (2020). Quelle culture choisir et pour quel système d'irrigation doit-on opter s'il s'agit des eaux usées épurées ? (Doctoral dissertation).
- [32] YOUSRA, D. (2022). Etude et proposition technique de traitement des effluents liquides des abattoirs (Doctoral dissertation, faculté des sciences et de la technologie univ bba).

Résumé

Les eaux usées subissent un traitement par épuration dans des stations dédiées. Avant de traiter toute eau usée issue d'usage domestique ou industriel, sa composition doit être connue. Cela permet de savoir quels éléments chimiques et biologiques sont présents et fournit les informations nécessaires pour concevoir le traitement approprié.

L'objectif de cette étude, qui a été menée sur les résultats d'analyses obtenues pendant deux mois (mars et avril) en 2023 du pH, DCO, des matières en suspension, du DBO et d'autres facteurs, est d'évaluer le rendement et la qualité des eaux usées de la station d'épuration de la ville d'Ain Taghrout qui utilise la méthode des boues activées. Notre étude a montré que les valeurs trouvées respectent les normes de rejet à la sortie. La STEP d'Ain Taghrout génère un bon rendement : 93.64 % de MES et 91.72 % de la DBO₅.

Mot clé : STEP, Traitement des eaux, Paramètres physico-chimiques.

Abstract

Wastewater is treated by purification in dedicated plants. Before any domestic or industrial wastewater is treated, its composition must be known. This allows us to know which chemical and biological elements are present and to provide the necessary information to design the appropriate treatment.

The objective of this study, which was conducted on the results of analyzes obtained during two months (March and April) in 2023 of pH, COD, Suspended solids, BOD, and other factors, is to assess the wastewater performance and quality of the wastewater treatment plant in the town of Ain Taghrout, which uses the activated sludge method. Our study showed that the values found meet discharge standards. Ain Taghrout's WWTP generates a good performance : 93.64% of SIS and 91.72% of BOD₅.

Keyword: WWTP, Water Treatment, Physico-chemical parameters.

الملخص

تخضع المياه المستعملة للمعالجة من خلال تنقيتها في محطات مخصصة. قبل معالجة أي مياه مستعملة للاستخدام المنزلي أو الصناعي، يجب معرفة تركيبها. يساعد هذا في معرفة العناصر الكيميائية والبيولوجية الموجودة ويوفر المعلومات اللازمة لتصميم العلاج المناسب.

الهدف من هذه الدراسة، التي تم إجراؤها على نتائج التحليلات التي تم الحصول عليها خلال شهرين (مارس وأفريل) في عام 2023 من درجة الحموضة، وDCO، والمواد الصلبة العالقة، وDBO، وعوامل أخرى، هو تقييم كفاءة وجودة مياه الصرف الصحي من محطة معالجة مياه الصرف الصحي بمدينة عين تاغروت والتي تستخدم طريقة الحمأة المنشطة. أظهرت دراستنا أن القيم الموجودة تحترم المعايير النظامية لخروج الماء المعالج من المحطة. تنتج محطة معالجة مياه عين تاغروت عائداً جيداً : 93.64% من MES و 91.72% من DBO₅.

الكلمات المفتاحية : محطة معالجة مياه الصرف الصحي، معالجة المياه، العوامل الفيزيائية والكيميائية.