



Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur Et de La Recherche Scientifique



Université de Ghardaïa

N° d'ordre :
N° de série :

Faculté des Sciences et Technologies
Département de Génie des procédés

Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de

Master

Domaine : Sciences et Technologies

Filière : Génie des procédés

Spécialité : Génie chimique

Thème

**Evaluation de taux de dépollution des
eaux usées à l'aide d'un système de
filtration à sable**

Présenté par :

- BELLAKEHAL AICHA

- BELLEMHERBET KARIMA

-Soutenu publiquement devant le jury :

Mr .MANSOURI Khaled
M^{me}.MOULAI Kerroumia
M^{me}.HELLALI Naima
M^{me}.BOUAMER Kheira

MCA
MAA
MCB
MCB

Univ. Ghardaïa
Univ. Ghardaïa
Univ. Ghardaïa
Univ. Ghardaïa

Président
Examinateur
Examinateur
Encadrant

Année universitaire : 2023/2024

Résumé

Les eaux usées sont l'une des sources les plus importantes qui représentent un grand danger pour la santé et l'environnement si elles sont utilisées sans aucun traitement car elles contiennent une grande quantité de polluants. Les stations d'épuration des eaux usées ont pour fonction de réduire cette pollution (physique, chimique et microbiologique) afin de garantir son efficacité sur la santé humaine et l'environnement.

Ce travail vise éliminer les polluants azotés des eaux de la station d'épuration de Kaf Doukhan à l'aide d'un traitement supplémentaire par le processus de filtration en utilisant un sable vierge des dunes de la région de METLILI.

La pratique a été réalisée dans le laboratoire de l'hydraulique de l'Université de Ghardaïa et les analyses sont effectuées au laboratoire de Génie des procédés et au laboratoire de l'ADE. Il a donné des résultats acceptables pour l'ammonium et le nitrite avec une valeur allant de [1,5-0,2], et nous avons également observé une légère augmentation des nitrates de 45,6 environ entre chaque montée, indiquant que cette eau et le filtre à sable contiennent des nitrates à un pourcentage très élevé.

Mot clé : Eaux usées, Kaf doukhane, Polluants azotés, Filtration sur sable, Analyses physiques et chimiques.

المخلص

تشكل مياه الصرف الصحي خطرا على الصحة والبيئة إذا تم استعمالها دون معالجة لاحتوائها على الكثير من الملوثات. قمنا في هذا العمل بدراسة معالجة مياه الصرف الصحي لمحطة كاف الدخان بناء على تقنية الترشيح الرملي المتواجدة في مخبر الري بجامعة غرداية وذلك باستعمال عينة من الكثبان الرملية من منطقة متليلي عند عدة ارتفاعات. تم تنفيذ هذه الدراسة في مخبر الري ومخبر هندسة الطرائق وكذلك مخبر الجزائرية للمياه وحدة غرداية بحيث أعطت نتائج مقبولة للأمونيوم والنترت بقيمة تتراوح بين [0.2 – 1.5] كما لاحظنا زيادة قليلة للنترات بنسبة 45.6 بالتقريب عند كل ارتفاع مما يدل احتواء هذه المياه والمرشح الرملي على نترات بنسبة عالية جدا.

الكلمات المفتاحية: مياه الصرف الصحي، كاف دخان، ملوثات النيتروجين، الترشيح بالرمل، التحليل الفيزيائي والكيميائي.

ABSTRACT

Wastewater poses a risk to health and the environment if used untreated to contain many contaminants. In this work, we studied the treatment of wastewater of the Kaf Doukhane station based on the sand filtration technique located in the hydraulic laboratory of the University of Ghardaia using a sample of sand from the Metlili region at several levels.

The study was carried out at the Irrigation Laboratory and the Modalities Engineering Laboratory, as well as the Algerian Water Laboratory, the Ghardaia Unit. It gave acceptable results for ammonium and nitrite with a value ranging from [1.5-0.2], and we also observed a slight increase in nitrates by 45.6% approximately between each rise, indicating that this water and the sand filter contain nitrates at a very high percentage.

Keyword: Wastewater, Kaf doukhane, Nitrogen pollutants, Sand filtration, Physical and chemical analyses

Remerciements

Nous remercions Dieu tout-puissant qui nous a aidé à accomplir ce travail.

Nous tenons à exprimer nos sincères remerciements et nos appréciations à Mme

BOUAMERKheira

Pour avoir accepté de superviser ce travail et pour sa patience et son endurance

ainsi que ses bons conseils pour réaliser ce mémorandum et au Dr OULED

BELKHEIR Cheikh et Dr **NOUACER BelKacem** qui ne nous ont pas épargné

des conseils et des orientations scientifiques.

Nous tenons également à exprimer nos sincères remerciements aux membres des

jury Mr **MANSOURI Khaled**, Mme **MOULAI Karroumia** et Mme **HELLALI**

Naima.

Aussi notre gratitude est dédiée aux employés de Laboratoire de l'ADE unité de

Ghardaïa et de la station de Kaf-Doukhane pour l'aide qu'ils nous ont apporté

dans la réalisation de cette étude en nous fournissant les informations

nécessaires à notre étude.

Enfin, nous aimerions adresser nos sincères remerciements et notre gratitude à

tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de cette étude.

MERCI

Dédicaces

Celui qui dit que je l'ai,...

Louons Dieu d'abord et avant tout pour tout, car sans sa volonté, nous n'aurions rien.

Je dédie cet humble travail

À ma mère, la source de la tendresse et du sens de la vie, qui a été la première compagne et le premier soutien

Qui ne m'a jamais épargné ses conseils et qui m'a appris que l'étude est la base.

À mon père, Le symbole de la lutte et du sacrifice et le gardien de mes exigences.

À ma grand-mère endeuillée, qui ne m'a jamais épargné ses prières et ses bons mots, une bonne âme qui s'est éteinte avant que je puisse lui dire que j'avais réussi.

Avant que je puisse lui dire que je l'avais fait.

À mon frère et à sa femme, mon soutien, ma force et mes encouragements, votre présence a joué un rôle important dans mon parcours.

À mon amie Karima, ce fut un long voyage, mais nous l'avons fait.

Nous avons passé cinq ans ensemble et nous récoltons aujourd'hui les fruits de notre réussite.

À ma meneuse de jeu et ma muse, ma sœur Noura.

À mon amie Assai, à mes chers frères et sœurs, à tous ceux que je connais qui ont eus de la chance.

Dédicaces

*Dieu merci, l'effort a été fait et le sceau n'a été recherché que grâce à
Lui.*

*Et l'esclave n'a surmonté les obstacles et les difficultés qu'avec son
consentement*

*Avec fierté, il a trouvé dans les plis de mon cœur une dédicace de
remise des diplômes*

*Et le fruit de mes efforts à ceux que Dieu a dotés de prestige et de
révérence*

*À celui qui m'a appris à donner sans attendre, à celui dont je porte
fièrement le nom To À mon cher père ...*

*Au sens de l'amour et de la tendresse, à qui mon abri et ma main
droite à ce stade étaient à ma mère bien-aimée.*

*À ma sœur MABROUKA Qui a été mon lien pendant toutes les années
avec celui qui me soutient, m'accompagne à chaque instant vers ma
sœur et mon âme sœur ASSIA. À ma petite et bien-aimée WAFAA À
un ami de mon âge AICHA. À une source d'inspiration et de confiance
envers mes frères et sœurs, au même titre que mes proches foies*

*Et au docteur BOUAMER kHAIRA qu'Allah la récompense tout le
meilleur*

Karima

LISTE DES TABLEAUX

Tableau	Titres	Pages
TableauI.1	Classification des eaux selon leur pH	8
TableauI.2	Les données de bases de la STEP	11
TableauI.3	Analyses physico-chimiques des eaux usées	17
TableauIII.1	Résultats d'analyse physico-chimique des eaux traitées et des eaux filtrées.	33

LISTE DES FIGURES

Figures	Titres	Pages
Figure I.1	Step kaf doukhane	9
Figure I.2	L'entrée de la step kaf doukhane	10
Figure I.3	Localisation et caractéristiques de la Stepkaf Doukhane	10
Figure I.4	Principe de fonctionnement des bassins primaires	12
Figure I.5	Principe de fonctionnement des bassins secondaires	12
Figure I.6	Dégrilleur – Dessableur	13
Figure I.7	Répartiteurs vers les bassins primaires et secondaires	14
Figure I.8	Bassins primaires et secondaires	15
Figure I.9	Bassins primaires et secondaires	15
Figure I.10	Lits de séchage	16
Figure I.11	Rejet final vers Oued M'Zab	16
Figure II.1	les emplacements des carrières de sable étudiées	20
Figure II.2	Sable d'Oude Metlili	21
Figure II.3	Filtration à sable sur une hauteur de 20cm	23
Figure II.4	Filtration à sable sur une hauteur de 40cm	24
Figure II.5	Filtration à sable sur une hauteur de 60cm	24
Figure II.6	Filtration à sable sur une hauteur de 80cm	25
Figure II.7	Filtration à sable sur une hauteur de 100 cm	25
Figure II.8	Turbidimètre	26
Figure II.9	Solution étalon de nitrite	29
Figure III.1	pH à différentes hauteurs du filtre	34
Figure III.2	O ₂ -dis à différentes hauteurs du filtre	34
Figure III.3	Conductivité à différentes hauteurs du filtre	35
Figure III.4	Turbidité à différentes hauteurs du filtre	35
Figure III.5	DBO ₅ à différentes hauteurs du filtre	36
Figure III.6	NO ₂ ⁻ à différentes hauteurs du filtre	36
Figure III.7	NO ₃ ⁻ différentes hauteurs du filtre	37
Figure III.8	NH ₄ ⁺ à différentes hauteurs du filtre	37

LISTE DES ABREVIATIONS

ADE : Algérienne des eaux.

CE : Conductivité électrique.

DCO : demande chimique en oxygéné

DBO5 : demande biologique en oxygène pendant 5 jours.

mS/cm : micro-siemens par centimètre.

MES : Matière en suspension.

NA : Normes algériennes.

NTU : Unité de Turbidité Néphélométrique.

pH : Potentiel d'Hydrogène.

RS : Résidu sec.

TDS : Taux des Sels Dissous.

UV : Ultra visible.

Liste des matières

Titres	Page
Résumé	
Remerciements	
Dédicaces	
LISTE DES TABLEAUX	I
LISTE DES FIGURES	II
LISTE DES ABREVIATIONS	III
LISTE DES MATIERES	IV
INTRODUCTION GENERALE	02
CHAPITRE I Bibliographie et présentation de station d'épuration	03
I.1. Généralités sur les eaux usées	04
I.1.1 Origine des eaux usées	04
I .1.1.1 Les eaux usées pluviales	04
I .1.1.2 Les eaux usées domestiques	04
I .1.1.3. Les eaux usées industrielles	05
I .1.1.4. Les eaux usées agricoles	05
I .1.2. Pollution des eaux	06
I .1.2.1. Définition de la pollution	06
I .1.3. Types de pollution	06
I .1.4 Paramètres de pollution de l'eau	06
I .1.4.1 Les paramètres physiques	06
I .1.5. Paramètres chimiques	07
I .1.5.1. Potentiel d'hydrogène pH	07
I .1.5.2 Les Nitrites (NO ₂ ⁻)	08
I .1.5.3 Nitrates NO ₃ ⁻	08
I .1.5.4 La demande biochimique d'oxygène à cinq jours (DBO ₅)	09
I .1.5.5 La demande chimique d'oxygène	09
I .2 Présentation de station	09
I.2 .1 Introduction	09
I .2.2 Capacité et dimensionnements	10
I .2.3. Déférents organes constituent la STEP	12
I.2.4. Prétraitement	12
I.2.4.1. Dégrillage – dessablage	12
I.2.4.2. Ouvrage de répartition	13
I.2.4.3. Traitement primaire	14
I.2.4.4. Traitement secondaire	14
I.2.4.5. Traitement secondaire	15
I.2.4.6. Traitement des boues	15
I.2.4.7. Rejet des eaux traitées	16
I.2.5. Analyses physico-chimiques des eaux usées et rendement du système épuratoire	16
I.3. Travaux ultérieures	17
CHAPITRE II Matériels et méthodes	18
II.1 Caractérisation du matériau filtrant	19

II.1.1 Analyse granulométrique	20
II.1.2 Paramètres granulométriques	21
II.2 Lieux de Prélèvement des eaux usées	21
II.3 Description et fonctionnement du pilote TE 400	21
II.3 .2 Filtration à sable sur une hauteur de 40 cm	24
II.3 .3 Filtration à sable sur une hauteur de 60 cm	24
II. 3 .4 Filtration à sable sur une hauteur de 80 cm	24
II.3.5 Filtration à sable sur une hauteur de 100 cm	25
II.4 Paramètre physico- chimique	25
II.4 .1 Le potentiel d'Hydrogène pH	25
Le principe de la mesure de pH	25
Mesure du pH	25
II.4.2 La conductivité (CE)	26
Le principe	26
Mesure de conductivité	26
II.4.3 Turbidité	26
Principe	26
Mode opératoire	27
II.4.4 Dosage des nitrates NO₃-	27
Principe	27
Réactifs	27
Expression des résultats	28
II.4.5 Dosage des ions nitrites	28
Principe	28
Réactifs	28
Mode opératoire	29
Expression des résultats	29
II.4.6 Dosage de l'ammonium	29
Principe	29
Réactifs	29
Mode opératoire	30
II.4.7 La demande chimique en oxygène (DCO)	30
Principe	30
Mode opératoire	31
II.4.8 La Demande biochimique en oxygène (DBO₅)	31
Principe	31
Mode opératoire	31
Chapitre III RÉSULTATS ET DISCUSSIONS	32
III. 1 Résultats d'analyses	33
III.1.1 Analyse granulométrique du sable	33
III.1.2 Résultats d'analyse physico-chimique des eaux filtrées	33
III.2 Paramètres physique	34
III.3 Paramètres des pollutions	36
Conclusion générale	39
Références bibliographiques	41
Annexe	44

INTRODUCTION GENERALE

INTRODUCTION GENERALE :

Les eaux usées sont des « eaux polluées » par un usage humain, constituées de toutes les eaux de nature à contaminer les milieux dans lesquels elles sont déversées, par des polluants physiques, chimiques ou biologiques[1]. Les eaux usées proviennent de différentes combinaisons d'activités domestiques, industrielles, commerciales ou agricoles, du ruissellement de surface (eau de ruissellement) et de toute entrée d'égout ou infiltration d'égout [2]. L'eau est une ressource précieuse qui est soumise à différentes pollutions et dégradations, ce qui a un impact direct sur les écosystèmes et la santé des individus. Les contaminants de l'eau proviennent de différentes sources, qu'elles soient industrielles, domestiques ou agricoles. L'objectif du traitement ou de l'épuration des eaux usées est donc de diminuer la quantité de polluants qu'elles transportent, ce qui signifie qu'elles devraient être purifiées. En effet, différentes techniques et procédures permettent de traiter les eaux usées, dont la filtration biologique sur sable est l'une des procédures largement utilisées dans les traitements des eaux usées.

L'objectif générale de ce travail et la depollution des eaux usées sortants de la station d'épuration avant leur rejet, visant de la matière azoté (Ammonium, nitrite, nitrate) à l'aide de filtration a sable à plusieurs niveaux en utilisant un échantillon à sable pur importé de la région de Metlili. Les eaux traitées sont analysées à l'aide de la spectroscopie UV au laboratoire de Génie des procédés et au laboratoire de l'ADE unité de Ghardaïa.

Ce mémoire est sectionné fractionné à trois chapitres : Le premier chapitre décrit des généralités sur les eaux usées et la présentation de la station d'épuration avec les travaux ultérieurs. Le deuxième chapitre c'est la présentation du matériel et des méthodes utilisés. Le troisième chapitre démontre les résultats et les discussions, et en terminant par une conclusion générale.

CHAPITRE I

Bibliographie et présentation de station d'épuration

I.1. Généralités sur les eaux usées

Les eaux usées sont des milieux extrêmement complexes, altérés par les activités anthropiques à la suite d'un usage domestique, industriel, agricole, pluviale, charge en substances toxiques qui parviennent dans les canalisations d'assainissement et doivent être traitées avant toute réutilisation et éliminer toutes les substances nuisibles présente dedans nous citions dans ce chapitre les origine et les paramètres des eaux usées, ainsi le type de pollution.

I.1.1 Origine des eaux usées :

Selon l'origine des eaux usées, quatre grandes catégories sont distinguées :

- Les eaux usées pluviales
- Les eaux usées domestiques
- Les eaux usées industrielles
- Les eaux usées agricoles

- **I.1.1.1 Les eaux usées pluviales :**

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

Le lessivage des sols et des surfaces imperméabilisées :

- Les déchets solides ou liquides entraînés dans le réseau d'assainissement par

Les premières précipitations qui se produisent

- Par temps sec, l'écoulement des eaux usées dans les collecteurs des réseaux est lent ce qui favorise le dépôt de matières décanales. Lors d'une précipitation, le flux d'eau plus important permet la remise en suspension de ces dépôts [3].

- **I.1.1.2. Les eaux usées domestiques :**

Les eaux usées sont des eaux très polluées, pleines de substances organiques et d'agents de nettoyage ménagers, elles présentent une bonne biodégradabilité [4].

Elles sont constituées par :

- Des eaux vannes (eaux de W.C)
- Des eaux ménagères (eaux d'éviers, lavabos, douches, baignoires, appareils ménagers, etc.) [5].

- **I.1.1.3. Les eaux usées industrielles :**

Tous les rejets résultant d'une utilisation de l'eau autre que domestiques sont qualifiés de rejets industriels. Cette définition concerne les rejets des usines, mais aussi les rejets d'activités artisanales ou commerciales. Ces eaux ont une grande variété et peuvent être toxiques pour la vie aquatique, ou pour l'homme [6].

On peut néanmoins faire un classement des principaux rejets industriels suivant la nature des inconvénients qu'ils déversent :

- Pollution due aux matières en suspension minérales (lavage de charbon, carrière, Tamisage du sable et du gravier, industries productrices d'engrais phosphatés...);
- Pollution due aux matières en solution minérale (usine de décapage, Galvanisation...);
- Pollution due aux matières organiques et aux graisses (industries agroalimentaires, Équarrissages, pâte à papier...);
- Pollution due aux rejets hydrocarbonés et chimiques divers (raffineries de pétrole, porcherie, produits pharmaceutiques...);
- Pollution due aux rejets toxiques (déchets radioactifs non traités, effluents radioactifs des industries nucléaires...).

Les eaux résiduaires d'origine industrielle ont généralement une composition plus spécifique et directement liée au type d'industrie considérée. Indépendamment de la charge de la pollution organique ou minérale, de leur caractère putrescible ou non, elles peuvent présenter des caractéristiques de toxicité propres liées aux produits chimiques transportés [7].

- **I.1.1.4. Les eaux usées agricoles :**

L'eau est le facteur principal dans le secteur agricole et pour faciliter ce processus, nous avons besoin de plusieurs sources de ressources en eau.

Les pollutions dues aux activités agricoles sont de plusieurs natures :

- Apport des eaux de surface de nitrate et de phosphate utilisés comme engrais
- Apport de pesticides chlorés ou phosphorés, de désherbants, d'insecticides
- Apport de sulfate de cuivre, de composés arsenicaux destinés à la protection des vignes en région viticole [8].

I .1.2.Pollution des eaux:

- **I .1.2.1. Définition de la pollution:**

La pollution est due à toute substance physique, chimique ou biologique rejetée Dans une eau naturelle qui perturbe l'équilibre de cette eau, induit d'importantes Nuisances (mauvaise odeur, fermentation) et qui se répercute, à court ou à long terme, Sur notre organisme à travers, la chaine alimentaire e laquelle nous dépendons [9].

La pollution de l'eau connaît différentes origines : naturelle, domestique, industrielle et Agricole.

- **I.1.3. Types de pollution :**

I.1.3.1. Pollution physique :

Elle est due aux agents physiques (tout élément solide entraîné par l'eau). Elle Regroupe la pollution mécanique (effluents solides), la pollution thermique (Réchauffement de l'eau par des usines) et la pollution atomique (retombées de radioéléments issus des explosions d'armes nucléaires, résidus des usines atomiques et accidents nucléaires) [10].

I.1.3.2. Pollution chimique :

La pollution chimique de l'eau est due au rejet de polluants organiques et de sels de Métaux lourds par les installations industrielles, L'enrichissementdes sols pour intensifier L'agriculture par diverses catégories d'engrais et de pesticidesestégalement à l'origine de la pollution chimique des sources et des nappes souterraines [11].

I.1.3.3. Pollution microbiologique :

Les eaux usées contiennent tous les microorganismes excrétés avec les matières Fécales. Cette flore entérique normale est accompagnée d'organismes pathogènes. L'ensemble de ces organismes peut être classé en quatre grands groupes, par ordre croissant de taille : les virus, les bactéries, les protozoaires et les helminthes [12].

I .1.4 Paramètres de pollution de l'eau:

- **I .1.4.1 Les paramètres physiques:**

I.1.4.1.1 La température :

Elle joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la dissociation des sels dissous, donc sur la conductivité électrique, dans la détermination du pH, pour la connaissance

de l'origine de l'eau et des mélanges éventuels. Elle agit aussi comme Un facteur physiologique agissant sur le métabolisme de croissance des micro-organismes vivant dans l'eau [13]

I.1.4.1.2 Turbidité :

La turbidité est liée à la présence plus ou moins importante de matières en Suspension d'origine minérale ou organique [14].

I.1.4.1.3 Matières en suspension (MES) :

Ce sont des particules solides très fines qu'on peut voire à l'œil nu. Théoriquement, elles déterminent la turbidité de l'eau et limitent la pénétration de la lumière, diminuant ainsi la teneur en oxygène dissous et nuisent au développement de la vie aquatique [15].

MES s'expriment par la relation suivante :

I.1.4.1.4 Conductivité électrique (CE) :

La mesure en $\mu\text{S}/\text{cm}$ ou ms/cm (micro ou milli Siemens par cm) de la Conductivité électrique d'une eau s'effectue à l'aide d'un conductimètre. La mesure de La conductivité est un moyen assez simple de détection d'une anomalie indiquant la Présence probable d'une pollution, par comparaison de la valeur mesurée avec celle Que l'on était en droit d'attendre (par exemple la conductivité locale moyenne d'un cours d'eau). Elle peut permettre de localiser un apport de pollution [16].

I .1.5. Paramètres chimiques :

- **I .1.5.1.Potentiel d'hydrogène pH:**

Les organismes sont très sensibles aux variations du pH, et un développement Correct de la faune et de la flore aquatique n'est possible que si sa valeur est comprise Entre 6 et 9. L'influence du pH se fait également ressentir par le rôle qu'il exerce sur les Autres éléments comme les ions des métaux dont il peut diminuer ou augmenter leur Mobilité en solution bio disponible et donc leur toxicité. Le pH joue un rôle important Dans l'épuration d'un effluent et le développement bactérien. La nitrification optimale ne Se fait qu'à des valeurs de pH comprises entre 7,5 et 9 [17].

Le tableau ci-dessous exprime la classification des eaux d'après leur pH.

Tableau I.1 Classification des eaux selon leur pH

pH < 5	Acidité forte => présence d'acides minéraux ou organiques dans les eaux naturelles
pH = 7	pH neutre
7 < pH < 8	Neutralité approchée => majorité des eaux de surface
5,5 < pH < 8	Majorité des eaux souterraines
pH = 8	Alcalinité forte, évaporation intense

- **I.1.5.2 Les Nitrites (NO₂⁻)**

Chez les mammifères, la consommation d'eau chargée de nitrites perturbe la fixation de l'oxygène par l'hémoglobine du sang. (D'où la méthémoglobinémie ou la « Maladie bleue du nourrisson »). Il ne doit donc pas y avoir de nitrites dans l'eau du robinet et très peu de nitrates, car ils peuvent une fois bus se transformer en nitrites. Dans l'estomac, les nitrites, peuvent se transformer en nitrosamines réputées cancérigènes [18].

L'effet de toxicité des nitrites est plus rapide que par celui de l'ammoniaque, parce qu'elle entraîne la dégradation de l'hémoglobine des globules rouges et l'asphyxie des poissons. On comprend pourquoi la concentration en nitrites ne devrait pas dépasser 1mg NO₂/l dans les rejets de stations d'épuration. (0,5mg/l dans l'eau du robinet)[18].

- **I.1.5.3 Nitrates NO₃⁻ :**

Les nitrates constituent le stade final de l'oxydation de l'azote. Leur présence associée aux autres éléments nutritifs stimule le développement de la faune aquatique.

Les bactéries nitratâtes (nitrobacters) transforment les nitrites en nitrates. Les nitrates ne sont pas toxiques, mais des teneurs élevées en nitrates provoquent une prolifération algale qui contribue à l'eutrophisation du milieu. Leur potentiel danger reste néanmoins relatif à leur réduction en nitrates [19].

➤ I.1.5.4 La demande biochimique d'oxygène à cinq jours (DBO₅):

Cette mesure rend compte des matières organiques facilement biodégradables. La DBO₅ correspond à la quantité d'oxygène en mg/l consommée après cinq jours d'incubation, et à une température de 20°C [20].

➤ I.1.5.5 La demande chimique d'oxygène (DCO) :

C'est la quantité d'oxygène cédée chimiquement par un oxydant puissant (Bichromate de potassium), pour réaliser l'oxydation des matières réductrices contenues dans l'eau polluée [20]. Il existe de nombreuses conséquences immédiates ou différées d'un rejet d'eaux usées dans le milieu récepteur. Ces conséquences sont causées par la présence d'éléments polluants dans l'eau, qu'ils soient dissous ou particuliers. Par conséquent, il est nécessaire de traiter cette eau afin de réduire, voire d'éliminer les risques qui affectent la santé des résidents de l'eau.

I .2 Présentation de station :

I.2 .1 Introduction

La station d'épuration de Ghardaïa est construite pendant la période 2008-2012 par AMENHYD SPA : entreprise de réalisation avec collaboration De BG et AQUATECH-AXOR (Canada) : bureau d'étude de contrôle et suivi. Elle a été mise en service en novembre 2012. Elle traite les eaux usées, Par le procédé du lagunage Avec prétraitement, traitement primaire et Traitement secondaire pour la filière eau, et déshydratation dans les lits de séchage Pour la filière boues.



Figure I.1 : STEP KAF DOUKHANE

Aujourd'hui (2024), la station a une capacité de traitement de 35000 m³/j, correspondant à 180 323 éq/hab et 46 400 m³/j, correspondant à 331 700 éq/hab à L'horizon de 2030, elle traite des eaux usées d'origine urbaines. Le milieu récepteur des Eaux usées épurées est l'oued

M'Zab. Actuellement, la station est gérée par l'ONA (Office National de l'Assainissement), les communes raccordées à la STEP sont:

Ghardaïa, Bounoura, El-Atteuf, Dayet Ben-Dahoua, par un réseau d'assainissement de Type unitaire.

Figure I.2
de la
KAF



:L'entrée
STEEP

DOUKHANE [21]

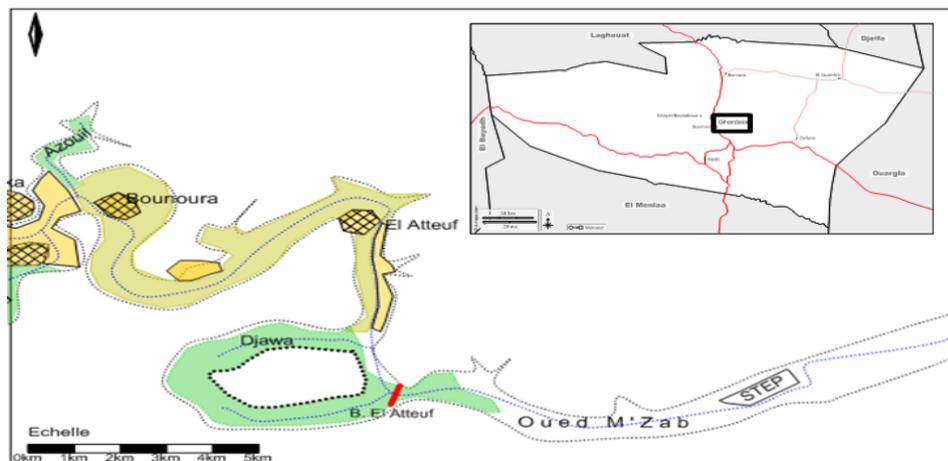


Figure I.3 : Localisation et caractéristiques de la STEP Kaf Doukhane [21]

I .2.2 Capacité et dimensionnements

- C: 331 700 eq/hab.
- ST : 79 ha.
- NDB : 16 bassins devisés en 02 niveaux.
- ND LDS : 10 lits.
- D M J M (2030) : 46400 m³/j.
- D M J M (2012): 23000 m³/j

- .T D S 3j / 1^{er}niveau – 10j / 2^{ème}niveau.
- Ch O 5800kg DBO₅/j/1^{er}niveau - 2320kg DBO₅/j /2^{ème}niveau.
- A M de DBO₅ : 50% /1^{er}niveau – 60% /2^{ème} niveau.

Tableau I.2 : les données de bases de la STEP [22].

Capacité nominale	
Premier niveau	
Nombre de lagunes	08 lagunes
Volume total des lagunes	174 028,50m ³
Volume par lagune	21 753,56m ³
Surface totale	4,97ha
Surface par unité de lagune	0,62ha
Profondeur des lagunes	3,6m
Temps de séjour	3 jours
Charge organique résiduelle	3 ans
Abattement DBO ₅ minimal	5800 kg DBO ₅ /j
Abattement DBO ₅ minima	50%
Deuxième niveau	
Nombre de lagunes	08 lagunes
Volume total des lagunes	464 000m ³
Volume par lagune	58 000 m ³
Surface totale	30,4ha
Surface par unité de lagune	3,8ha
Profondeur des lagunes	1,6 m
Temps de séjour	10 jours
Fréquence de curage 1 fois tous les ...	3 ans
Charge organique résiduelle	2 320 kg DBO ₅ /j

I.2.3. Différents organes constituent la STEP :

Les organigrammes suivants présentent une vue générale sur les différents organes constituant la STEP:

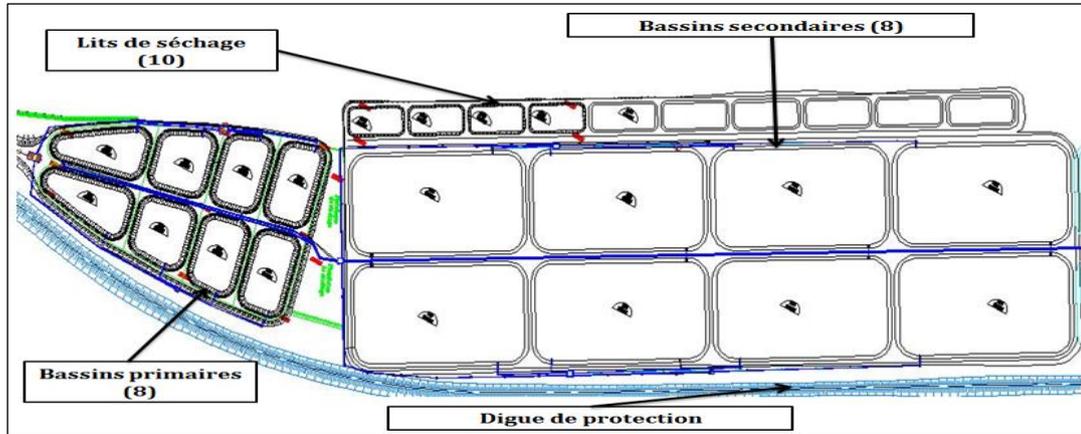


Figure I.4 : Principe de fonctionnement des bassins primaires [22]

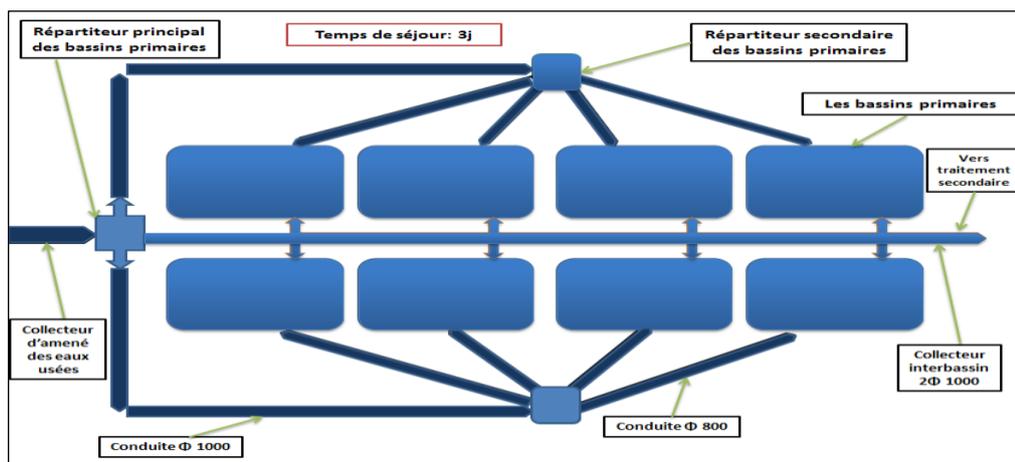


Figure I.5 : Principe de fonctionnement des bassins secondaires[22]

I.2.4. Prétraitement :

Les collecteurs d'eaux usées urbains transportent des substances très variées et souvent massives. Lorsque les eaux "brutes" arrivent dans la station d'épuration, elles doivent subir des traitements préalables de dégrossissage, connus sous le nom de "pré-traitements", qui visent à extraire des effluents la plus grande quantité possible d'éléments dont la nature ou la dimension pourrait être néfaste pour les traitements ultérieurs [22].

L'avant-traitement comprend

- **I.2.4.1. Dégrillage - dessablage:**

Il y a deux dégrilleurs automatiques (avec un espace entre les barreaux de 25 mm) dans le système, disposé en parallèle. Si les dégrilleurs automatiques sont mis hors service. Un système de batardeau fixés au-dessus du plan d'eau maximal, équipé d'une grille statique (avec un espace entre les barreaux de 40 mm), est installé en jonction avec le collecteur principal des eaux usées de tous les collecteurs.

Des dispositifs de dessablage sont installés dans les différents bassins de collecte, ce qui signifie que les particules non retenues à ce niveau et qui se trouvent directement dans les lagunes sont en quantité minime et sont évacuées lors des opérations de curage. Le dessableur et le dégrilleur se trouvent dans le répartiteur principal du traitement primaire [22].



Figure I.6 : Dégrilleur - Dessableur[22].

- **I.2.4.2. Ouvrage de répartition**

Le répartiteur principal, situé en tête de chaque niveau d'épuration, assure la distribution des débits vers les huit lagunes primaires. Cet ouvrage est composé des éléments suivants, d'amont en aval, à l'aval immédiat des canaux de dégrillage (pour le répartiteur primaire), une cloison siphonide contribue à la sécurité des flux. La prolongation de la partie de l'ouvrage permet de ralentir le déplacement des eaux usées avant de passer par un seuil frontal composé de huit seuils de 1m de large. Deux chambres contiennent les eaux usées, d'où partent les deux conduites de diamètre 1000mm qui sont reliées aux répartiteurs secondaires [23].



FigureI.7 : Répartiteurs vers les bassins primaires et secondaires [23]

Répartiteurs secondaires : Ils sont destinés à répartir les eaux usées vers les lagunes d'un même étage de traitement (primaire ou secondaire), implantées sur une même plage.

- **I.2.4.3. Traitement primaire :**

Le processus de traitement primaire se déroule pendant le passage des eaux usées dans les lagunes primaires appelées « anaérobies », qui se composent de 8 bassins d'une superficie d'environ 0,62 hectare et d'une profondeur d'eau de 3,6 m. La distance entre ces bassins et la crête des digues est de 1 m, et l'étanchéité est assurée par une géo-membrane bitumineuse. Des sentiers d'exploitation de 5 mètres de largeur offrent la possibilité de se promener autour des lagunes afin de les entretenir [23].

- **I.2.4.4. Traitement secondaire :**

Le traitement secondaire utilise un circuit hydraulique similaire à celui du traitement primaire, avec les composants suivants : Les eaux provenant du traitement primaire sont recueillies par deux conduites de 1000mm, qui arrivent sur le répartiteur principal du traitement secondaire. Par la suite, les eaux sont distribuées aux huit lagunes secondaires.

Le processus de traitement secondaire se déroule pendant le passage des eaux dans les lagunes secondaires, qui se composent de huit bassins d'une superficie d'environ 3,8 hectares et d'une profondeur d'eau de 1,6 m. La distance entre ces bassins et la crête des digues qui les entourent est de 1 m, et l'étanchéité est assurée par une géo-membrane bitumineuse. Des sentiers d'exploitation de 5 mètres de largeur offrent la possibilité de se promener autour des lagunes afin de les entretenir [23].



Figure I.8 : Bassins primaires et secondaires [23]

- **I.2.4.5.Traitement secondaire :**

Le répartiteur principal du traitement secondaire est alimenté par deux conduites de diamètre 1000mm qui recueillent les eaux après le traitement primaire. Par la suite, les eaux sont distribuées aux huit lagunes secondaires.

Le processus de traitement secondaire se déroule pendant le passage des eaux dans les lagunes secondaires, qui se composent de huit bassins d'une superficie d'environ 3,8 hectares et d'une profondeur d'eau de 1,6 m. La distance entre ces bassins et la crête des digues qui les entourent est de 1 m, et l'étanchéité est assurée par une géo-membrane bitumineuse. Les pistes d'exploitation de 5 mètres de largeur offrent la possibilité de se promener autour des lagunes afin de les entretenir [23].



FigureI.9: Bassins primaires et secondaires[23]

- **I.2.4.6.Traitement des boues :**

Le procédé implique le séchage à l'air libre des boues trouvées au fond des lagunes primaires et secondaires sur 10 lits de séchage. Les lits de séchage sont placés à une hauteur supérieure à celle des lagunes pour permettre l'évacuation gravitaire des lixiviats drainés vers les lagunes. En effet, les lits de séchage sont constitués d'une couche de sable lavé qui est surmontée de couches de granulométrie plus élevée, y comprennent le réseau de drainage. Par conséquent, il y a d'abord un ressuyage de l'eau interstitielle qui est alors renvoyée vers les lagunes, puis l'évaporation permet d'obtenir des siccités élevées [23].



Figure I.10: Lits de séchage[23]

- **I.2.4.7. Rejet des eaux traitées**

Une fois que les eaux traitées ont été traitées dans les bassins secondaires et à travers les ouvrages de sortie des lagunes, elles sont évacuées par gravité vers le rejet final grâce à deux collecteurs de diamètre 1000mm. On rejette directement les eaux épurées dans l'oued M'Zab [23].



Figure I.11 : Rejet final vers Oued M'Zab [23]

I.2.5. Analyses physico-chimiques des eaux usées et rendement du système épuratoire

Afin de déterminer l'efficacité du système épuratoire, des analyses ont été effectuées à partir de 11 variables qui sont : DBO_5 , DCO, MES, Turbidité, NO_3^- , NO_2^- et NH_4^+ , salinité, pH, conductivité et O_2 dissout. Ces paramètres sont dosés aux laboratoires de l'université de Ghardaïa, l'ONA et l'ADE à différentes époques. Les résultats des analyses hydrochimiques ont été également comparés aux valeurs guides de l'OMS (2018) dans le cadre des eaux usées traitées destinées à l'irrigation.

I.3 : Analyses physico-chimiques des eaux usées[24].

Paramètres	Laboratoire ADE-Gh Avril 2016		Laboratoire Univ-Ghardaia Mai 2020		Laboratoire ONA-Gh Aout 2022		Norme rejet OMS 2018 (Irrig)
	Entrée	Rejet	Entrée	Rejet	Entrée	Rejet	
DCO (mg/l)	310	186	287	85	258	163	90-120
DBO₅ (mg/l)	94	56	113	32	120	29	30-40
MES (mg/l)	118	50	120	72	43	77	30
Turbidité (NUT)	-	-	320	55	-	-	35
O₂dissout (mg/l)	2	2.8	-	-	3.79	4.11	5
Salinité (mg/l)	2.1	2	-	-	2	1.90	-
Conductivité (mS/cm)	3.47	3.26	-	-	4.13	3.75	-
PH	7.86	8.33	-	-	7.08	7.26	6-8.5
NO₃⁻ (mg/l)	1.53	0.42	2	0.46	-	-	30
NO₂⁻ (mg/l)	0.36	0.11	0.82	0.48	-	-	1
NH₄⁺ (mg/l)	-	-	7.6	2.30	-	-	2

Les rendements épuratoires moyens sur les paramètres DBO₅ DCO, MES, Turbidité, NO₃⁻, NO₂⁻ et NH₄⁺ sont respectivement : 62% ,50%, 48%, 83%, 74%, 55% et 70%.

• I.3.Travaux ultérieures:

Dans cette étude nous avons effectué le traitement pour Compléter un sujet précédent,mais l'étude précédentétait limitée à deux éléments Ammonium et orthophosphate, et avec l'utilisation de sable et en le considèrent comme un filtre á différentes hauteurs (25,55,85,110)

Cependant ce travail'etaientpas terminés et se limitaient aux résultats de l'ammonium et de l'orthophosphate ,et les résultats etaient approximativement bons,et sur la bas de cesrésultats, nous avons poursuivi ces travaux d'autres éléments (nitrate,nitrite)et avons noté que le filtre á sable donnait également une résultats acceptables. Cependant nous avons constaté une légereaugmentation des nitrates ce,qui témoigne de la présence de nitrates dans le sable utilisé.

CHAPITRE II

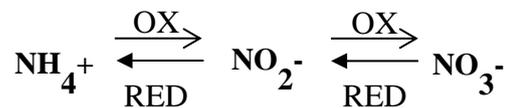
Matériels et méthodes

Toutes les analyses réalisées dans cette étude ont été faites au sein de trois laboratoires :

- 1- Laboratoire de l'Hydraulique de l'université de Ghardaïa.
- 2- Laboratoire de Génie des procédés de l'université de Ghardaïa.
- 3- Laboratoire d'ADE unité de Ghardaïa

L'objectif de notre travail est de faire des expériences de filtration par sable de dune pur locale provenant de la région de Metlili a proximité de la station d'épuration de Kaf Doukhane en utilisant différents hauteurs pour optimiser le niveau idéal.

L'objectif de cette étude est la dépollution de la matière azotée (Ammonium, nitrite et nitrate). La décomposition d'une matière protéique dans le sol produit des composés d'ammoniac. Ceux-ci sont oxydés par les bactéries (Nitrosomonas) pour produire des nitrites, qui sont ensuite transformés en nitrates par les bactéries (Nitrobacter).



Donc la réaction de l'ammonium au nitrate est une oxydation passant par les nitrites et le sens inverse est une réduction où l'étape intermédiaire (nitrite NO_2^-) est presque instable et chemine vers l'un des sens selon le milieu réactionnel.

II.1 Caractérisation du matériau filtrant:

Choisir le meilleur sable pour filtrer les eaux usées :

Pour l'étude précédente réaliser auparavant sur les orthophosphate et l'ammonium, les échantillons de sable utilisés sont prélevés arbitrairement dans la région de Ghardaïa. Quatre sites d'échantillonnage ont été choisis, à savoir : Les dunes d'El-Atteuf, les dunes de la vallée échantillonnage de sable était de trouver le meilleur matériau capable d'optimiser le processus de filtration.



Figure II.1 les emplacements des carrières de sable étudiées

Le sable utilisé a été prélevé du carrier d'Oued Met Lili. Il est considéré comme le meilleur sable en termes de rendement Épuratoire par rapport à la plupart des éléments de pollution étudiés. Ce résultat a été confirmé par une étude précédemment réalisée [23].

Il présente aussi l'avantage d'être à proximité de la STEP qui n'est qu'à 15 km de celle-ci.

Nous avons effectué un tamisage institutionnel afin de préciser la granulométrie spécifique entre 5mm et 0.8mm.

Les images suivantes ci-dessous montrent les échantillons de sable étudiés et les différences structurelles évidentes entre eux.



Figure II.2 : Sable d'OUDE METLILI

• II.1.1 Analyse granulométrique :

L'analyse granulométrique permet de déterminer la grosseur et le pourcentage pondéral de grains constituant les échantillons du sable. L'essai de tamisage d'un échantillon se fait à l'aide d'une série de tamis normalisés (AFNOR n°X11.501) empilés les uns sur les autres. La dimension des ouvertures est décroissante du haut.

En bas, chaque tamis donne deux produits, un produit passant à travers le tamis appelé le passant et un produit restant sur la surface du tamis appelé le refus.

L'ensemble des poids des fractions restantes sur chaque tamis constitue l'analyse granulométrique. L'efficacité de tamisage dépend de plusieurs facteurs tels que. [24]

- La masse de l'échantillon.
- La qualité de mouvement (amplitude de vibrations) ou brassage.
- Le temps de tamisage.
- Le débit d'eau d'arrosage.
- La masse de l'échantillon.
- La qualité de mouvement (amplitude de vibrations) ou brassage.

- Le temps de tamisage.
- Le débit d'eau d'arrosage.

- **II.1.2 Paramètres granulométriques:**

Les résultats obtenus par l'analyse granulométrique sont portés sur des graphiques spéciaux et les courbes ainsi tracées fournissent des renseignements précis sur L'échantillon. Ces renseignements sont exprimés sous forme de paramètres granulométriques, on distingue :

- Le diamètre efficace DE : Le diamètre efficace D10 exprime le diamètre de l'ouverture

De tamis qui laisse passer 10% de l'échantillon du sable. Il représente

Conventionnellement, le diamètre moyen des grains du sable [25]

- Le coefficient d'uniformité CU : Le coefficient d'uniformité, représente l'homogénéité de la distribution des diamètres des grains dans l'échantillon. Par convention.

CU = d_{60} / d_{10}

Pour que la granulométrie soit uniforme, il faut que $2 < CU < 2.5$ [25]

Dans le cas du sable de Oued Metlili **CU = 2.1**

- **Le coefficient de classement** : Il s'agit du rapport entre deux diamètres apparents définis de telle sorte que la taille de 75% et respectivement 25% des particules soient inférieures. Ce coefficient constitue un indice de variation relative de la pente de la

Courbe **Cc = d_{75} / d_{25}**

Dans le cas du sable de Oued Metlili **Cc = 2.6**

II.2 Lieux de Prélèvement des eaux usées :

Le prélèvement de échantillons des eaux usées ont été effectués sont le rejetées de La STEP KAF Doukhane, Le prélèvement est effectué dans des bouteilles de 5 litres de Eau minérale.

Ensuite les échantillons sont conservés dans un réfrigérateur jusqu'à utilisation.

II.3 Description et fonctionnement du pilote TE 400 :

Le pilote de filtration TE 400 est composé essentiellement de:

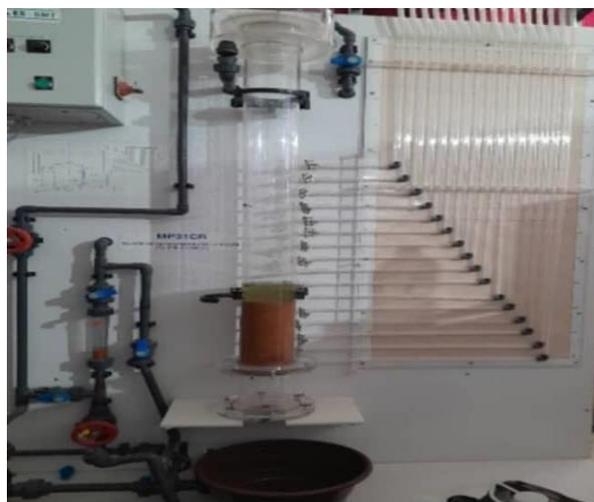
- Une cuve d'alimentation en PVC transparent, cylindrique, d'une capacité utile de 150 L avec une vanne de vidange de type à boisseau sphérique en PVC et joint D'étanchéité en viton, DN 10

- Une colonne de filtration en altuglas d'un diamètre intérieur de 100 mm et d'une Hauteur de 1000 mm contenant le matériau filtrant qui est le sable et deux grilles de support et d'arrêt de sable en laiton d'une maille de 0.5 mm
- Deux robinets manuel de réglage, un pour le réglage du débit d'entrée VR2 et L'autre pour le réglage du débit de sortie ou filtrat VR1. Les deux vannes sont de Type à membrane, en PVC et membrane en viton, DN 10
- Charpente de support en tube carré en acier inoxydable 304 L
- Multitubes piézométriques de mesure de la pression dans la colonne du filtre à Différentes hauteurs, en altuglas, diamètre 8 mm, hauteur 500mm
- Débitmètre à flotteur du circuit de sortie du filtrat de la colonne en PVC Transparent DN 10 échelle variable de 20 à 200l/h avec une précision de plus Ou moins 5%
- Pompe d'alimentation de la suspension composée d'un corps et d'aubages en PVC, d'un débit de 10 m³/h pour une pression de 7.5 m de colonne d'eau, Moteur électrique monophasé, 220 v, 50 Hz, 207 A. un filtre à panier à L'aspiration de la pompe; d'autres vannes à usages différents [26].

II.4 .Les étapes de filtration :

➤ II.3.1 Filtration à sable sur une hauteur de 20cm

Dans la deuxième expérience, la hauteur du sable était 20cm, et le volume d'eau était de 1.5l. Cela a pris un temps de 21minutes.



FigureII.3 : Filtration à sable sur une hauteur de 20cm

- **II.3 .2 Filtration à sable sur une hauteur de 40 cm**

Dans la deuxième expérience, la hauteur du sable était 40cm, et le volume d'eau était de 2l. Cela a pris un temps de 30 minutes.



FigureII.4 : Filtration à sable sur une hauteur de 40cm

- **II.3 .3 Filtration à sable sur une hauteur de 60 cm**

Dans la troisième expérience, la hauteur du sable était 60cm, et le volume d'eau était de 2,5l. Cela a pris un temps de 47 minutes.



FigureII.5 : Filtration à sable sur une hauteur de 60cm

- **II. 3 .4 Filtration à sable sur une hauteur de 80 cm**

Dans la deuxième expérience, la hauteur du sable était 80cm, et le volume d'eau était de 3l. Cela a pris un temps de 60 minutes.



Figure II. 6: Filtration à sable sur une hauteur de 80cm

- **II.3.5 Filtration à sable sur une hauteur de 100 cm**

Dans la deuxième expérience, la hauteur du sable était 100cm, et le volume d'eau était de 3,5l. Cela a pris un temps de 1:25 minutes.



Figure II.7 : Filtration à sable sur une hauteur de 100cm

II.4 Paramètre physico- chimique

- **II.4 .1.Le potentiel d'Hydrogène pH :**
- **Le principe de la mesure de pH:**

La méthode est basée sur l'utilisation d'un pH-mètre, qui s'apparente en quelque sorte à un voltmètre.

- **Mesure du pH:**

1-On allume le pH-mètre

2-rincer la vase, le barreau magnétique, l'électrode, avec de l'eau distillée, puis avec

L'échantillon

3-Remplir la vase de mesure avec l'échantillon

4- Faire la correction de température

5-Immerge l'électrode avec précautions habituelles et agite

6-lire directement le pH lorsque la valeur s'est stabilisée.

- **II.4.2 La conductivité (CE):**

- **Le principe:**

Mesurer la conductivité d'une colonne d'eau délimitée par deux électrodes. La platine (Pt) (ou revêtement de platine noir) reste parallèle à la conductivité électrique d'une eau s'exprime le résultat généralement en micro Siemens par Centimètre(mS / cm).

- **Mesure de conductivité:**

1- On allume le conductimètre

2- Rincer la vase, le barreau magnétique l'électrode, avec de l'eau distillée puis avec l'échantillon

3- Remplir la vase de mesure avec l'échantillon

4- Faire la correction de température

5- Immerge l'électrode avec précautions habituelles et agite

6- lire directement la conductivité lorsque la valeur s'est stabilisée.

- **II.4.3 Turbidité :**



Figure:II.8 Turbidité

- **Principe :**

La turbidité est un indicateur de la qualité de l'eau. La clarté et la transparence de celle-ci témoignent d'une qualité exceptionnelle.

- **Mode opératoire :**

- Mettre l'appareil sous tension
- Entrer le numéro du programme mémorisé pour la turbidité
- Ajuster la longueur d'onde
- Placer le blanc (eau distillée)
- Ajuster le zéro de l'appareil en appuyant sur la touche "zéro"
- Retirer le blanc et placer la prise d'essai de l'échantillon
- Appuyer "READ" et le résultat en NTU s'affiche.

II.4.4 Dosage des nitrates NO_3^- :

- **Principe :**

En présence de salicylate de sodium, les nitrates donnent du paranitrosalicylate de sodium, coloré en jaune et susceptible d'un dosage colorimétrique.

- **Réactifs :**

- Solution de salicylate de sodium à 0.5% (renouveler toutes les 24 heures) : 0.5 gr de salicylate de sodium dans 100 ml d'eau distillée.
- Solution d'hydroxyde de sodium 30%: 30 gr NaOH dans 100ml d'eau distillée
- H_2SO_4 concentré.
- Tartrate double de sodium et de potassium.
- Hydroxyde de sodium NaOH 40 g.
- Tartrate de sodium et de potassium 6 g
- Eau distillée 100 ml.

Laisser refroidir avant de compléter à 100ml .

- **solution mère :**

Dissoudre 0.722g nitrate de potassium anhydre sécher pendant 2 heures

À 105°C dans 1000 ml d'eau distillée.

- **Mode opératoire :**

- Prendre 10 ml de l'échantillon à analyser.
- Ajouter 2 à 3 gouttes de NaOH à 30%.
- Ajouter 1 ml de salicylate de sodium.

- Evaporer à sec au bain marie ou à l'étuve 75-88°C.
- Reprendre le résidu avec 2 ml H₂SO₄ laissé reposer 10 mn.
- Ajouter 15 ml d'eau distillée.
- Ajouter 15 ml de tartrate double de sodium et de potassium puis passer au Spectrophotomètre au 415 nm.

- **Expression des résultats :**

Le résultat sont donnés directement en mg/l à une longueur d'onde de 415 nm.

- **II.4.5 Dosage des ions nitrites :**

- **Principe :**

En milieu acide (pH = 1.9), les ions nitrites réagissent avec le sulfamide pour créer du sel de diazonium (diazotation), qui se combine avec le N-(1-naphyl)-éthylène diamine dichlorohydraté pour former un colorant azoïque rose avec une longueur d'onde maximale de 543 nm.

- **Réactifs :**

- Solution du réactif (réactif mixte) :

4g de Sulfamide, (C₆H₈N₂O₂S) à dissoudre dans un mélange de 10ml d'acide Phosphorique (d=1.71 g/ml = 85% de masse) et 50ml d'eau distillée.

Dans cette solution dissoudre 0,2g de N-(1-naphtyle)-éthylènediamine-dichlorohydraté (C₁₂H₁₆C₁₂N₂), Complété avec de l'eau distillée dans une fiole jaugée à un volume de 100ml, cette solution est stable pendant un mois si elle est gardée à l'obscurité (Bouteille en verre marron bien fermée) et 4°C

- **Solution mère :**

Dissoudre 0.492 g de nitrites de sodium (NaNO₂), sécher pendant 2 heures À 105°C dans 100 ml d'eau distillée complétée à 1l.

- solution fille :**

Prendre 10ml de solution mère et dissoudre dans 1000ml d'eau distillée

Cette solution est stable pendant 1 mois à l'obscurité et à 4°C.

- Solutions étalons :**

Prendre successivement 1, 3, 5, 10, 12, 15ml de la solution à 1mg/l de NO₂ et

Compléter par de l'eau distillée à 50ml. On obtient alors des solutions étalons contenant Respectivement, 0,0000328, 0,0000984, 0,000328, 0,0003936, et 0,000492mg/l de NO_2

- **Mode opératoire :**

- Prendre 40 ml d'eau à analyser.
- Ajouter 2 ml du réactif mixte ;
- complète à 50 ml par d'eau distille.

L'apparition de la coloration rose après 20minutes indique la présence des NO_2 .



Figure II.9 : Solution étalon de nitrite

- **Expression des résultats :**

Le résultat est donné directement en mg/l à une longueur d'onde de 543nm.

- **II.4.6 Dosage de l'ammonium :**

- **Principe :**

Mesura spectrométrique du composé bleu formé par réaction de l'ammonium avec les ions salicylate et hypochlorite en présence de nitrosopentacyanoferrate (III) de sodium (nitroprussiate de sodium).

- **Réactifs :**

- Réactif (I): Peser 13g de salicylate de sodium, 13g de citrate tri sodique di hydraté et 0.097g de sodium nitropruciate de sodium à dissoudre dans 100ml d'eau distillée. Cette solution est stable pendant 2 semaines.

-- Réactif (II) : prendre 16g d'hydroxyde de sodium dans 50ml

D'eau distillée et ajoute 1g de dichloroisocyanurique complète à 500ml avec d'eau Distillée.

- Solution mère :

Dissoudre 0,3819g de chlorure d'ammonium NH_4Cl sécher pendant 2 heures à 105°C dans 100 ml d'eau distillée.

-solution fille :

Prendre 1ml de solution mère et dissoudre dans 1000ml d'eau distillée.

- Solutions étalons :

On prend dans une série de fioles jaugée de 50 ml :

5ml ; 10ml ; 20ml ; 30ml ; 40ml de la solution fille.

On complète à 40 ml avec de l'eau distillée. On aura les concentrations suivantes :

0,0004773mg/l ; 0,00095475 mg/l ; 0,0019095mg/l ; 0,00286425mg/l ; 0,003819 mg/l

On ajoute 4ml de réactif coloré (I) après on ajoute ensuite 4ml de réactif coloré (II)

Homogène bien et placer les fioles dans un casse à 25°C . On Laisse au repos

Pendant au moins 60 mn.

• Mode opératoire :

- Prendre 40 ml d'eau à analyser

- Ajouter 4 ml du réactif I

- Ajouter 4 ml du réactif II et ajuster à 50 ml avec H_2O distillée et attendre 1h.30

L'apparition de la coloration verdâtre indique la présence de : NH_4^+

➤ **Expression des résultats :** Les résultat sont donnés directement en mg/l

• II.4.7 La demande chimique en oxygène (DCO) :

• Principe :

La demande chimique en oxygène est mesurée après une réaction d'oxydation

Chimique réduction des substances contenues dans l'eau par un excès de bichromate

De potassium ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) milieu acidifié à l'acide sulfurique (H_2SO_4) en présence de

Sulfate d'argent (Ag_2SO_4) sulfate de mercure (HgSO_4).

L'oxydation est portée à ébullition dans un ballon équipé d'un réfrigérant pendant 2

Heures, et L'excès de bichromate de potassium est dilué avec du sel et mesuré après refroidissement plus. Le sulfate d'argent agit comme un catalyseur, le sulfate d'argent et du mercure agit comme un catalyseur chlorure complexe.

- **Mode opératoire :**

-Dans un tube à fond plat de DCO introduire :

-2ml d'eau à analyser homogènes et bien placés dans L'appareil.

- **II.4.8 La Demande biochimique en oxygène (DBO₅) :**

- **Principe :**

Mesure la quantité d'oxygène consommé dans L'air d'un récipient fermé contenant un échantillon de matière organique à 5 jours, puis placé dans une enceinte thermostatée à 20°C. Pour notre étude, on a utilisé le système OXITOP pour mesurer la DBO₅. Cette méthode mesure la pression différentielle.

- **Mode opératoire :**

- Introduire un volume d'eau à analyser (V) dans la bouteille de DBO₅

Mètre en fonction de la concentration de l'eau.

- Mettre un barreau magnétique dans la bouteille.

- Mettre dans le premier bouchon en plastique deux pastilles de (KOH) pour absorber l'humidité.

- Fermer la bouteille de la DBO₅ mètre par le deuxième bouchon qui est sous forme d'une tête avec un afficheur électronique.

- Laisse le DBO₅mètre sous une agitation magnétique pendant cinq jours, puis nous notons la date et l'heure.

-On multiplie cette valeur par un coefficient selon le volume (V) introduit.

Chapitre III
RÉSULTATS ET
DISCUSSIONS

III. 1 Résultats d'analyses :

Dans ce chapitre nous étudions le taux de dépollution selon les différentes hauteurs de sable filtrant. Pour les éléments suivants : Nitrite NO_2^- , Nitrate NO_3^- et ammonium NH_4^+ .

• III.1.1 Analyse granulométrique du sable :

L'analyse granulométrique de l'échantillon Sable d'Oued Metlili a été effectuée par un tamisage à sec d'une masse de 1000g.

➤ III.1.2 Résultats d'analyse physico-chimique des eaux filtrées.

Les résultats d'analyse des paramètres physiques et chimiques réalisés sur les eaux usées sortants de la station d'épuration de Kaf Doukhane et les eaux traitées par filtre à sable sont consignées dans le tableau suivant :

Tableau III.2 : Résultats d'analyse physico-chimique des eaux filtrées.

Paramètres	Avant filtration	20	40	60	80	100	Nourme de rejet
PH	8.07	8.41	8.5	8.44	8,32	8,30	6.5-8.5
Température C°	15,1	15,1	15,1	15,1	17,7	18,4	-
Conductivité (ms/cm)	3,13	3,36	3,49	3,82	3,87	4	-
Turbidité (mg/l)	19,6	4,76	3,82	3,56	2,56	2,97	-
DBO ₅	860	480	1	4	96	38	<30mg/l
NH ₄ ⁺ (mg/l)	33,632	0,256	3.336	0,656	0,64	0,096	<0.5mg/l
NO ₂ ⁻ (mg/l)	1,344	0,592	0.224	1,163	1,408	1,504	1mg/l
NO ₃ ⁻ (mg/l)	0.12	19.568	23.328	71.224	127.08	173.	<1mg/l
O ₂ -Dis (mg/l)	1.22	1.59	1.57	1.52	1,52	1,56	-

Nous remarquons à travers les valeurs du tableau que les résultats de l'analyse physique et chimique diminuent et augmentent en fonction de l'effet de chaque élément. En particulier dans les premiers niveaux, où nous observons une diminution significative en ce qui concerne des substances ammoniacal, turbidité et DBO₅. Par contre pour les nitrates il y a une augmentation remarquable dans ces eaux, et donc l'augmentation du niveau d'oxygène et de la conductivité

a été observée, d'autre part, nous voyons que les valeurs de pH fluctuent entre (8.07 et 8.50) avec un changement non significatif, pour les nitrite, il y a une diminution puis une augmentation.

III.2 Paramètres physique : pH, conductivité électrique et l'oxygène dissout (O₂-Diss).

- Le potentiel d'Hydrogène pH :

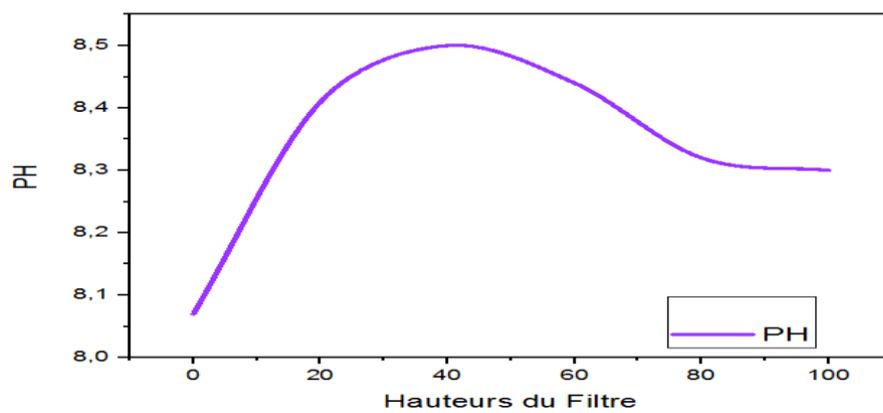


Figure III.1 pH à différentes hauteurs du filtre

A partir de graphe du pH, on remarque que la variation est entre 8.05 et 8.50 et donc, on a un pH neutre en tous domaines de filtration et il n'y a aucune influence d'acidité ou de basicité.

➤ l'oxygène dissout (O₂-Diss).

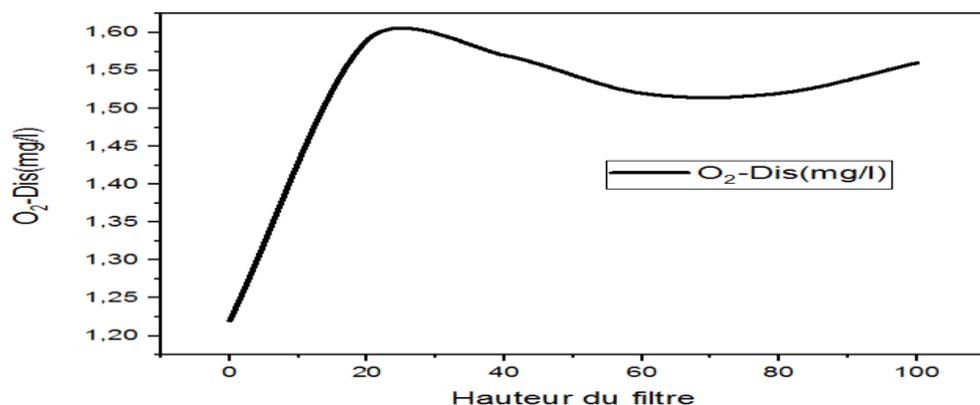


Figure III.2 O₂-Dis à différentes hauteurs du filtre

On remarque que le taux d'oxygène augmente légèrement après la première hauteur de 20 cm donc soit une aération ou une élimination de consommateurs d'oxygène.

➤ **Conductivité électrique CE :**

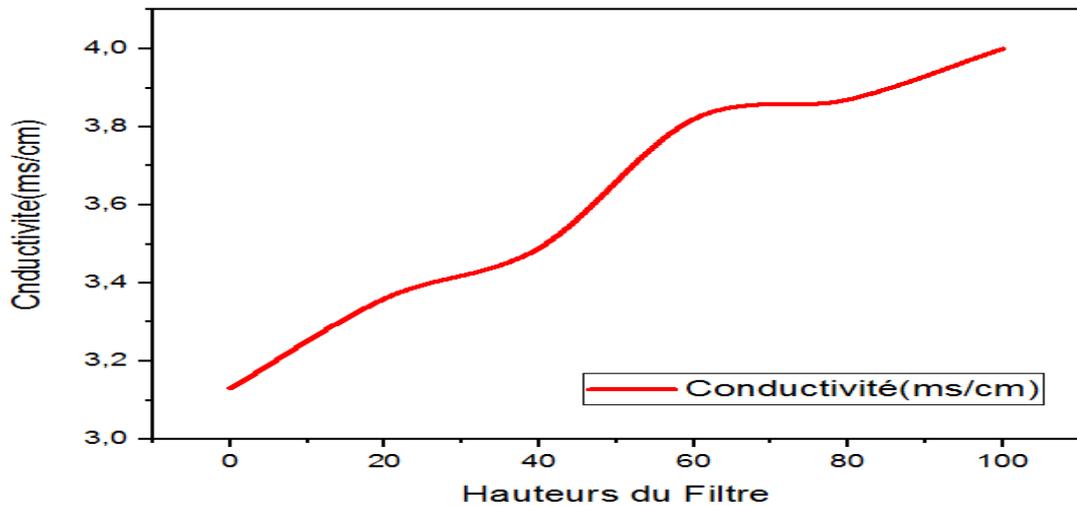


Figure III.3. Conductivité à différentes hauteurs du filtre

On voit que plus la hauteur est grande, plus la valeur de la conductivité est importante, indiquant ainsi une dissolution des sels formant ce sable filtrant.

➤ **Turbidité Tur (NTU) :**

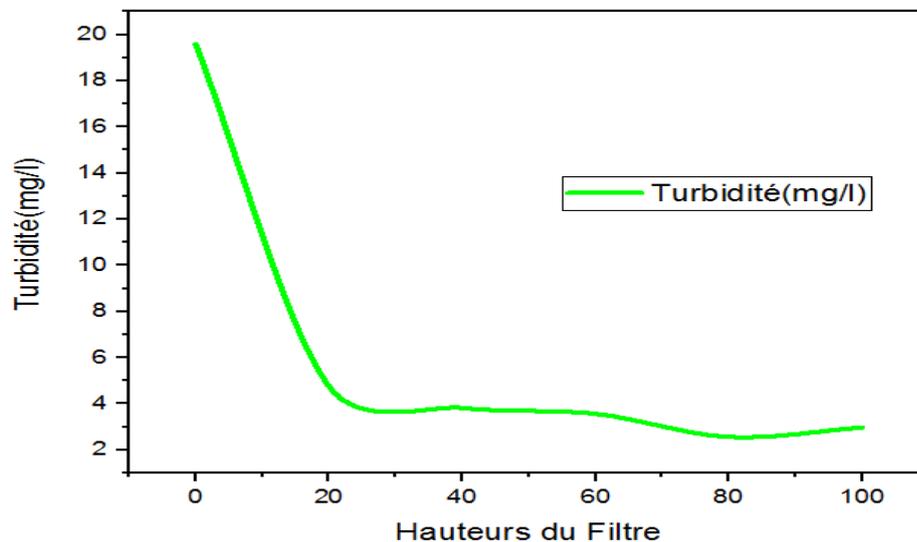


Figure III.4 : Turbidité à différentes hauteurs du filtre

La turbidité diminue à partir du premier niveau qui est 20 cm ce qui implique que ce sable présente une bonne filtration de la matière colloïdale.

III.3 Paramètres des pollutions : DBO₅, Ammonium NH₄⁺, Nitrite NO₂⁻ et Nitrate NO₃⁻.

- Demande biochimique en oxygène DBO₅

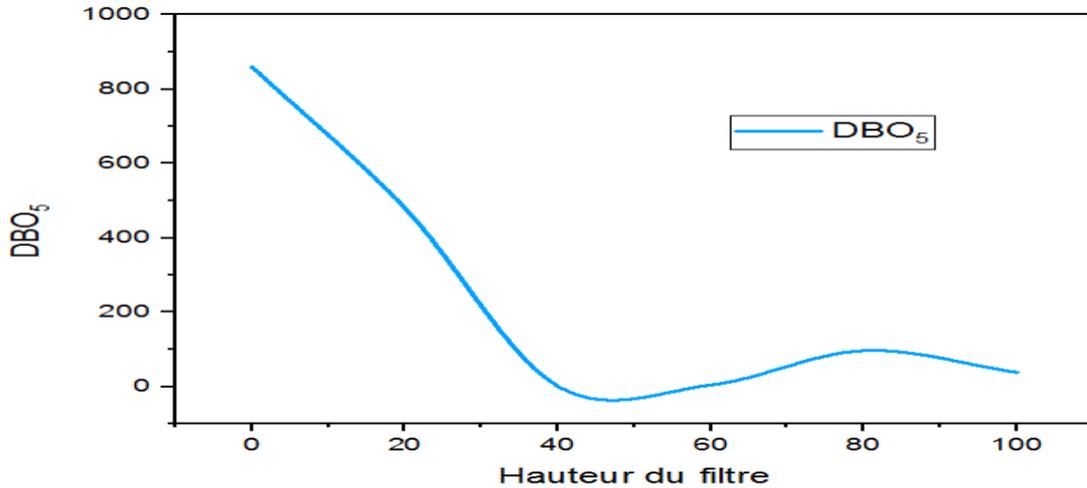


Figure III.5 : DBO₅ à différentes hauteurs du filtre

On observe que l'allure de la courbe décroît fortement à l'intervalle [40_60], puis il y a une légère augmentation dans la hauteur de 50 cm jusqu'à 100 cm, montrant une efficacité. Ce rabattement peut-être est due à une élimination de bactéries consommateurs d'oxygène.

- Nitrite NO₂⁻ :

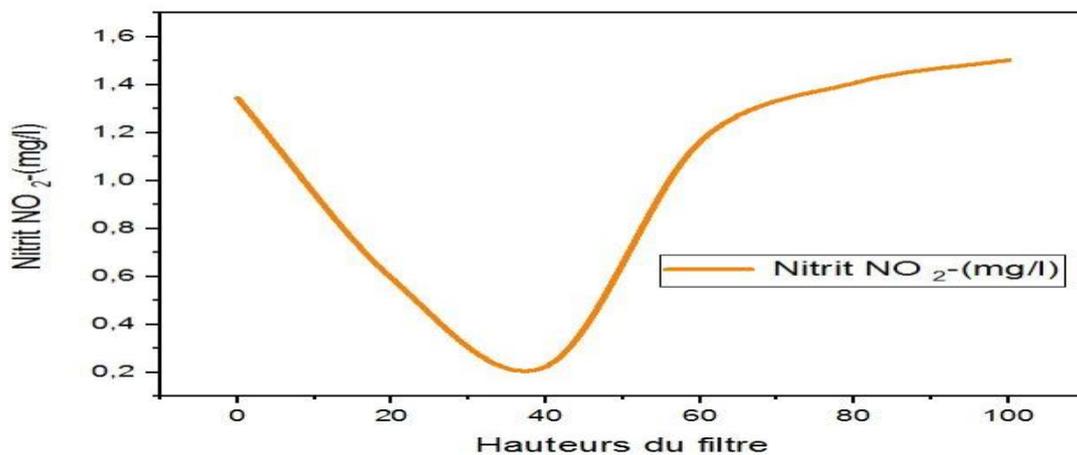
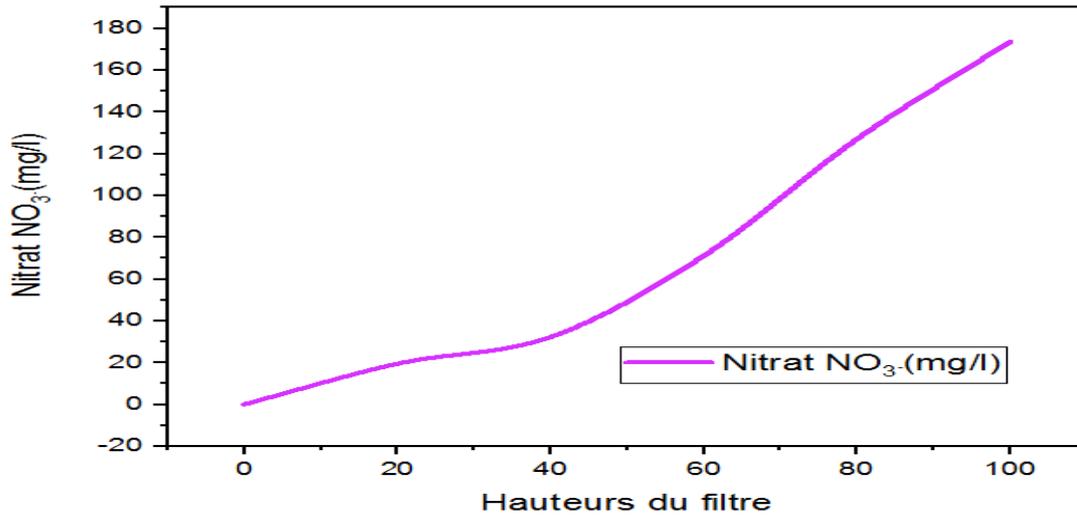
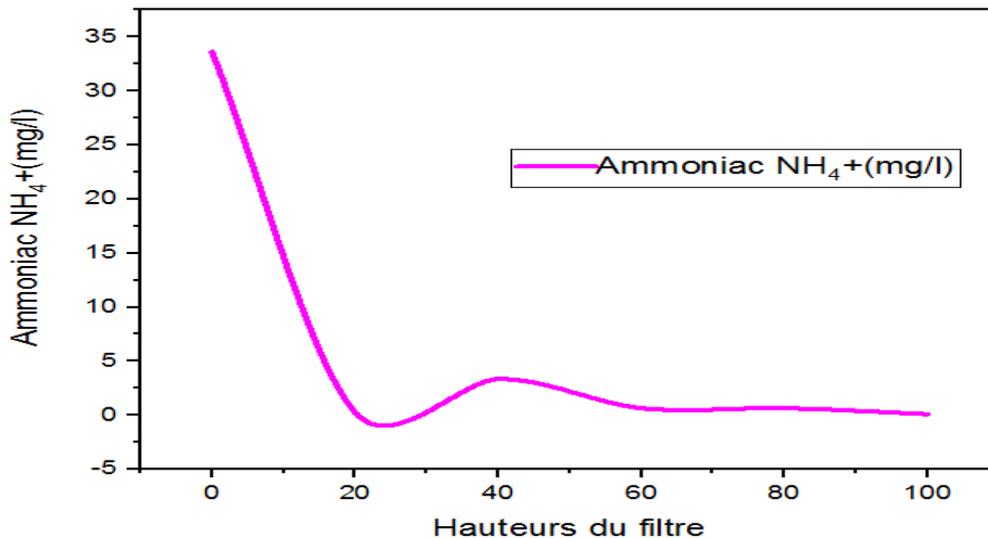


Figure III.6 : NO₂⁻ à différentes hauteurs du filtre

A travers la courbe graphique nous remarquons une élimination des nitrites aux de premiers niveaux puis elles recommencent à apparaître de niveau 60 jusqu'à 100 cm

Nitrate NO_3^- **Figure III.7 : NO_3^- à différentes hauteurs du filtre**

D'après la figure la courbe il y a une augmentation de taux des nitrates dans le sens où plus la hauteur du sable augmente, plus il y a une augmentation des nitrates NO_3^- dans le sens d'une relation directe.

➤ **Ammonium NH_4^+** **Figure III.8 : NH_4^+ à différentes hauteurs du filtre**

On observe qu'il y a un rabattement de NH_4^+ dès le premier niveau de filtration jusqu'à la disparition totale dans les autres niveaux.

CONCLUSION

GENERALE

Conclusion générale :

Le traitement des eaux usées est un processus très important pour la vie quotidienne, On effectue l'épuration des eaux usées non seulement pour protéger la santé de la population et pour éviter les maladies contagieuses, mais aussi pour protéger l'environnement. Aujourd'hui, ce dernier but devient de plus en plus important et les techniques de traitement et les stations d'épuration évoluent constamment.

En entreprenant cette étude, nous avons traité les eaux usées de la station de Kaf Doukhan de la wilaya de Ghardaïa à l'aide d'un sable de sorte que les résultats obtenus nous ont permis de tirer Plusieurs conclusions.

La technologie de filtration sur sable est une solution pour éliminer les éléments pollution des eaux usées Ainsi, nous avons sélectionné le matériau filtrant d'oued Metlili comme un filtre bon et propre en choisissant différentes hauteurs du filtre à sable pour optimiser le niveau idéal.

En fin, nous concluons que de bons résultats sont apparus au début des premiers niveaux.

D'après les résultats des eaux usées traitées par lagunage sortant de la station de KAF EDOUKHANE et la comparaison avec les résultats d'analyses des eaux traitées par filtration sur sable, on conclut qu'il y a élimination des matières organiques polluantes exprimées par DBO_5 , MES et DCO.

Concernant les polluants azotés, les résultats montrent une destruction presque totale des bactéries consommatrices d'oxygène (DBO_5)

Aussi, on observe une élimination de l'ammonium et des nitrites précisément dans les deux premiers niveaux (20 à 40 cm) du sable filtrants par contre il y a augmentation des nitrates et cela nous conduit à l'équation donnée auparavant indiquant une oxydation de l'ammonium en nitrite puis en nitrate et donc une diminution de l'élément ammonium et nitrite et l'oxydation est confirmé par la courbe de O_2 -Dis et les résultats de DBO_5 .

Enfin, nous pouvons conclure que l'utilisation de sable filtrant est une bonne méthode pour la dépollution par ce genre de sable et donne une eau purifiée nitraté qui peut être utilisé dans l'irrigation dirigée et nous pouvant dire que la hauteur optimale est entre 20 et 40 cm.

**RÉFÉRENCES
BIBLIOGRAPHIQUE**

Références bibliographiques

[1] **Effluent [archive]**, sur dictionnaire-environnement.com, consulté le 25 mars 2017 sur dictionnaire-environnement.com,consultéle25mars2017

[2]**Tilley, E., Ulrich, L., Lüthi, C., Reymond, Ph., Zurbrügg, C.**, Compendium of Sanitation Systems and Technologies –, 2nd Revised, 2014 (ISBN 978-3-906484-57-0, lire en ligne [archive]), p. 175.

[3]**Regsek F, (2002)**, analyse des eaux, aspect réglementaire et techniques, Edition use Scréréen CRDPA quitaine, Bordeaux.

[4]**MADJOURI H., AMOURIA H.** (2007)- Contribution au traitement des eaux usées En vus de le leurs réutilisation en irrigation Étude site- S.T.E.P de Touggourt. Mém. D.E.Atra.

[5]**LADJEL F.** (2006)- Exploitation d'une station d'épuration à boue activée niveau 02. Itelement des eaux et des fluides. Univ. De. De Ouargla.85p. Centre de formation au Métierdel'assainissement.CFMA-Boumerdes,p80.

[6]**Etude et suivi des effluents liquides dans l'unité de traitement du complexe GL1».2013.**

[7]**J.RODIER**,L'analysedel'eaunaturelle,eauxrésiduaire,eauxdemer,8^eéd.Paris: DUNODtechnique,2005 .

[8]**Bessiou Assai et Mekkaoui Rima** : « essai de traitement biologique des eaux usées en utilisant des filtres bicouches», universite kasdi merbah ouargla, juin 2013

[9]**DahoAbderahim et Brek Adem** : « lagunage aéré en zone aride Performance Epuratoires cas de la région d'Ouargla », université Kasdi Merbah Ouargla, Juin 2013.

[10]**RAHOU. K. B.** Evaluation des performances des aérateurs de surface de la STEP D'El-kerma ORAN, mémoire de master, département de génie chimie, université d'Oran , Algérie, (2014).

[11]**AROUA A.** L'homme et son milieu. Edition société national. Alger, (1994)

[12] **BAUMONT S, CAMARD J-P, LEFRANC A, FRANCONI A.** Réutilisation des eaux Usées épurées: risques sanitaires et faisabilité en Ile-de-France. Institut D'aménagement et d'urbanisme de la région Ile-de-France, France, (2005).

[13]**DekhilSoror Wahiba et Zaibet Manel** : « traitement des eaux usées urbaines par boues activées au niveau de la ville de Bordj Bou Arreridj effectué par la station d'épurationdeseauxuséesONA»,juin2013.

[14]SLIMANI R. (2003)- Contribution à l'étude hygiénique des caractères physico-Chimique des eaux usées de la cuvette d'Ouargla et leur impact sur la nappe Phréatique. Mém. Ing. Eco et Env. Ecosystème steppique et saharien. Uni d'Ouarga.

[15]M. HADJ S, A. Guessoum, H. Salhi, N. Tidjani, "Modélisation floue des actions de contrôle de la quantité de PAC dans un processus d'épuration des eaux", département de chimie industrielle JSTRE 2009.

[16]« Les différents paramètres physiques et chimiques des eaux et commentaires.* - CPEPESC - Commission de Protection des Eaux », CPEPESC, 2017.
<https://www.cpepesc.org/Les-principaux-parametres.html>(consultélejuin14,2020).

[17]A.ARROUSSI, Elaboration et caractérisation des billes a base d'un Biopolymere et leurs applications dans l'environnement, mémoire de magister , Uni de Tlemcen, 12/2013.

[18]« Les différents paramètres physiques et chimiques des eaux et commentaires.* - CPEPESC - Commission de Protection des Eaux », CPEPESC, 2017.
<https://www.cpepesc.org/Les-principaux-parametres.html>(consultélejuin14,2020).

[19] MEKHALIF F, « Reutilization des eaux résiduares industrielles épurées comme eau d'appoint dans un circuit de refroidissement», université du 20 Aout 1955, Skikda, mémoire demagistère, Algérie, 2009.

[20]HAMIDI Mohamed .N et NOUAH Chems Eddine; 1996-1997; Etude de la vulnérabilitéà la pollution et la propagation des pollutions dans la nappe de Maghnia; projet de fin d'étudepour l'obtentiondudiplôméd'ingénieurd'étatenhydraulique.

[21] ONA. (2021). spécifications des eaux usées épurées de la station de Kaf Doukhane, Rapport technique interne (35p). ONA –Ghardaïa.

[22] ONA. (2022).

. [23]OULED HADDAR I. (2020). Optimisation d'une filtration à sable pour traitement tertiaire des eaux épurées de la STEP de Kad Doukhane Ghardaïa, Mémoire de Master (95p). Univ-Ghardaïa.

[24]memoire de master. Etude de faisabilite d'élimination des elements polluants des eaux traites de la step Kaf Doukhane par l'installation d'Un processus de filtration a sable.

[25]Marsily G. (1994). Hydrogéologie : comprendre et estimer les écoulements souterrains et le transport des polluants. Edition Ecole de mines de Paris.

[26]FichetechniqueTE400:«ManueldupilotedefiltrationTE400».

ANNEXE

Annexe

Normes Algériennes

Les valeurs limitent des paramètres de rejet dans un milieu récepteur (Décret exécutif N°06-141 du 19 avril 2006 Définissant les valeurs limites des rejets d'effluents liquides industriels). Liste non exhaustive

Parameters	Unité	Normes
Température	°C	30
PH	-	6.5<PH<8.5
MES	mg/l	35
AzoteKjeldahl	mg/l	30
Phosphore total	mg/l	10
DCO	mg/l	120
DBO ₅	mg/l	35
Huiles et graisses	mg/l	20

Source : Journal officiel de la république Algérienne N°26 du 23 Avril 2006

Normes Internationales OMS des rejets liquides

Paramètres	Unité	Normes OMS
pH	-	6.5-8.5
DBO5	mg/l	<30
DCO	mg/l	<90
MES	mg/l	<20
NH4+	mg/l	<0,5
NO2-	mg/l	1
NO3-	mg/l	<1
P2O5	mg/l	<2
Température	°C	<30
Couleur	-	Incolore
Odeur	-	Incolore

Sable d'OUDE METLILI



Figure2 : Sable d'OUDE METLILI

Turbidimètre



figure 3 :Turbidimètre

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur Et de La Recherche Scientifique

Faculté des sciences et
Technologie
Département génie
Des procédés

جامعة غرداية



كلية العلوم و التكنولوجيا

قسم هندسة الطرائق

Université de Ghardaïa

Autorisation d'impression finale d'un mémoire de master

	Nom et prénom	Signature
Le président de jury	MANSOURI Khaled	
Examineur 1	MOULAILKerroumia	
Examineur 2	HELLALI Naima	
Encadrant	BOUAMERKheira	

Soussigne Dr .:

Président de jury des étudiant (s)

-Bellemherbet karima

-Bellakhehal Aicha

Filière : Génie des procédés ; Spécialité : Génie chimique

Thème

Évaluation de taux de dépollution des eaux usées a l'aide d'un système de filtration à sable .

Autorise-le (s) étudiant (s) mentionné (s) ci-dessus à imprimer et déposer leur (s) manuscrit final
au niveau du département.

Ghardaïa le:

Le président de jury

