



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université echahid hamma lakhdar EL OUED

Faculté de la technologie

Département d'Hydraulique et de Génie Civil

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

En vue de l'Obtention du Diplôme de Master en Hydraulique

Option : Conception et Diagnostic des systèmes d'AEP et d'assainissement

Thème

Contribution à l'étude des performances du traitement biologique de la station d'épuration d'El-Oued (Cas de la STEP N° 01)

Présenté par :

***Ms : ACHOUR Smail
Ms : ZINE Abderraouf
Ms : MELIK Noure-eddine***

Dirigé par:

Ms. YAHIAOUI Khemissi

Année universitaire : 2022/2023

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

فَلِلَّهِ الْحَمْدُ وَالْحَمْدُ لِلَّهِ
بِزِينَةِ الْقَوْلِ وَالْحَمْدُ لِلَّهِ
بِزِينَةِ الْقَوْلِ وَالْحَمْدُ لِلَّهِ
بِزِينَةِ الْقَوْلِ وَالْحَمْدُ لِلَّهِ

صَدَقَ اللَّهُ الْعَظِيمُ

DÉDICACE

Je dédie ce modeste travail à l'esprit de la pureté :

Mon père « Messaoud » ma mère « Meriem ».

A ma très chère femme qui m'a soutenue et Encouragée moi.

A mes chers fils : Djassem Messaoud, Abderrahmane

A mes chères filles : Sirine, Assil et Rinad.

Et à mes amis sans exception et sans oublier à toute ma promotion

département d'Hydraulique et de Génie Civil

Option : Conception et Diagnostic des systèmes d'AEP

et d'assainissement

.

Et à tous ceux qui me connaître et à contribués

à la réussite de ce mémoire.

Merci à tous.

ACHOUR Smail

الإهداء

بسم الله الذي فتح عيوننا بنور العلم وأضاء قلوبنا بهدى الإيمان
وشحننا السعادة بفضل القناعة نشكره على ما أعطانا من جهد
وصبر لتتوصل إلى ثمرة جهدنا.

إلى التي جعل الله الجنة تحت أقدامها والحنان بملاً وجدانها
وأعطت حتى لم يبقى للعتاء حدود إلى من كانت شمعة تحترق
لأجلنا أمة الغالية.

إلى مثلي الأعلى في الحياة ... إلى من مدني بالدعم المادي
والمعنوي طيلة مشواري الدراسي... إلى من جعلني أحب العلم
أبي العزيز.

إلى أغلى ما أملك أخواتي العزيزات: احلام، سارة، ملاك. وإلى
إخواني: طه و ياسين و ابراهيم

والى كل زملائي وخاصة اسماعيل و عبد الرؤوف

ملك نور الدين

الإهداء

بسم الله الذي فتح عيوننا بنور العلم وأضاء قلوبنا بهدى الايمان
وشحننا السعادة بفضل القناعة

نشكره على ما اعطانا من جهد وصبر لنتوصل إلى ثمرة جهدنا....

أهدي هذا التخرج لجميع أفراد العائلة الطيبة....

إلى كافة أفراد الأسرة التربوية....

الزين عبد الرؤوف

REMERCIEMENT

*Tous d'abords je remercie **Dieu** le tout puissant de nous avoir donné le courage et la patience de mener à bien ce travail, qu'il soit béni et glorifié.*

*Mes remerciements s'adressent vivement à mon encadreur
Mr : YAHYIAOUI Khemissi pour ses conseils et son aide dans la réalisation de ce travail et je tiens à remercier l'ensemble des enseignants qui ont contribués à ma formation.*

Merci aussi à tous les ingénieurs et Master 2 en hydraulique promotion 2023. Que tous les membres du jury trouvent ici l'expression de mes profonds

Respects pour avoir pris la peine d'examiner votre mémoire

Sommaire

Introduction Générale	1
------------------------------------	----------

Chapitre I : COLLECTE DES EAUX USEES ET LEUR EPURATION

I.1 Introduction.....	2
I.2 Définition des eaux usées.....	2
I.3 Origine des eaux usées.....	2
I.3.1 Eaux usées domestiques	2
I.3.2 Eaux usées industrielles	2
I.3.3 Eaux agricoles.....	3
I.3.4 Eaux pluviales.....	3
I.4 Systèmes d'évacuation des eaux usées.....	3
I.4.1 Le système collectif.....	3
I.4.1.1 Le système unitaire.....	3
I.4.1.2 Le système séparatif.....	4
I.4.1.3 Le système pseudo-séparatif.....	4
I.4.2 Système autonome.....	5
I.4.3 Les systèmes mixtes.....	5
I.5. Pollution de l'eau usée.....	5
I.5.1. Définition.....	5
I.5.2. Pollution physique.....	5
I.5.3. Pollution mécanique	6
I.5.4. Pollution thermique	6
I.5.5. Pollution radioactive.....	6
I.5.6. Pollution chimique.	6
I.5.7. Pollution organique.....	6
I.5.8. Pollution minérale.....	6
I.5.9. Pollution microbiologique.....	6
I.5.9.1. Virus.....	7
I.5.9.2. Bactéries.....	7
I.5.9.3. Protozoaires.....	7
I.6. Composition des eaux usées.....	7
I.7. Effet de la pollution des eaux usées sur l'environnement et la santé.....	8
I.8 Normes de rejet des eaux usées.....	9
I.8.1 Normes de l'OMS.....	9
I.8.2 Normes européennes.....	9
I.8.3 Normes algériennes.....	10

I .9. Epuration des eaux usées.....	11
I .9.1. Stations d'épuration (STEP).....	11
I .9.2. Paramètres du choix d'une technologie de traitement des eaux usées.....	12
I .9.3. Les procédés d'épuration.....	12
I .9.3.1 Prétraitements.....	12
I .9.3.1.1 Le dégrillage.....	13
I .9.3.1.2. Dessablage.....	14
I .9.3.1.3. Dégraissage –désuilage.....	14
I .9.3.2. Traitement primaire.....	14
I .9.3.2.1 Décantation primaire.....	15
a) Décantation physique (naturelle)	15
b) Décantation physico-chimique.....	16
I.9.3.3. Traitement biologique (traitement secondaire)	16
I.9.3.3.1. Procédé biologique intensifs	17
a) Lits bactériens	17
b) Disques biologiques	18
c) Boues activées	18
I.9.3.3.2. Procédé biologique extensif.....	19
I.9.3.3.2.1. Epuration par lagunage	19
1) La lagune d'aération.....	21
2) La lagune de décantation	21
Avantages Techniques.....	22
Inconvénients Techniques.....	23
I.9.3.4. Traitement tertiaire.....	23
a) Elimination de l'azote.....	23
b) Elimination de phosphore.....	24
c) Désinfection.....	24
I.10. Conclusion	24

Chapitre II : PRESENTATION ET DISCRIPTION DE LA STATION D'EPURATION

STEP 01 A KOUININE

II.1. Introduction.....	25
II.2. Présentation de la région d'étude.....	25
II.2.1. Situation géographique	25
II.2.2. Facteurs climatiques.....	26
II.2.2.1. Températures	26
II.2.2.2. Humidité.....	26

II.2.2.3. Pluie.....	27
II.2.2.4. Vent.....	28
II.3. Présentation de la station d'épuration STEP 01.....	29
II.3.1. Localisation géographique de l'étude	29
II.3.2. Composition de la STEP n°01.....	29
II.4. Procédés d'épurations des eaux usées dans la station.....	30
II.4.1. Etape de prétraitement	30
II.4.1.1. Dégrillage	30
II.4.1.2. Dessableur	30
II.4.1.2.1. Racleur aspirateur à sable	30
II.4.1.2.2. Collecteur de sable.....	30
II.4.1.2.3. Classificateur à sabler	31
II.4.1.3. Ouvrage de répartition	31
II.4.1.4. Mesure d'eau usée	32
II.4.2. Partie biologique du traitement d'eau usée	32
II.4.2.1. Lagunes aérées.....	32
II.4.2.2. Lagunes de post-traitement.....	33
II.4.3. Décharge des boues	33
II.4.3.1. Lits de séchage des boues.....	33
II.5. Descriptif de fonctionnement de la station de lagunage.....	33
II.5.1. Données de dimensionnement de la STEP (2015)	33
II.5.2. Qualité exigée des eaux usées traitées.....	34
II.5.3. Descriptif de fonctionnement.....	34
II.5.4. Prétraitement.....	34
II.5.4.1. Dégrillage	34
II.5.4.2. Dessableur longitudinal avec classificateur à sable.....	36
II.5.4.3. Mesure du niveau d'eau et échantillonneur.....	37
II.5.4.4. Répartiteur d'eau usée (RP1)	37
II.5.4.5. Lagunes aérées – première étape (A1 ; A2 ; A3)	38
II.5.4.6. Répartiteur – RP2.....	40
II.5.4.7. Lagunes aérées - Deuxième étape (B1 ; B2 ; B3)	40
II.5.4.8. Répartiteur – RP3.....	41
II.5.4.9. Lagunes de finition F1 ; F2, F3	42
II.5.4.10. Prise d'échantillons – Sortie.....	43

II.5.4.11. Déshydratation et décharge des boues	43
II.6. Conclusion.....	45
Chapitre III : MATERIELS ET METHODES	
III .1. Introduction.....	46
III .2. Prélèvement des échantillons d'eau usée.....	46
III .3. Paramètres étudiés.....	47
III.3.1. Paramètres physiques.....	48
III.3.1.1. La température (T)	48
III.3.1.2. Potentiel d'hydrogène (pH)	48
III.3.1.3. La conductivité (CE)	49
III.3.1.4. L'oxygène dissous (OD)	50
III.3.1.5. La Matière en suspension (MES)	51
III.3.1.6. La turbidité	51
III.3.2. Paramètre chimique.....	52
III.3.2.1. La demande biologique en oxygène pendant cinq jours (DBO ₅)	52
III.3.2.2. La demande chimique en oxygène (DCO)	53
III.3.2.3. Le phosphore (PO ₄)	55
III.3.2.4 Dosage d'azote total (NT)	55
III.3.2.5. Dosage de nitrite (NO ⁻²)	56
III.3.2.6. Dosage de nitrate (NO ⁻³)	57
III.3.2.7. Dosage d'azote ammoniacal (N-NH ₃)	58
III.4. Conclusion.....	59
Chapitre VI : RESULTATS ET DISCUSSIONS	
IV.1. Introduction.....	60
IV.2. Rendement épuratoire.....	60
IV.3. Résultats et discussions des paramètres analysées.....	60
IV.3.1. Les paramètres physiques.....	60
IV.3.1.1. Température.....	60
IV.3.1.2. Conductivité électrique.....	61
IV.3.1.3. Matière en suspension (MES)	62
IV.3.1.4. Turbidité.....	64
IV.3.2. Paramètres chimiques.....	65
IV.3.2.1. Potentiel d'hydrogène (pH)	65
IV.3.2.2. Phosphore total (PT)	66

IV.3.2.3. Phosphates (PO_4^{-3})	67
IV.3.2.4. Azote total (NT)	68
IV.3.2.5. Azote ammoniacal (NH_4^+)	69
IV.3.2.6. Nitrites (NO_2^-)	70
IV.3.2.7. Nitrates (NO_3^-)	71
IV.3.2.8. Oxygène dissous (OD)	72
IV.3.2.9. Demande chimique en oxygène (DCO)	74
IV.3.2.10. Demande Biochimique en oxygène (DBO_5)	75
V.4 Conclusion	77
Références bibliographiques	

LISTE DES FIGURES

Chapitre I : COLLECTE DES EAUX USEES ET LEUR EPURATION

Figure I.01: Schéma explicatif du réseau unitaire.....	4
Figure I.02 : Schéma explicatif du réseau séparatif	4
Figure I.03 : Schéma explicatif du réseau pseudo-séparatif.....	5
Figure I.04 : Schéma de fonctionnement d'une station d'épuration.....	12
Figure I.05 : prétraitements des eaux usées.....	13
Figure I.06 : Schéma d'un Dégrilleur.....	13
Figure I.07 : schéma d'un dessableur.....	14
Figure I.08 : schéma d'un dégraisseur.....	14
Figure I.09 : schéma d'un décanteur primaire.....	15
Figure I.10 : schéma d'un Décantation physico-chimique.....	16
Figure I.11: Schéma d'un procédé de lit bactérie.....	17
Figure I.12: Schéma du traitement par disque biologique.....	18
Figure I.13: Traitement biologique par boues activées.....	19
Figure I.14: Schéma du traitement biologique par lagunage naturel.....	20

Chapitre II : PRESENTATION ET DISCRIPTION DE LA STATION D'EPURATION

STEP 01 A KOUININE

Figure II. 01: Situation géographique de la wilaya d'El-oued (Souf)	25
Figure II. 02: Température maximal et minimale de Souf	26
Figure II. 03 : L'humidité relative de Souf	27
Figure II. 04 : La Pluie de Souf	27
Figure II. 05 : la vitesse de vent dans la Souf	28
Figure II. 06: Station d'épuration n ° 01 à Kouinin.....	29

Chapitre VI : RESULTATS ET DISCUSSIONS

Figure IV.01 : Variation mensuelle de la température	61
Figure IV.02 : Variation mensuelle de la conductivité é.....	62
Figure IV.03 : Variation mensuelle de la matière en suspension.....	63
Figure IV.04 : Variation mensuelle de la Turbidité	64
Figure IV.05 : Variation mensuelle du potentiel d'hydrogène	65
Figure IV.06 : Variation mensuelle du phosphore total	66
Figure IV.07 : Variation mensuelle des phosphates (PO ₄ -3)	67
Figure IV.08: Variation mensuelle de l'Azote total	68
Figure IV.09 : Variation mensuelle de l'azote ammoniacal	70

Figure IV.10: Variation mensuelle des nitrites (NO_2^-)	71
Figure IV.11: Variation mensuelle des nitrates (NO_3^-)	72
Figure IV.12 : Variation mensuelle de l'oxygène dissous	73
Figure IV.13: Variation mensuelle de la DCO	74
Figure IV.14 : Variation mensuelle de la DBO5	76

LISTE DES TABLEAUX

Chapitre I : COLLECTE DES EAUX USEES ET LEUR EPURATION

Tableau I.01 : L'impact de la pollution des eaux usées sur la santé et l'environnement.....	8
Tableau I.02 : Normes de rejet des eaux usées (OMS).	9
Tableau I.03 : Normes européennes de rejet des eaux usées.	10
Tableau I.04 : Les valeurs limitent des paramètres de rejet dans un milieu récepteur.....	10

Chapitre IV : RESULTATS ET DISCUSSIONS

Tableau IV 01 : Variation mensuelle de la température	60
Tableau IV.02 : Variation mensuelle de la conductivité électrique	61
Tableau IV.03 : Variation mensuelle de la matière en suspension (MES)	63
Tableau IV.04 : Les charges moyennes des MES dans les EB et les EE et les rendements de leur élimination	64
Tableau IV.05 : Variation mensuelle de la Turbidité	64
Tableau IV.06 : Variation mensuelle du potentiel d'hydrogène (pH)	65
Tableau IV.07 : Variation mensuelle de le phosphore total	66
Tableau IV.08 : Variation mensuelle des phosphates (PO ₄ -3)	67
Tableau IV.09 : Variation mensuelle de la Azote total NT	68
Tableau IV.10 : Variations des moyennes mensuelles de l'azote total Kjeldahl et les rendements de leurs éliminations	69
Tableau IV.11 : Variation mensuelle de L'azote ammoniacal (NH ₄ ⁺)	70
Tableau IV.12 : Variation mensuelle de Les nitrites (NO ₂ -)	71
Tableau IV.13 : Variation mensuelle de Les nitrates (NO ₃ -)	72
Tableau IV.14 : Variation mensuelle de l'oxygène dissous	73
Tableau IV.15 : Variation mensuelle de la Demande chimique en oxygène (DCO)	74
Tableau IV.16 : Valeurs moyennes mensuelles de la DCO dans les EB et les EE et les rendements de leur élimination.	75
Tableau IV.17 : Variation mensuelle de la Demande Biochimique en Oxygène (DBO).....	75
Tableau IV.18 : Valeurs moyennes mensuelles de la DBO ₅ dans les EB et les EE et les rendements de leur élimination.	77

LISTE DES PHOTOS

Chapitre I : COLLECTE DES EAUX USEES ET LEUR EPURATION

Photo I.01: prétraitements des eaux usées.....	13
Photo I.02: Schéma d'un Dégrilleur.....	13
Photo I.03: schéma d'un dessableur.....	14
Photo I.04: schéma d'un dégraisseur.....	14
Photo I.05: Lagunage naturel.	21
Photo I.06: Lagunage aéré	22
Photo I.07: Lagunage aéré avec aérateurs de surface.....	22

Chapitre II : PRESENTATION ET DISCRIPTION DE LA STATION D'EPURATION STEP 01 A KOUININE

Photo II. 01: Dégrillage.	30
Photo II. 02: Classificateur de sable.	31
Photo II. 03: Dessablage.	31
Photo II. 04: Répartiteur vers les bassins d'aération.	32
Photo II. 05 : Aérateur.....	32
Photo II. 06: Lit de séchage des boues.	33
Photo II. 07: Répartiteur d'eau usée (RP1).	38
Photo II. 08: Lagune aéré étage 01.	39
Photo II. 09: Répartiteur d'eau usée (RP2).	40
Photo II. 10: Lagune aéré étape 02.	41
Photo II. 11: Répartiteur d'eau usée (RP2).	42
Photo II. 12: Lagune de finition.	43

Chapitre III : MATERIELS ET METHODES

Photo III.01: Préleveur Automatique.	46
Photo III.02: Les prélèvements à l'entrée et à la sortie.....	47
Photo III.03 : Échantillonnage et conservation des flacons.....	47
Photo III.04: (A)La mesure du pH et de la température. (B) pH mètre.....	48
Photo III.05 : La mesure de la conductivité.....	49
Photo III.06 : Oxymétrie.....	50
Photo III.07: Appareils de mesure des matières en suspension (MES)	51
Photo III.08: Mesure de la turbidité.....	52
Figure III.09 : DBO-mètre.....	53
Photo III.10 : Appareillage à DBO5.....	53

Photo III.11: Réactifs et appareils de mesure de la	54
Photo III.12: Tube de phosphore.....	55
Photo III.13 : Tube d'azote total.....	56
Photo III.14 : Dosage de nitrite.....	57
Photo III.15 : Dosage de nitrate.....	58

LISTE D'ABREVIATION

DBO5	Demande Biochimique en Oxygène pendant cinq jours.
DCO	Demande Chimique en Oxygène.
EH	Equivalent Habitant
km2	Kilomètre carré
m3	Mètre cube
m3/j	Mètre cube par jour
MA	Matière Azotée
MES	Matière En Suspension.
mg/l	Milligramme par litre.
mL	Millilitre.
MO	Matière Oxydable
NaoH	Hydroxyle de sodium
NT	Azote Total.
NTU	Néphélométrie Turbidité Unité
EE	Eau épuré
EB	Eau brute
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
PH	Potentiel hydrogène
T°	Température
NH+4	Azote ammoniacal
NO2-	Nitrite
NO3-	Nitrate
STEP	Station d'épuration
PT	Phosphore totale
PO4-3	Ortho Phosphate
CE	Conductivité Électrique
µs/cm	Micro siemens sur centimètre
°C	Degré Celsius

%	Pourcentage
kg/j	Kilogramme par jour
DN	Diamètre normalisé
OD	Oxygène dissous

Résumé

La performance d'une station d'épuration, est le facteur principal pour l'évaluation de la qualité des eaux rejetées dans les milieux naturels. En plus la dépollution des eaux usées urbaines, permet la mobilisation d'un volume important d'eau épuré apte à être réutilisé dans plusieurs domaines et en l'occurrence à l'agriculture. Notre travail est basé sur une étude expérimental des performances épuratoires de la station d'épuration par lagunage aéré N°1 à Kouinine à travers des mesures de paramètres de pollutions (**DBO₅**, **DCO** et **MES**,), et d'autre paramètres qui peuvent influencer sur le traitement des eaux usées par ce procédé biologique (pH, température, la conductivité, oxygène dissous) par une série de données des analyses physico-chimique des eaux (brutes et traitées) et confirmer par la suite si les résultats obtenus de ces analyses sont conformes aux normes des eaux usées rejetées dans les milieux naturels ou non.

A la lumière de ce travail, le suivi expérimental des analyses physico-chimiques étudiés pendant douze mois (**2022**), montre que dans l'ensemble, cette station ne donne pas des résultats satisfaisants montrant ainsi la non efficacité de ce procédé biologique vis-à-vis la majorité des paramètres de pollution testés notamment la **DCO**, **DBO₅**, **NT**, **NO³⁻**, **NH₄⁺**, la conductivité électrique et la turbidité.

Mots clés : Eaux usées, épuration, Oued Souf, Performance.

Abstract

The performance of a treatment plant is the main factor for assessing the quality of water discharged into natural environments. In addition to the depollution of urban wastewater, this system allows the mobilization of a large volume of purified water able to be reused in several fields and in this case agriculture.

Our work is based on an experimental study of the purification performance of the wastewater treatment plant by aerated lagoon No. 1 in Kouinine through measurements of pollution parameters (**BOD₅**, **COD** and **SS**,), and other parameters that can influence on the treatment of wastewater by this biological process (pH, temperature, conductivity, Dissolved Oxygen) by a series of data from the physico-chemical analyzes of the water (raw and treated) and confirm subsequently whether the results obtained of these analyzes comply with the rejection standards for wastewater discharged into natural environments or not.

In the light of this work, the experimental follow-up of the physico-chemical analyzes studied for twelve months (**2022**), shows that on the whole, this station does not give satisfactory results, thus showing the non- efficiency of this biological process vis-à-vis -Vis the majority of pollution parameters tested including **COD**, **BOD₅**, **NT**, **NO³⁻**, **NH₄⁺**, Electrical Conductivity and turbidity.

Keywords : Wastewater, purification, Oued Souf, Performance.

ملخص

يعتبر أداء محطة المعالجة هو العامل الرئيسي لتقييم جودة المياه التي يتم تصريفها في البيئات الطبيعية. بالإضافة إلى إزالة التلوث من مياه الصرف الصحي الحضرية، يسمح هذا النظام بتعبئة كمية كبيرة من المياه النقية التي يمكن إعادة استخدامها في العديد من المجالات وفي هذه الحالة الزراعة.

يعتمد عملنا على دراسة تجريبية لأداء تنقية محطة معالجة مياه الصرف الصحي بواسطة البحيرة الهوائية رقم 1 في كوبنين من خلال قياسات معاملات التلوث DCO ، DBO_5 و MES ، (، وغيرها من العوامل التي يمكن أن تؤثر على معالجة مياه الصرف الصحي. من خلال هذه العملية البيولوجية (الرقم الهيدروجيني، ودرجة الحرارة، والتوصيل، ومحتوى الأكسجين) من خلال سلسلة من البيانات من التحليلات الفيزيائية والكيميائية للمياه (الخام والمعالجة) والتأكد لاحقاً ما إذا كانت النتائج التي تم الحصول عليها من هذه التحليلات تتوافق مع معايير مياه الصرف الصحي التي يتم تصريفها في البيئات الطبيعية أم لا.

في ضوء هذا العمل تبين المتابعة التجريبية للتحليلات الفيزيائية والكيميائية التي تمت دراستها لمدة اثني عشر شهراً (2022) أن هذه المحطة بشكل عام لا تعطي نتائج مرضية، مما يدل على عدم فعالية هذه العملية البيولوجية. فيما يتعلق بمعظم معاملات التلوث التي تم اختبارها بما في ذلك، NH_4^+ ، NO_3^- ، NT ، DBO_5 ، DCO التوصيل والتعكر.

الكلمات المفتاحية: مياه الصرف الصحي، التنقية، واد سوف، الأداء.

INTRODUCTION GENERALE

INTRODUCTION GENERALE

L'eau est une ressource naturelle très limitée dans les régions arides et semi-arides. En Algérie, les ressources en eau existantes sont menacées par une pollution causée par les rejets d'eaux urbaines et industrielles dans les milieux récepteurs. Ces rejets peuvent contenir de nombreuses substances, sous forme solide ou dissoute, ainsi que de nombreux microorganismes pathogènes, qui menacent la qualité de l'environnement dans son ensemble. [61] [62]

Le traitement des eaux usées est devenu un impératif et un enjeu social et environnemental incontournable puisqu'un effluent non traité contamine le milieu naturel et celui de l'homme compte tenu des risques sanitaires qu'il présente. La station d'épuration est un ouvrage qui permet de traiter et épurer les eaux polluées afin de minimiser leurs effets néfastes sur l'être humain et l'environnement. [63]

A l'heure actuelle, l'Algérie dispose de 137 stations d'épuration des eaux usées dont le volume d'eau usées traitées est évaluées à 16 millions de mètres cube. La plupart de ces eaux sont traitées par voie biologique dans des stations de lagunage, boues activées, phyto-épurations...etc. [42]

Dans ces stations, les matières polluantes sont dégradées grâce à un phénomène biologique naturel par les micro-organismes contenus dans les eaux usées et maintenus en quantité suffisante dans les stations où ils transforment la pollution en boues que l'on sépare de l'eau par décantation ou par déshydratation. [57]

Dans le cadre de ce travail, nous avons été chargés de mener une étude sur la vérification de la performance de la station d'épuration par lagunage aéré N°1 à Kouinine.

La démarche adoptée est le suivi de la qualité de l'eau usée en amont et en aval de cette station. Des paramètres physico-chimiques (pH, turbidité, DCO, DBO5, PT, NT,...) ont été mesurés à pas de temps mensuel afin de déterminer leur variabilité à l'entrée et la sortie de la station d'épuration.

Dans cette optique notre travail est structuré en quatre chapitres qui sont comme suit :

Le premier chapitre sur la collecte des eaux usées et leur épuration par lagunage ;

Le deuxième chapitre donne une présentation et une description de la station d'épuration à étudier ;

Le troisième chapitre présente les matériels et les méthodes expérimentales utilisées dans cette étude ;

Le quatrième chapitre s'intéresse aux résultats expérimentaux obtenus ainsi que leurs interprétations ;

Enfin nous terminerons par une conclusion générale qui rassemble les principaux résultats

Obtenus et les directives et conseils proposés pour l'amélioration du rendement de la station étudiée.

CHAPITRE I

COLLECTE DES EAUX USEES ET LEUR EPURATION

I.1. Introduction

Dans ce chapitre nous allons donner un aperçu sur les eaux usées, leurs origines et leurs impacts sur l'écosystème, ainsi que les différents paramètres physico-chimiques et biologiques. Ensuite on va décrire les normes de rejet des eaux usées ainsi que les principaux procédés d'épuration en se basant sur le système du traitement des eaux usées par lagunage.

I.2. Définition des eaux usées

Les eaux usées sont des liquides de composition hétérogène, chargées de matières minérales ou organiques, pouvant être en suspension ou en solution, et dont certains peuvent avoir un caractère toxique. Pour éviter la pollution, Elles sont acheminées par un réseau d'assainissement vers une station d'épuration pour y être traitées et si possible réutilisées.[1]

I.3. Origine des eaux usées

L'eau, collectée dans un réseau d'égout, apparaît comme un liquide trouble, généralement grisâtre, contenant des matières en suspension d'origine minérale et organique à des teneurs extrêmement variables. Les eaux usées sont principalement d'origine domestique et pluviale comme elles peuvent contenir des eaux résiduelles industrielles ou agricoles d'extrême diversité.

Suivant l'origine des substances polluantes, on distingue quatre grandes catégories d'eaux usées :

Les eaux domestiques, les eaux industrielles, les eaux pluviales et les eaux agricoles.[2]

I.3.1. Eaux usées domestiques

Elles proviennent des différents usages domestiques de l'eau, des établissements et services résidentiels, elles sont essentiellement porteuses de pollution organique, produites essentiellement par le métabolisme humain et les activités ménagères, ces eaux usées comprennent les eaux ménagères, et des eaux de toilettes (eaux des vannes).

Les eaux ménagères

Les eaux ménagères contiennent des matières en suspensions (terre, sable, déchets, Végétaux et animaux, matières grasses plus ou moins émulsionnées, fibres diverses) et des matières dissout (sels minéraux et substances organiques déverses)

Les eaux vannes

Les eaux vannes contiennent des matières minérales, de la cellulose, des lipides, des protides de l'urée, de l'acide urique, des aminoacides, des acides gras, des alcools, des glucides. [3]

I.3.2. Eaux usées industrielles

Elles sont très différentes des eaux usées domestiques. Leurs caractéristiques varient d'une industrie à l'autre. En plus des matières organiques, azotées ou phosphorées, elles sont chargées en différentes substances chimiques organiques et métalliques. Selon leur origine industrielle elles peuvent

également contenir :

- Des graisses (industries agroalimentaires, équarrissage) ;
- Des hydrocarbures (raffineries) ;
- Des métaux (traitements de surface, métallurgie) ;
- Des acides, des bases et divers produits chimiques (industries chimiques divers, tanneries);
- De l'eau chaude (circuit de refroidissement des centrales thermiques) ;
- Des matières radioactives (centrales nucléaires, traitement des déchets radioactifs).

Avant d'être rejetées dans les réseaux de collecte, les eaux usées industrielles doivent faire l'objet d'un traitement. Elles ne sont mélangées aux eaux domestiques que lorsqu'elles ne présentent plus de danger pour les réseaux de collecte et ne perturbent pas le fonctionnement des stations d'épurations.

[4]

I.3.3. Eaux agricoles

L'agriculture est une source de pollution des eaux non négligeable, car elle apporte les engrais et les pesticides. Elle est la cause essentielle des pollutions diffuses. Les eaux agricoles issues des terres cultivées chargés d'engrais nitrates et phosphates, non retenus par le sol et non assimilés par les plantes, conduisent par ruissellement à un enrichissement en matières azotées et/ou phosphatées des nappes superficielles, des cours d'eau et des retenues. [5]

I.3.4. Eaux pluviales

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

- ✚ Le lessivage des sols et des surfaces imperméabilisées. Les déchets solides ou liquides déposés, par temps sec, sur ces surfaces, sont entraînés dans le réseau d'assainissement par les premières précipitations qui se produisent.
- ✚ La remise en suspension des dépôts des collecteurs. Par temps sec, l'écoulement des eaux usées dans les collecteurs du réseau est lent, ce qui favorise le dépôt des matières décantables. Lors d'une précipitation, le flux d'eau, le plus important permet la remise en suspension de ces dépôts. [6]

I.4. Systèmes d'évacuation des eaux usées

Il existe en assainissement plusieurs systèmes applicables selon l'importance et la densité de l'agglomération. Collectif. [7]

I.4.1. Le système collectif

I.4.1.1. Le système unitaire

Réseau dans lequel les eaux pluviales et les eaux usées sont évacuées dans la même conduite.



Figure I.01: Schéma explicatif du réseau unitaire

I.4.1.2. Le système séparatif

Il consiste à affecter un réseau à l'évacuation des eaux usées domestiques (eaux vannes et eaux ménagères) et, avec des réserves, certains effluents industriels, alors que l'évacuation de toutes les eaux pluviales est assurée par un autre réseau. [8]

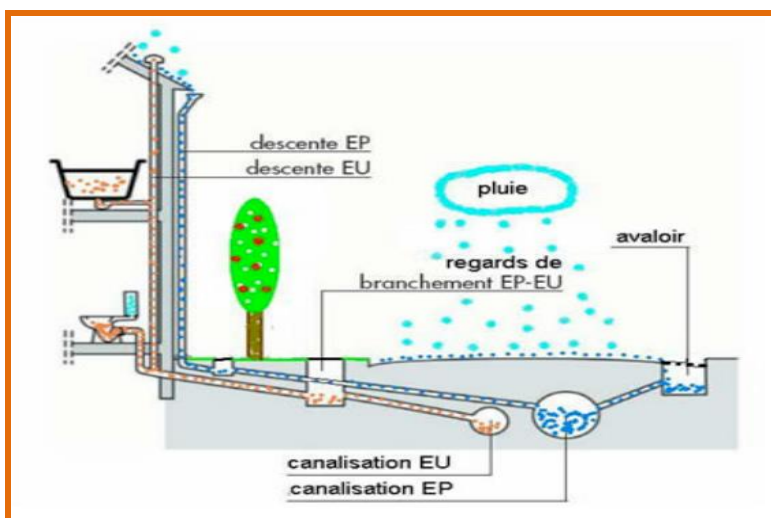


Figure I.02 : Schéma explicatif du réseau séparatif

I.4.1.3. Le système pseudo-séparatif

C'est un système séparatif modifié qui permet d'admettre dans le réseau d'eaux usées des concessions d'eaux de ruissellement provenant des toitures, des cours, des jardins et des eaux domestiques. Par contre les eaux de ruissellement des voies publiques et espaces libres sont évacuées séparément dans un réseau pluvial. [7]

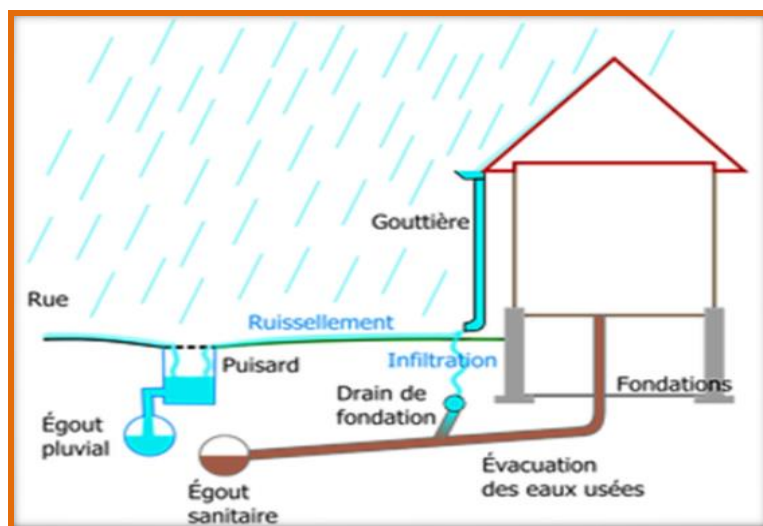


Figure I.03 : Schéma explicatif du réseau pseudo-séparatif

I.4.2. Système autonome

L'assainissement autonome des habitations, voire des locaux d'activités isolés concerne les dispositifs à mettre en œuvre pour le traitement et l'élimination des eaux usées domestiques qui ne peuvent être évacuées par un système d'assainissement collectif. Il a pour objectif d'assurer l'épuration des eaux usées par le sol, sous des modes compatibles avec des exigences de la santé publique et de l'environnement. [7]

I.4.3. Les systèmes mixtes

On appelle communément système mixte, un réseau constitué suivant les zones en partie d'un système unitaire et d'un système séparatif. [8]

I.5. Pollution de l'eau usée

I.5.1. Définition

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, inconfort divers, risques sanitaires, etc.) et qui se répercute, à court ou à long terme, sur notre organisme à travers, la chaîne alimentaire de laquelle nous dépendons. [9]

I.5.2. Pollution physique

Résultat de la présence dans l'eau de particules ou de déchets, en suspension, capables de colmater le lit d'un cours d'eau (cas des eaux provenant par exemple des mines, d'usines de défibrage de bois, de tanneries). [10]

I.5.3. Pollution mécanique

Elle résulte des décharges de déchets et de particules solides apportés par les eaux résiduaires industrielles, ainsi que les eaux de ruissellement. Ces polluants sont soit les éléments grossiers soit du sable ou bien les matières en suspension MES. [11]

I.5.4. Pollution thermique

Les eaux rejetées par les usines utilisant un circuit de refroidissement de certaines installations (centrales thermiques, nucléaires, raffineries, aciéries.), l'élévation de température qu'elle induit diminue la teneur en oxygène dissous. Elle accélère la biodégradation et la prolifération des germes. Il se trouve qu'à charge égale, un accroissement de température favorise les effets néfastes de la pollution. [11]

I.5.5. Pollution radioactive

La pollution des eaux par des substances radioactive pose un problème de plus en plus grave, elle a un effet direct sur les peuplements aquatiques en raison de la toxicité propre de ses éléments, et des propriétés cancérogènes et mutagènes de ses rayonnements.

I.5.6. Pollution chimique

Elle résulte des rejets chimiques, essentiellement d'origine industrielle, domestique et agricole. La pollution chimique des eaux est regroupée dans deux catégories:

I.5.7. Pollution organique

C'est les effluents chargés de matières organiques fermentescibles (biodégradables), fournis par les industries alimentaires et agroalimentaires (laiteries, abattoirs, sucreries...), et par les effluents domestique (déjections humaines, graisses,...etc.). Les polluants organiques ce sont principalement les détergents, les pesticides et les hydrocarbures.

I.5.8. Pollution minérale

La pollution minérale des eaux peut provoquer le dérèglement de la croissance végétale ou trouble physiologique chez les animaux. Le polluant minéral ce sont principalement les métaux lourds et les éléments minéraux nutritifs. [12]

I.5.9. 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.[13]

I.5.9.1. Virus

Ce sont des organismes infectieux de très petite taille (10 à 350 nm) qui se reproduisent en infectant un organisme hôte. Les virus ne sont pas naturellement présents dans l'intestin, contrairement aux bactéries. Ils sont présents soit intentionnellement (après une vaccination contre la poliomyélite, par exemple), soit chez un individu infecté accidentellement.

L'infection se produit par l'ingestion dans la majorité des cas, sauf pour le coronavirus où elle peut aussi avoir lieu par inhalation. [14]

On estime leur concentration dans les eaux usées urbaines comprise entre 10^3 et 10^4 particules par litre. Leur isolement et leur dénombrement dans les eaux usées sont difficiles, ce qui conduit vraisemblablement à une sous-estimation de leur nombre réel.

Les virus entériques sont ceux qui se multiplient dans le trajet intestinal, parmi les virus entériques humains les plus importants, il faut citer les entérovirus (exemple : polio), les rota virus, les rétrovirus, les adénovirus et le virus de l'Hépatite. [15]

I.5.9.2. Bactéries

Les bactéries sont des organismes unicellulaires simples et sans noyau. Leur taille est comprise entre 0,1 et 10 μm . La quantité moyenne de bactéries dans les fèces est d'environ 1012 bactéries/g. [15]

Les eaux usées urbaines contiennent environ 10^6 à 10^7 bactéries/100 ml dont 10^5 proteus et entérobactéries, 10^3 à 10^4 streptocoques et 10^2 à 10^3 clostridiums. Parmi les plus communément rencontrées, on trouve les salmonelles dont on connaît plusieurs centaines de séro types différents, dont ceux responsables de la typhoïde, des paratyphoïdes et des troubles intestinaux. Des germes témoins de contamination fécale sont communément utilisés pour contrôler la qualité relative d'une eau ce sont les coliformes thermos tolérants. [16]

I.5.9.3. Protozoaires

Les protozoaires sont des organismes unicellulaires munis d'un noyau, plus complexes et plus gros que les bactéries. La plupart des protozoaires pathogènes sont des organismes parasites, c'est-à-dire qu'ils se développent aux dépens de leur hôte.

Certains protozoaires adoptent au cours de leur cycle de vie une forme de résistance, appelée kyste. Cette forme peut résister généralement aux procédés de traitements des eaux usées. [13]

Parmi les protozoaires les plus importants du point de vue sanitaire, il faut citer Entamoebahistoltytica, responsable de la dysenterie amibienne et giardialamblia. [15]

I.6. Composition des eaux usées

La composition des eaux usées, est extrêmement variable en fonction de leur origine. Elles peuvent contenir de nombreuses substances, sous forme solide ou dissoute ,ainsi que de nombreux microorganismes. En fonction de leurs caractéristiques physiques chimiques, biologiques et du danger

sanitaire qu'elles représentent, ces substances peuvent être classées en quatre groupes : les matières en suspension, les micro-organismes, les éléments traces minéraux ou organiques, et les substances nutritives. [17]

I.7. Effet de la pollution des eaux usées sur l'environnement et la santé

Tableau I.01 : L'impact de la pollution des eaux usées sur la santé et l'environnement [18]

Polluants	Effets environnementaux	Effets sanitaires
Les matières en suspension	- Eaux plus troubles: perturbe la photosynthèse, la respiration des poissons et colmate les milieux aquatiques.	- Transportent des polluants ; ce qui augmente les risques d'absorption de substances toxiques par l'organisme.
Pollution organique	- Asphyxie du milieu par consommation de l'oxygène dissous, mort des poissons. - Stimulation de la production végétale (eutrophisation) et accumulation de boues. - Faiblement biodégradable.	- Favorise le développement d'organismes pathogènes pour l'Homme.
Azote (nitrates, nitrites), Phosphore	- Eutrophisation des milieux aquatiques par excès de matières nutritives pour les végétaux (algues) et conduisant à l'asphyxie des milieux. - Toxicité de l'ammoniaque et des nitrites pour la faune aquatique.	- Nitrates : empoisonnement du sang chez les nourrissons par blocage de l'hémoglobine interdisant le transport de l'oxygène (maladie bleue). - Nitrites : cancers à long terme chez les adultes (même à faible concentration) si associés à certains pesticides.
Métaux	Non biodégradables, bioaccumulables	- Troubles respiratoires, digestifs, nerveux ou cutanés. - Arsenic, Nickel et Chrome sont également considérés comme cancérigènes.
Pesticides	- Substances très dangereuses pour les milieux aquatiques. - Polluants organiques persistants. - S'adsorbent sur les matières en suspension et s'accumulent dans certains compartiments (sédiments, matières organiques, chaîne alimentaire).	- Les plus toxiques : les insecticides. - Effets reprotoxiques (malformations, stérilité, troubles de la reproduction), mutagènes et cancérigènes.

I.8. Normes de rejet des eaux usées

Les eaux usées se caractérisent par des paramètres physico-chimiques et bactériologiques, qui permettent de déterminer leur éventuelle origine et de connaître l'importance de leur charge polluante. Avant qu'elles ne soient rejetées dans le milieu naturel et ne le dégradent, elles doivent impérativement obéir à des normes établies pour protéger les milieux récepteurs contre la pollution. Pour cela, elles sont acheminées vers une station d'épuration où elles subissent plusieurs phases de traitement. [19]

I.8.1. Normes de l'OMS

L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) est considérée comme la plus haute autorité dans le domaine de la santé et donne des recommandations au niveau mondial. Elle propose des normes sanitaires depuis des décennies et elle est en passe de les modifier pour les rendre plus sévères et diminuer les risques sanitaires. Ces normes sont destinées à une utilisation internationale et sont adaptées aux pays en voie de développement. [19]

Tableau I.02 : Normes de rejet des eaux usées (OMS).

Caractéristiques	Normes	Unités
PH	6,5-8,5	-
Température	< 30	°C
DBO ₅	< 30	mg/l
DCO	< 90	mg/l
MES	< 20	mg/l
NH ₄	< 0,5	mg/l
NO ₂	1	mg/l
NO ₃	< 1	mg/l
P ₂ O ₅	< 2	mg/l
Couleur	Incolore	-
Odeur	Incolore	-

I.8.2 Normes européennes

Une directive européenne relative aux eaux urbaines résiduaires a été adoptée par le Conseil des Ministres de la Commission Economique Européenne le 21 mai 1991. Cette directive réglemente les niveaux des rejets des stations d'épuration des eaux usées urbaines.

Tableau I.03 : Normes européennes de rejet des eaux usées.

Caractéristiques	Normes	Unités
PH	5,5 < pH < 9,5	-
Température	< 30°C, un écart de 5°C est toléré	°C
DBO5	25	mg/l
DCO	125	mg/l
MES	35	mg/l
Azote	15 mg/l pour une charge brute de pollution entre 600 et 6 000 kg/jour et 10 mg/l pour une charge brute de pollution > 6000 kg/jour.	mg/l
Phosphore	2 mg/l pour une charge brute de pollution entre 600 et 6 000 kg/jour 1 mg/l pour une charge brute de pollution > 6000 kg/jour.	mg/l
Plomb	0,1	g/l
Hydrocarbures totaux	5	g/jour
Composées phénoliques	5	g/jour

I.8.3 Normes algériennes

Selon les normes Algériennes les valeurs limites maximales de rejet d'effluents sont regroupées dans le tableau I.04.

Tableau I.04 : Les valeurs limitent des paramètres de rejet dans un milieu récepteur
(Journal Officiel de la République Algérienne, 2006)

PARAMETRES	VALEURS LIMITES	UNITES
Température	30	C°
pH	6,5 à 8,5	-
MES	30	mg /l
DBO5	30	mg /l
DCO	90	mg /l
Azote	30	mg /l
Phosphates	02	mg /l
Phosphore total	10	mg /l
Cyanures	0,5	mg /l

Aluminium	20	mg /l
Cadmium	0.05	mg /l
Fer	20	mg /l
Manganèse	10	mg /l
Mercure total	0.01	mg /l
Nickel total	02	mg /l
Plomb total	10	mg /l
Cuivre total	05	mg /l
Zinc total	10	mg /l
Huiles et Grasses	20	mg /l
Hydro carbures totaux	20	mg /l
Indice phénols	0,3	mg /l
Fluor et composés	15	mg /l
Etain total	02	mg /l
Composés organiques chlorés	05	mg /l
² Chrome total	01	mg /l
(*) Chrome III+	03	mg /l
(*) Chrome VI+	0.1	mg /l
(*) Solvants organiques	20	mg /l
(*) Chlore actif	1,0	mg /l
(*) PCB	0,001	mg /l
(*) Détergents	2	mg /l

I.9. Epuration des eaux usées

I.9.1. Stations d'épuration (STEP)

Les stations d'épuration sont des usines de dépollution qui permet à partir des différentes méthodes et technique successive d'éliminer à la fois la pollution carbonée, l'azote et le phosphate. Ces usine sont dimensionnées pour traiter les eaux usées qu'elles soient d'origines industrielles ou qu'elles proviennent des activités quotidiennes de l'homme afin d'éviter la pollution de l'environnement et la transmission des maladies hydriques et assure un rejet conforme aux normes des rejets des eaux usées urbaines. [20]

I.9.2. Paramètres du choix d'une technologie de traitement des eaux usées

Les paramètres essentiels qui doivent être pris en compte pour le choix d'une technologie de traitement doivent tenir compte :

- Des exigences du milieu récepteur.
- Des caractéristiques des eaux usées, (demande biochimique en oxygène, demande chimique en oxygène, matières en suspension...etc.).
- Des conditions climatiques (température, évaporation, vent, etc.).
- De la disponibilité du site.
- Des conditions économiques (coût de réalisation et d'exploitation).
- Des facilités d'exploitations, de gestion et d'entretien. [21]

I.9.3. Les procédés d'épuration

Trois niveaux principaux de traitements sont définis : les prétraitements, le traitement primaire et le traitement secondaire. Dans certains cas, des traitements tertiaires sont nécessaires, notamment lorsque l'eau épurée doit être rejetée en milieu particulièrement sensible.

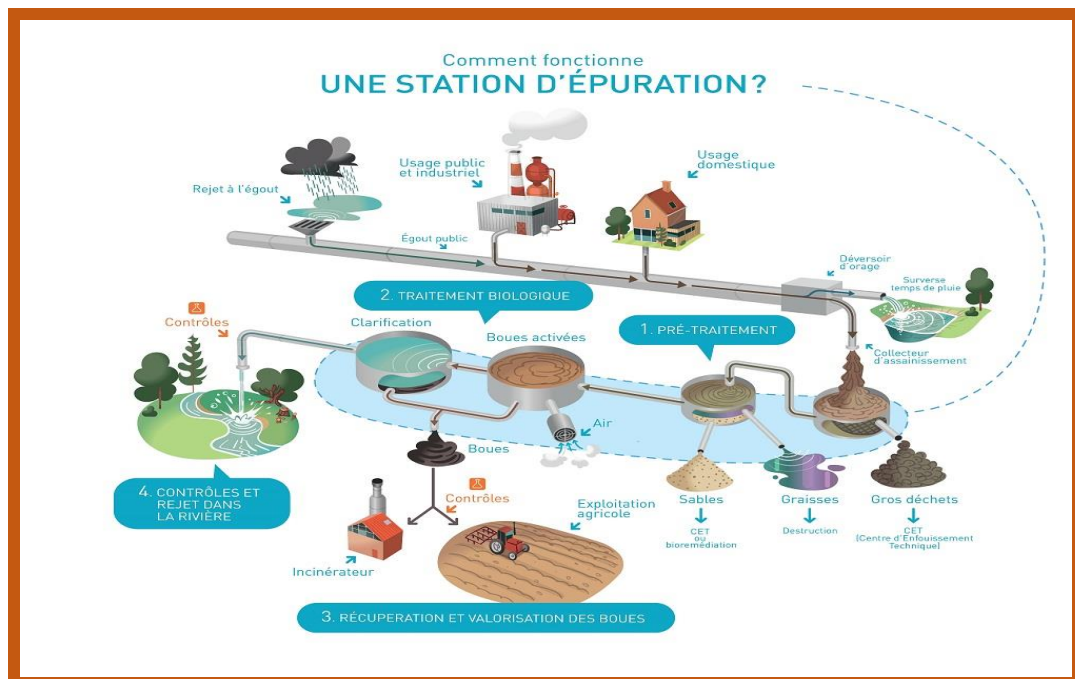


Figure I.04 : Schéma de fonctionnement d'une station d'épuration

I.9.3.1 Prétraitements

Les effluents doivent subir avant le traitement proprement dit, un prétraitement comportant un certain nombre d'opération à caractère physique ou mécanique. Le but est dans ce cas d'extraire et d'éliminer de l'eau les éléments solides en suspension ou en flottation et qui pourraient constituer un gêne pour les traitements ultérieurs. Parmi ces méthodes de séparation les plus courantes sont : le dégrillage, le dessablage, le dégraissage également appelé déshuilage.

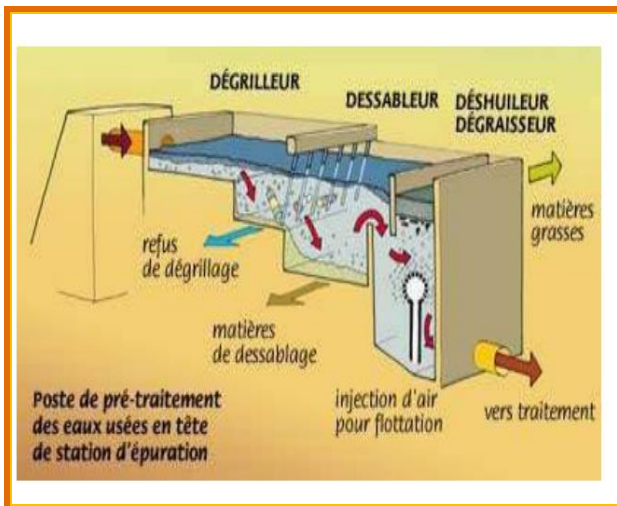


Figure I.05 : prétraitements des eaux usées



Photo I.01 : prétraitements des eaux usées

I.9.3.1.1 Le dégrillage

Le dégrillage, premier poste de traitement, indispensable aussi bien en eau de surface qu'en eau résiduaire, permet :

- De protéger des équipements électromécaniques et les ouvrages aval contre l'arrivée de gros objets susceptibles de provoquer des bouchages dans les différentes unités de l'installation,
- De séparer et d'évacuer facilement les matières volumineuses charriées par l'eau brute, qui pourraient nuire à l'efficacité des traitements suivants, ou en compliquer l'exécution. [22]

L'opération est plus ou moins efficace, en fonction de l'écartement entre les barreaux de grille, on peut distinguer :

- Pré-dégrillage : pour grille à barreaux espacés de 30 à 100 mm;
- Dégrillage moyen : pour grille à barreaux espacés de 10 à 25 mm;
- Dégrillage fin : pour grille à barreaux espacés de 3 à 10 mm;
- Tamisage : pour tamis à orifices de 0,3 à 5 mm. [23]

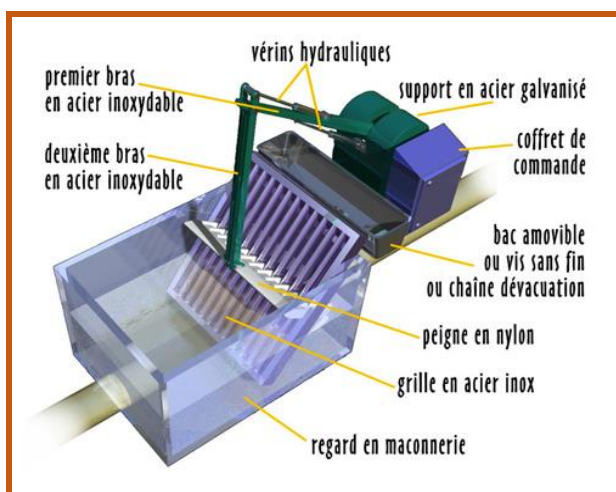


Figure I.06 : Schéma d'un Dégrilleur



Photo I.02 : Schéma d'un Dégrilleur

I.9.3.1.2. Dessablage

Le dessablage a pour but d'extraire des eaux brutes, les graviers, sables et particules minérales plus ou moins fines, de façon à éviter les dépôts dans les canaux et conduits, à protéger les pompes et autres appareils contre l'abrasion, à éviter de perturber les stades de traitement suivants le domaine usuel du dessablage porte sur les particules de granulométrie égale ou supérieure à 200 mm ; une granulométrie inférieure est en général du ressort du débouage ou de la décantation. [22]

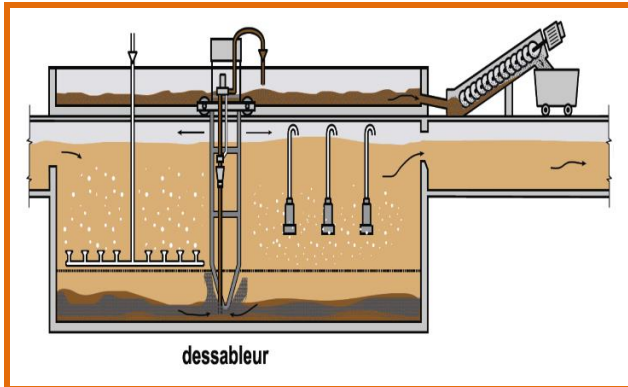


Figure I.07 : schéma d'un dessableur



Photo I.03 : schéma d'un dessableur

I.9.3.1.3. Dégraissage –désuilage

C'est généralement le principe de la flottation qui est utilisé pour l'élimination des huiles. Son principe est basé sur l'injection de fines bulles d'air dans le bassin de désuilage, permettant de faire remonter rapidement les graisses en surface (les graisses sont hydrophobes). Leur élimination se fait ensuite par raclage de la surface. Il est important de limiter au maximum la quantité de graisse dans les ouvrages en aval pour éviter par exemple un encrassement des ouvrages, notamment des canalisations. [24]



Figure I.08 : schéma d'un dégraisseur



Photo I.04 : schéma d'un dégraisseur

I.9.3.2. Traitement primaire

Le traitement primaire consiste en une simple décantation. Elle permet d'alléger les traitements biologiques et physico-chimiques ultérieurs, en éliminant une partie des solides en suspension.

L'efficacité du traitement dépend du temps de séjour et de la vitesse ascensionnelle (qui s'oppose à la décantation).[25]

I.9.3.2.1 Décantation primaire

La décantation primaire a pour objet de parfaire la qualité des prétraitements notamment par la capture des matières en suspension (MES) naturellement décantables et par élimination poussée des flottants (huile et graisse).

Elle permet d'alléger les traitements biologiques et physico-chimiques ultérieurs, en éliminant une partie des solides en suspension. L'efficacité du traitement dépend du temps de séjour et de la vitesse ascensionnelle (qui s'oppose à la décantation). La décantation primaire permet d'éliminer, pour une vitesse ascensionnelle de 1.2 m/h, 40 à 60% des MES, soit 40% de matière organique, 10 à 30% des virus. [22]

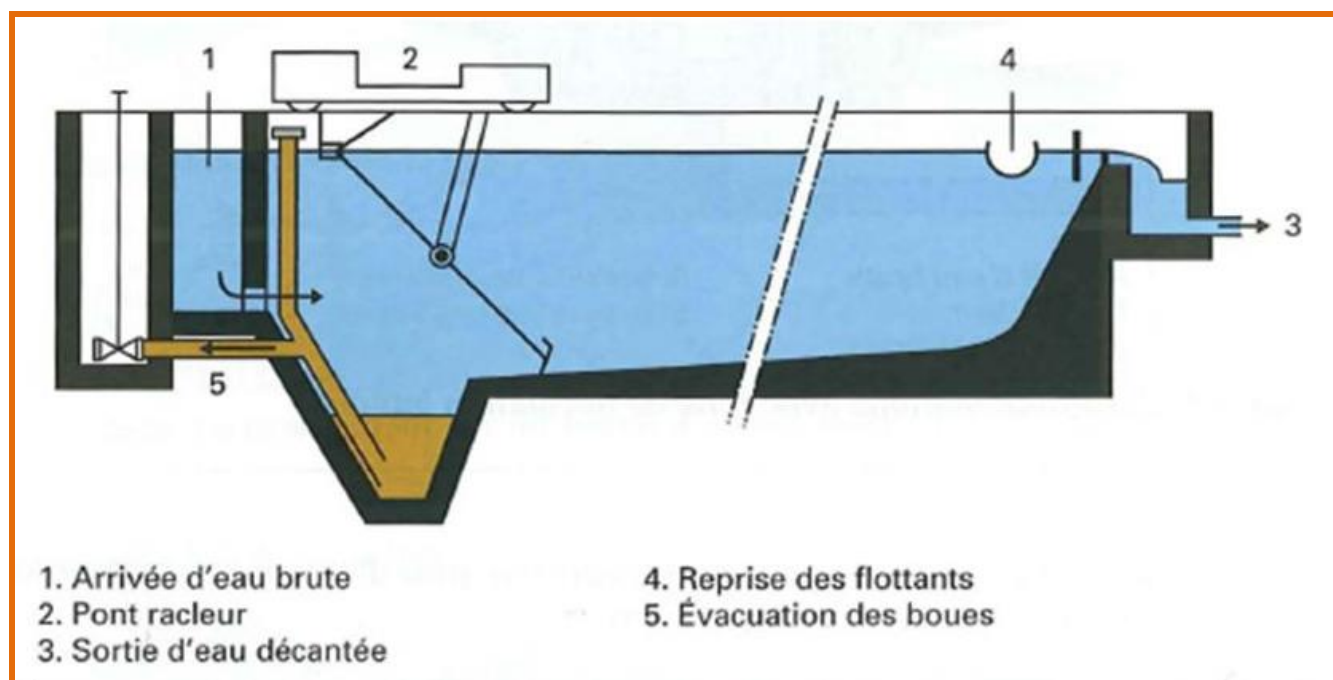


Figure I.09 : schéma d'un décanteur primaire

Il existe plusieurs types de décantation :

a) Décantation physique (naturelle)

La décantation est utilisée dans pratiquement toutes les usines d'épuration et de traitement des eaux, c'est un procédé de séparation des matières en suspension et des colloïdes rassemblés en floc dont la densité est supérieure à celle de l'eau ; elle s'effectue selon un processus dynamique, en assurant la séparation des deux phases solide-liquide de façon continue. Les particules décantées s'accumulent au fond du bassin, d'où on les extrait périodiquement. L'eau récoltée en surface est dite clarifiée. Elle est dirigée vers un autre stade d'épuration. [26]

b) Décantation physico-chimique

Si les particules sont très fines (colloïdales), ils peuvent rester en suspension dans l'eau très longtemps, ces dernières n'ont pas tendance à s'accrocher les unes aux autres. Pour les éliminer, on a recours aux procédés de coagulation et de floculation qui ont pour but de déstabiliser les particules en suspension et faciliter leur agglomération. Par l'injection des réactifs tels que : (le sulfate d'alumine, le sulfate ferrique) pour coagulation et pour la floculation

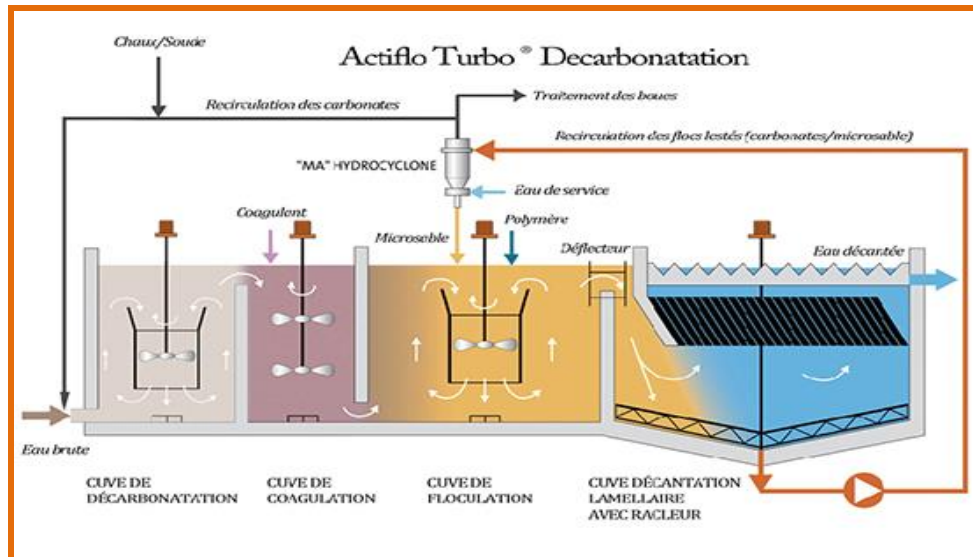


Figure I.10 : schéma d'un Décantation physico-chimique

I.9.3.3. Traitement biologique (traitement secondaire)

Le traitement biologique des eaux usées est le procédé qui permet la dégradation des polluants grâce à l'action de micro-organismes. Ils vont permettre ainsi d'éliminer la pollution soluble Biodégradable et une partie des MES. [27]

Ce processus existe spontanément dans les milieux naturels tels que les eaux superficielles suffisamment aérées. Une multitude d'organismes est associée à cette dégradation selon différents cycles de transformation. Parmi ces organismes, on trouve généralement des bactéries, des algues, des champignons et des protozoaires. Cette microflore, extrêmement riche, peut s'adapter à divers types de polluants qu'elle consomme sous forme de nourriture (substrats). Il est ainsi possible d'utiliser systématiquement cette microflore dans un processus contrôlé pour réaliser l'épuration des eaux résiduaires.

L'épuration biologique peut s'effectuer par voie aérobie ou anaérobie. Dans les deux cas, ce sont des microorganismes adaptés au procédé qui se multiplient en absorbant la pollution organique.

I.9.3.3.1. Procédé biologique intensifs

Les techniques les plus développées au niveau des stations d'épuration urbaines sont des procédés biologiques intensifs. Le principe de ces procédés est de localiser sur des surfaces réduites et d'intensifier les phénomènes de transformation et de destruction des matières organiques que l'on peut observer dans le milieu naturel. Trois grands types de procédés sont utilisés :

- les lits bactériens ;
- les disques biologiques ;
- les boues activées.

a) Lits bactériens

Le principe de fonctionnement d'un lit bactérien consiste à faire ruisseler les eaux usées, préalablement décantées sur une masse de matériaux poreux ou caverneux qui sert de support aux micro-organismes (bactéries) épurateurs qui forment un feutrage ou un film plus moins épais, sous lequel une couche anaérobie peut se développer la couche aérobie, si son épaisseur est importante (**Figure 11**). Les eaux à traiter ruissellent à la surface de la pellicule biologique qui prolifère sur le support, celles-ci renferment une forte concentration de bactéries et de champignons.

Ces organismes absorbent et métabolisent la matière organique de l'effluent, s'appauvrissent progressivement au cours de son trajet [28]

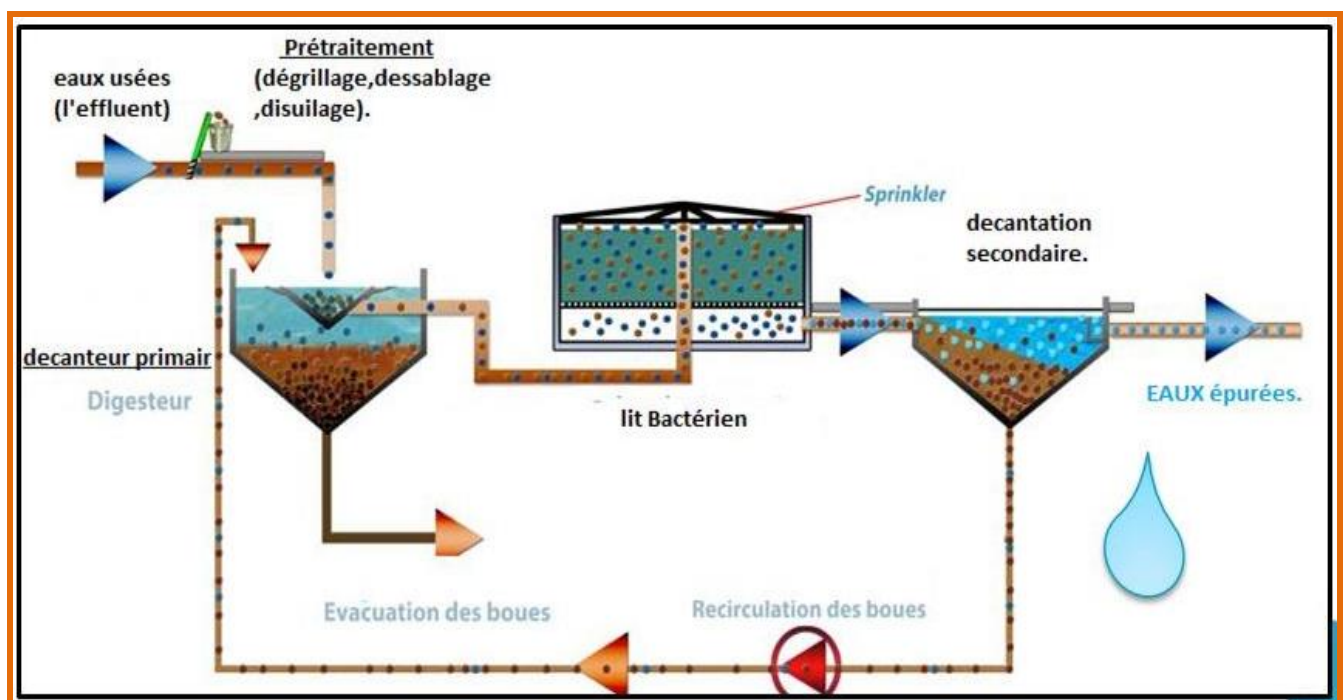


Figure I.11: Schéma d'un procédé de lit bactérie

b) Disques biologiques

Les micro-organismes se développent et forment un film biologique épurateur à la surface des disques minces en plastique montés sur un axe horizontal. Les disques étant semi émergés (environ 40% de la surface des disques), leur rotation permet alternativement l'oxygénation de la biomasse fixée et la dégradation de pollution [29, 30].

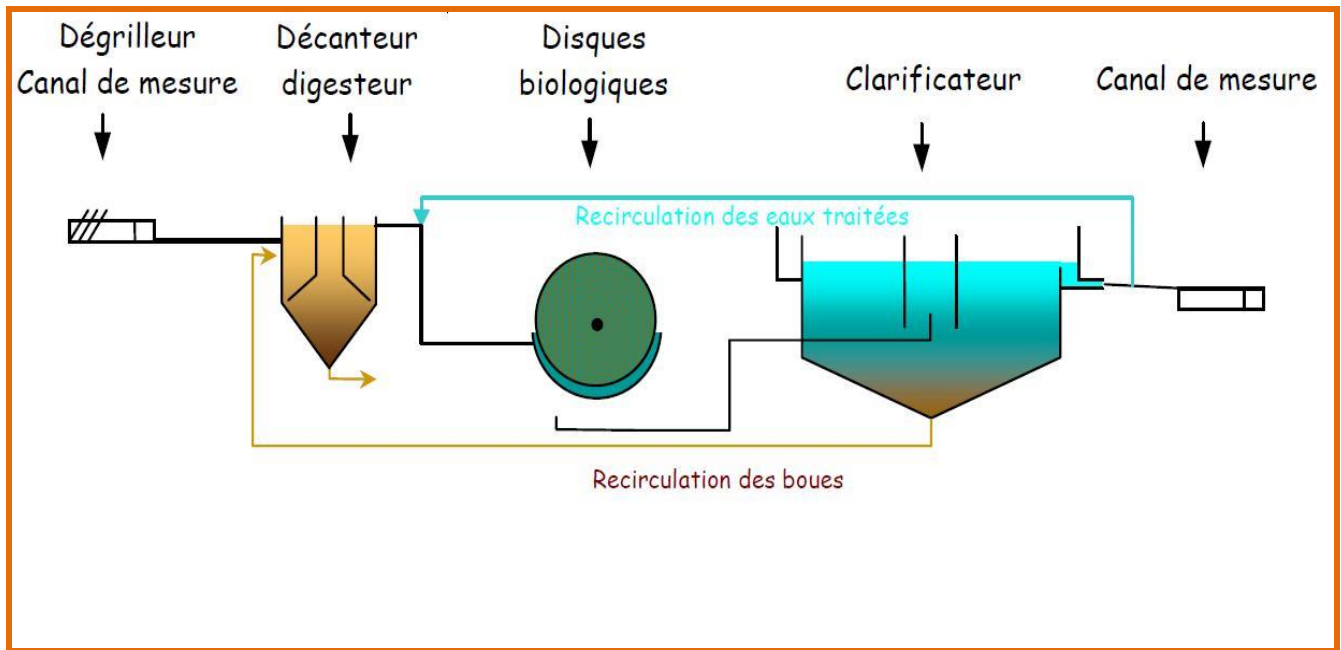


Figure I.12: Schéma du traitement par disque biologique

c) Boues activées

C'est le procédé le plus répandu actuellement pour l'épuration des eaux résiduaires urbaines des petites, moyennes ou grandes collectivités. Le procédé à boues activées est un système en continu dans lequel des micro-organismes sont mis en contact avec des eaux usées renfermant des matières biodégradables pendant un temps suffisant. Ces amas biologiques sont maintenus en agitation au sein de l'eau de façon à assurer un contact avec toute la partie de l'effluent. L'oxygénation est fournie en quantités suffisantes par des aérateurs [31] [32]

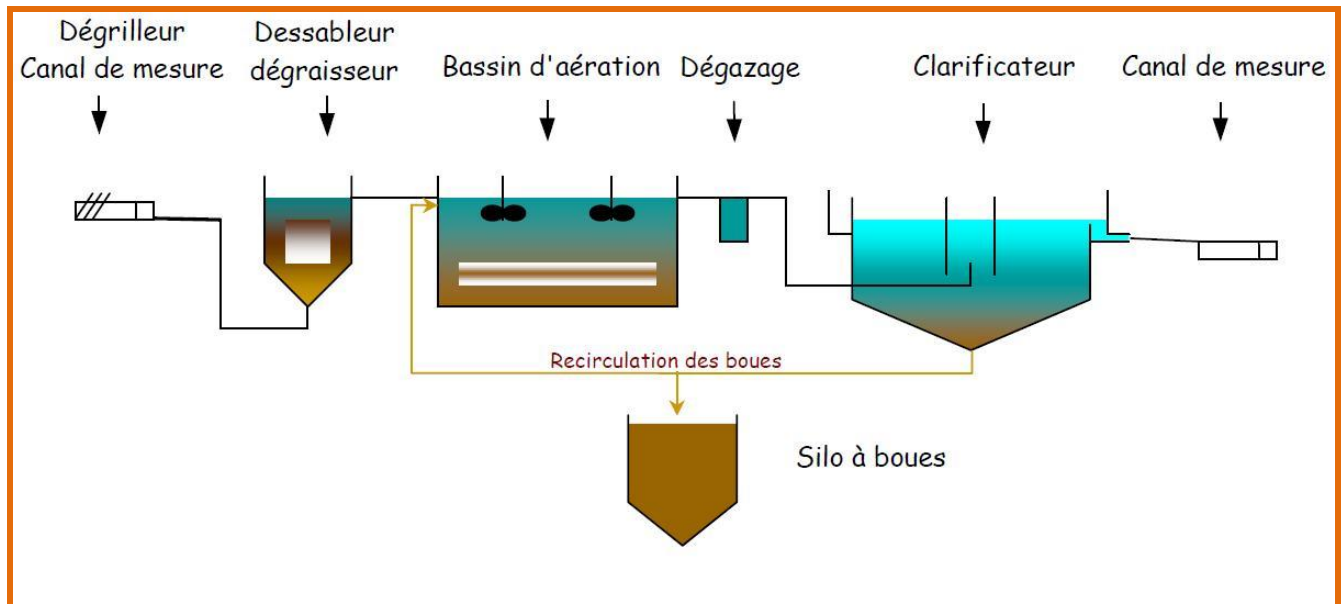


Figure I.13: Traitement biologique par boues activées

Ainsi, dans le bassin d'aération, en présence d'oxygène, les micro-organismes vont se développer et se reproduire aux dépens des matières biodégradables formant ainsi des flocons décantables, orientés par la suite vers un clarificateur [32].

A la sortie une eau traitée et des boues seront produites, une partie de ces boues sera expédiée vers les organes de traitement de boues et l'autre partie réintroduite dans l'aérateur. [33]

I.9.3.3.2. Procédé biologique extensif

Ils reposent sur les phénomènes de l'autoépuration naturelle et ils demandent une faible énergie mais nécessitent, en revanche, de grandes superficies et de longs séjours des eaux usées. Du point de vue économique, ils sont moins coûteux .

Ce sont le lagunage, l'épandage:

I.9.3.3.2.1. Epuration par lagunage

Le lagunage est un système biologique d'épuration, qui consiste à déverser les eaux usées dans plusieurs bassins successifs de faible profondeur, où des phénomènes naturels de dégradation font intervenir la biomasse qui transforme la matière organique. La matière polluante, soustraite aux eaux usées, se retrouve en grande partie dans la végétation et les sédiments accumulés, et en faible partie dans l'atmosphère sous forme de méthane et d'azote gazeux.

Le traitement par lagunage est constitué d'une série de bassins artificiels, ou étangs ,formés de digues, imperméabilisés, dans lesquels les eaux usées déversées et passent successivement et naturellement d'un bassin à l'autre, par gravitation, pendant un long temps de séjour. Différents assemblages de ces bassins sont possible en fonction de divers paramètres, tels que les conditions locales, les exigences sur la qualité de l'effluent final et le débit à traiter.

Ces bassins fonctionnent comme des écosystèmes avec des relations de symbiose entre les différentes populations composées des bactéries, de champignons, de protozoaires, les algues, de poissons, de plantes, etc.

Ces différents organismes interviennent afin d'éliminer la charge polluante contenue dans l'eau usée [34]

Le Lagunage naturel

Le processus d'épuration par lagunage naturel repose sur la multiplication de bactéries nécessitant la présence d'oxygène. L'apport d'oxygène se fait par photosynthèse de micro-algues qui se développent dans les bassins. Après un prétraitement (dégrilleur, piège à boues), les effluents transitent dans plusieurs bassins étanches (lagunes) de faible profondeur, disposés les uns après les autres. L'épuration est ainsi assurée grâce à un long temps de séjour des effluents dans ces bassins. Les matières solides les plus lourdes décantent dans le fond des bassins et sont transformées par des micro-organismes [35]

Dans un premier bassin, des bactéries interviennent pour éliminer les déchets (la matière organique) et les transformer en sels minéraux et en gaz. Par la suite, dans un deuxième bassin, ces produits sont récupérés par les plantes pour permettre leur développement. Celles-ci vont alors produire de l'oxygène (par la photosynthèse). Les micro-algues (phytoplancton) seront consommées dans les derniers bassins par le zooplancton (animaux microscopiques). A la fin de cette étape (80 jours environ après l'entrée dans le premier bassin), les eaux sont aptes à être rejetées dans le milieu naturel. [36]

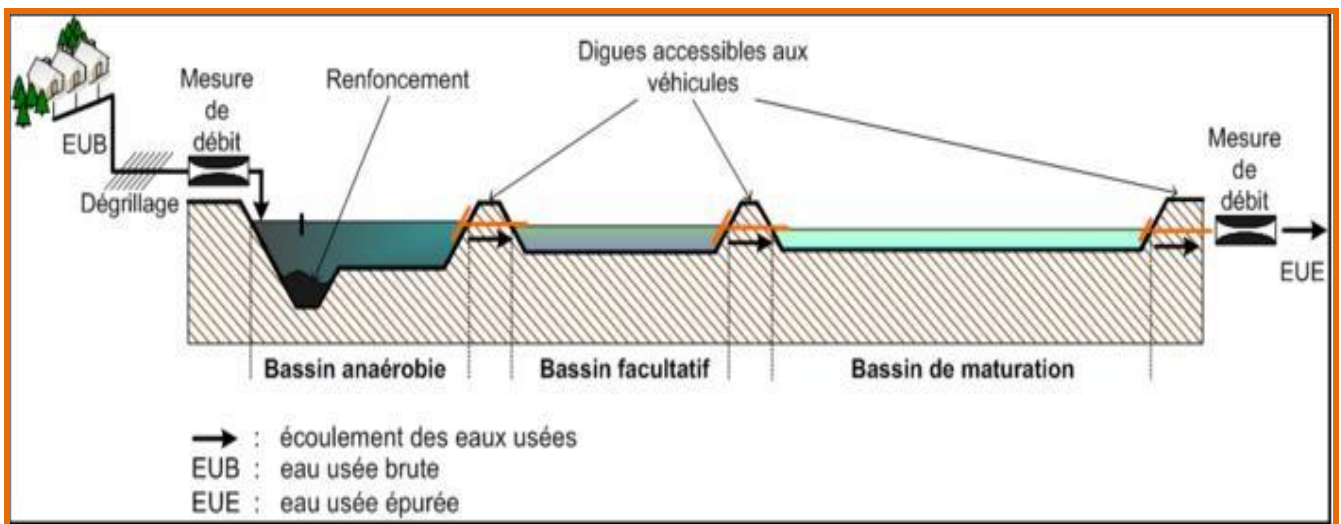


Figure I.14: Schéma du traitement biologique par lagunage naturel



Photo I.05: Lagunage naturel. [37]

Le lagunage aéré

Le lagunage aéré est un procédé de traitement biologique principalement aérobie, en cultures libres qui se différencie des boues activées par l'absence de recirculation de la culture bactérienne séparée par décantation avant rejet des eaux traitées.

L'oxygénation dans le cas du lagunage aéré est apportée mécaniquement par un aérateur de surface ou une insufflation d'air. On réduit les volumes nécessaires mais on peut accroître la profondeur de la lagune. La concentration en bactéries est plus importante qu'en lagunage naturel [38].

En toute logique la puissance de l'aérateur devrait être telle que le brassage du bassin soit efficace (pour des turbines de surface : 20 à 30 W/m³). Presque systématiquement sur les installations existantes, la puissance installée ne permet pas un brassage de la totalité du bassin (puissance installée 5 à 10 W/m³ pour assurer les seuls besoins en oxygène) la sédimentation des MES reste possible, on retrouve des conditions d'anaérobiose au fond de l'ouvrage. [39].

Pour les installations de faible taille, le traitement secondaire se compose généralement de deux lagunes.

1) La lagune d'aération

Dans laquelle se réalisent l'aération, la croissance et la stabilisation partielle de la culture bactérienne et l'essentiel de l'attaque de la charge biodégradable.

2) La lagune de décantation

Dans laquelle les matières décantables (qui forment les boues) se séparent physiquement de l'eau épurée.



Photo I.06: Lagunage aéré. [40]



Photo I.07: Lagunage aéré avec aérateurs de surface. [40]

Avantages Techniques

Ce procédé est particulièrement tolérant à de très nombreux facteurs qui engendrent, en général, de très sérieux dysfonctionnements dans les procédés d'épuration classiques :

- Variation de charges hydrauliques et/ou organiques importantes ;
- Effluents très concentrés ;
- Effluents déséquilibrés en nutriments (cause de foisonnement filamenteux en boues activées) ;
- Traitements conjoints d'effluents domestiques et industriels biodégradables ;
- Bonne intégration paysagère ;
- Boues stabilisées ;
- Curage des boues tous les deux ans. [40]

Inconvénients Techniques

Ce procédé de traitement présente les principaux inconvénients suivants :

- Rejet d'une qualité moyenne sur tous les paramètres ;
- Présence de matériels électromécaniques nécessitant l'entretien par un agent Spécialisé ;
- Nuisances sonores liées à la présence de système d'aération ;
- Forte consommation énergétique
- Des contraintes de nature et de sol et d'étanchéité ;
- Une variation saisonnière de la qualité de l'eau traitée ;
- Une élimination de l'azote et de phosphore incomplète ;
- Des difficultés d'extraction des boues ;
- L'impossibilité d'effectuer des réglages en exploitation. [41]

Par ailleurs le mauvais fonctionnement et l'entretien d'un bassin de lagunage peut produire des odeurs et entraîner le rejet d'un effluent mal épuré qui pourra avoir un effet nocif sur la vie aquatique dans les cours d'eau récepteur. [34]

I.9.3.4. Traitement tertiaire

En général, les techniques d'épuration, même les plus sévères laissent passer dans l'eau épurée des matières organiques difficilement biodégradables, et échappent à la meilleure décantation. Ainsi même après un traitement secondaire, l'eau véhicule presque toujours des micro-organismes et des micropolluants. Certains rejets d'eaux traitées sont soumis à des réglementations spécifiques concernant l'élimination d'azote, de phosphore ou des germes pathogènes, qui nécessitent la mise en œuvre de traitements tertiaires. Il regroupe toutes les opérations physiques et chimiques qui complètent les traitements primaires et secondaires.

Le coût excessif du traitement tertiaire explique pourquoi dans la majorité des stations d'épuration ce type de traitement est inexistant. Ce coût ne se représente pas seulement le prix des réactifs ou des équipements, mais aussi celui d'un personnel qui doit être hautement qualifié. [43]

a) Elimination de l'azote

Les stations d'épuration n'éliminent qu'environ 20 % de l'azote présent dans les eaux usées, par les traitements de nitrification – dénitrification. Pour satisfaire aux normes de rejet en zones sensibles, des procédés physiques et physico-chimiques complémentaires permettent l'élimination de l'azote par : électrodialyse, résines échangeuses d'ions, "Stripage" de l'ammoniaque, mais ces traitement ne sont pas utilisés dans le traitement des eaux résiduelles urbaines, pour des raisons de rendement et de coût. [44]

L'élimination de l'azote se fait généralement selon un processus biologique en deux étapes importantes à savoir la nitrification et la dénitrification.

b) Elimination de phosphore

L'élimination du phosphore, ou "déphosphatation", peut être réalisée par des voies physicochimiques ou biologiques. En ce qui concerne les traitements physico-chimiques, l'adjonction de réactifs, comme des sels de fer ou d'aluminium, permet d'obtenir une précipitation de phosphates insolubles et leur élimination par décantation. Ces techniques, les plus utilisées actuellement, éliminent entre 80 % et 90 % du phosphore, mais engendrent une importante production de boues. [45]

La déphosphatation biologique est basée sur la capacité de certains microorganismes à accumuler le phosphore au-delà de leur besoin métabolique. Ce métabolisme est connu sous le nom d'EBPR de l'anglais : « Enhanced Biological Phosphate Removal ». [46]

c) Désinfection

Pour les zones sensibles, il est primordial de rejeter une eau épurée ne contenant pas de concentration élevée en pathogènes. C'est pourquoi un traitement supplémentaire est parfois réalisé : la désinfection cette dernière peut s'effectuer par différentes méthodes, notamment par la chloration, l'ozonation, les rayons ultraviolets, filtration et lagune de finition. [47]

I.10. Conclusion:

Dans ce chapitre on a présenté les différents procédés de traitement des eaux usées brutes comme la boue activée, le lit bactérien, le disque biologique et notamment le système d'épuration par lagunage naturel et aéré. Le lagunage aéré est fortement lié aux conditions climatiques comme la température et la qualité physico-chimique et biologiques des eaux usées qui peuvent ainsi varier selon les saisons. Nous avons également montré que les processus d'épuration passent généralement par quatre étapes successives ; Prétraitement, le traitement primaire, biologique et enfin le traitement tertiaire.

CHAPITRE II

PRESENTATION ET DISCRIPTION DE LA STATION D'EPURATION STEP 01 A KOUININE

II.1. Introduction

Le choix d'un système de traitement des eaux usées dans les pays en voie de développement est subordonné à plusieurs critères dont le plus important est le rendement épuratoire du système. La station d'épuration à lagunage aéré de la ville d'El-oued répond-elle à ce critère ?

Les bactéries aérobies qui se trouvent dans la lagune d'aération à lagunage aérée consomment l'oxygène dissous dans le milieu pour l'oxydation de la matière organique de l'eau usées. L'oxygénation est, dans le cas du lagunage aéré, apportée mécaniquement par un aérateur de surface ou une insufflation d'air. Ce principe ne se différencie des boues activées que par l'absence de système de recyclage des boues ou d'extraction des boues en continu.

Il a permis d'obtenir de forte réduction de tous les paramètres caractérisent la charge organique : DBO₅, DCO et MES. Parallèlement à cette réduction satisfaisant de la substance nutritive.

Nous présentons dans ce chapitre, l'étude de la station d'épuration à lagunage aérée de Kouinine (El-Oued –Algérie-). La qualité de l'effluent produit a été caractérisée.

II.2. Présentation de la région d'étude

II.2.1. Situation géographique

La wilaya d'étude (EL-Oued) se situe au Sud-Est de pays à une distance de 665 km de la capitale Alger. Elle est comprise entre 33° et 34° de latitude Nord et 6° et 8° de longitude Est. La région d'El-oued appartient au Sahara septentrional de l'Erg oriental.

Au plan administratif, la wilaya d'El-oued comporte 10 daïras et 22 communes, elle est limitée par:

- La wilaya de Biskra Khenchla et Tébessa au Nord.
- La wilaya de Meghaeir au Nord-ouest.
- La wilaya d'Ouargla et Touggourt au Sud et au Sud-ouest.
- La frontière tunisienne à l'Est

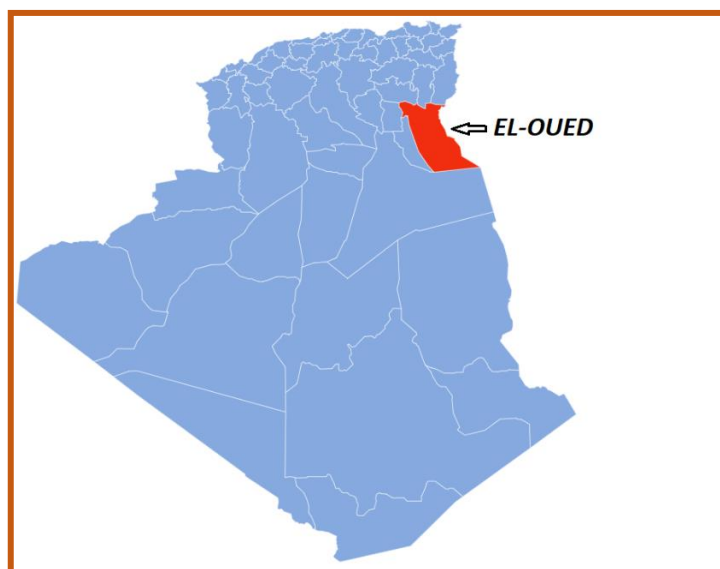


Figure N° II. 01 : Situation géographique de la wilaya d'El-oued (Souf) [65]

II.2.2. Facteurs climatiques

Au sein des facteurs climatiques, les plus importants sont les températures et les pluviométries. Cependant, compte tenu des particularités d'altitude et de topographie de la région d'étude, d'autres facteurs climatiques tels que le vent sont pris en considération.

II.2.2.1. Températures

La température représente un facteur limitant de toute première importance car elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne de ce fait la répartition de la totalité des espèces et des communautés d'êtres vivants dans la biosphère.

La saison très chaude dure 3,2 mois, du 6 juin au 13 septembre, avec une température quotidienne moyenne maximale supérieure à 35 °C. Le jour le plus chaud de l'année est le 5 août, avec une température moyenne maximale de 40 °C et minimale de 27 °C.

La saison fraîche dure 3,5 mois, du 20 novembre au 6 mars, avec une température quotidienne moyenne maximale inférieure à 21 °C. Le jour le plus froid de l'année est le 12 janvier, avec une température moyenne minimale de 5 °C et maximale de 16 °C.

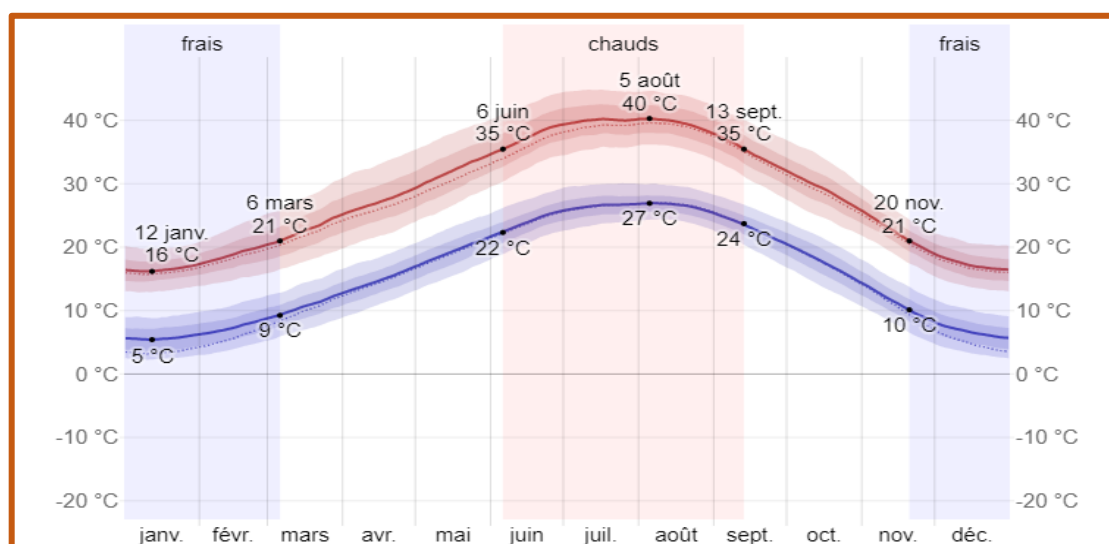


Figure N° II. 02 : Température maximal et minimale de Souf [66]

À Oued Souf, les étés sont caniculaires, aride et dégagé et les hivers sont frisquets, sec et dégagé dans l'ensemble. Au cours de l'année, la température varie généralement de 5 °C à 40 °C et est rarement inférieure à 2 °C ou supérieure à 45 °C.

En fonction du score de plage/piscine, les meilleurs moments de l'année pour visiter Oued Souf pour les activités estivales sont de fin avril à fin juin et de début septembre à mois octobre.

II.2.2.2. Humidité

Nous estimons le niveau de confort selon l'humidité sur le point de rosée, car il détermine si la transpiration s'évaporera de la peau, causant ainsi un rafraîchissement de l'organisme. Les points de rosée plus bas sont ressentis comme un environnement plus sec et les points de rosée plus haut comme un environnement plus humide. Contrairement à la température, qui varie considérablement entre le jour et

la nuit, les points de rosée varient plus lentement. Ainsi, bien que la température puisse chuter la nuit, une journée lourde est généralement suivie d'une nuit lourde.

Oued Souf connaît des variations saisonnières modérées en ce qui concerne l'humidité perçue. La période la plus lourde de l'année dure 3,0 mois, du 16 juillet au 17 octobre, avec une sensation de lourdeur, oppressante ou étouffante au moins 4 % du temps. Le jour le plus lourd de l'année est le 13 septembre, avec un climat lourd 14 % du temps. Le jour le moins lourd de l'année est le 10 décembre, avec un climat lourd quasiment inexistant.

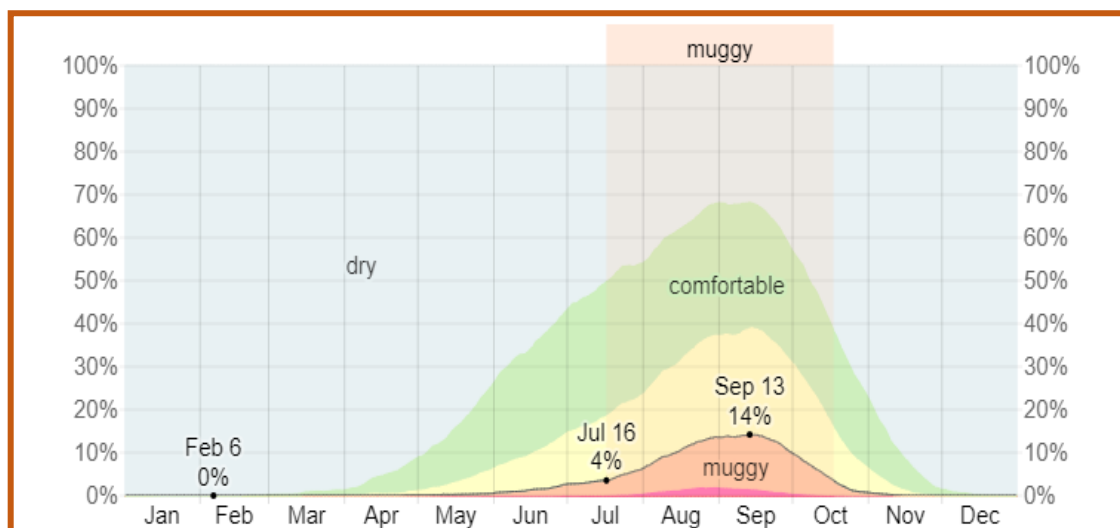


Figure N° II. 03 : L'humidité relative de Souf [66]

II.2.2.3. Pluie

Pour montrer la variation de la précipitation au cours des mois et pas seulement les totaux mensuels, nous montrons l'accumulation de pluie au cours d'une période glissante de 31 jours centrée sur chaque jour de l'année. Oued Souf connaît des variations saisonnières modérées en ce qui concerne les précipitations de pluie mensuelles. La plus grande accumulation de pluie a lieu au cours des 31 jours centrés aux alentours du 20 janvier, avec une accumulation totale moyenne de 10 millimètres. La plus petite accumulation de pluie a lieu aux alentours du 28 juin, avec une accumulation totale moyenne de 1 millimètre.

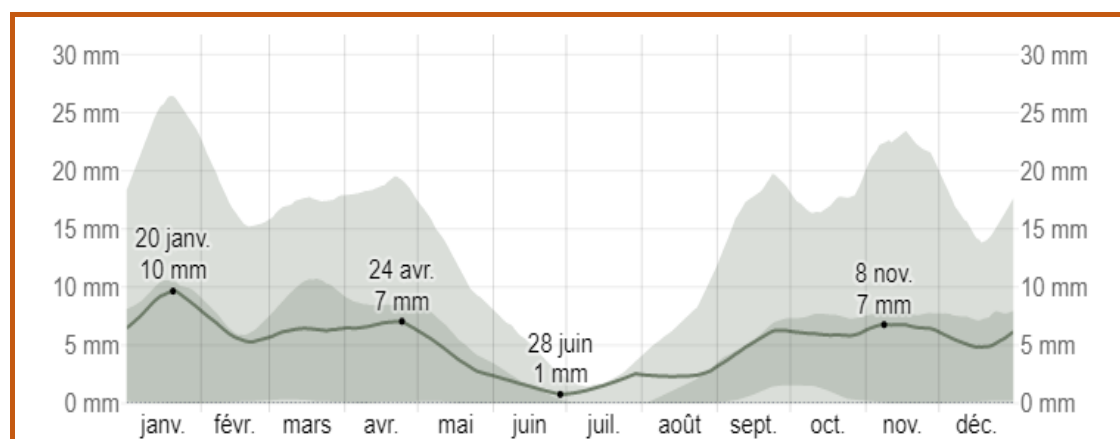


Figure N° II. 04 : La Pluie de Souf [66]

II.2.2.4. Vent

Les vents sont fréquents et cycliques ; leur direction dominante est variable suivant les saisons. Le « Dahraoui », vent du Nord-Ouest-Sud-Est, sévit surtout au printemps. Le « Bahri » d'orientation Est-Nord, se manifeste de fin août à mi-octobre, la plus fréquemment. En fin, Le « chihili » ou sirocco, vent du Sud, domine pendant tout l'été. La sécheresse des végétaux, la déshydratation des individus et la présence d'électricité dans l'air lui sont imputables toutes les manifestations nocturnes du « Bahri » atténuent les méfaits du sirocco.

Le vent observé à un emplacement donné dépend fortement de la topographie locale et d'autres facteurs, et la vitesse et la direction du vent instantané varient plus que les moyennes horaires. La vitesse horaire moyenne du vent à Oued Souf connaît une variation saisonnière considérable au cours de l'année. La période la plus venteuse de l'année dure 4,3 mois, du 17 mars au 27 juillet, avec des vitesses de vent moyennes supérieures à 14,8 kilomètres par heure. Le jour le plus venteux de l'année est le 9 juin, avec une vitesse moyenne du vent de 17,2 kilomètres par heure.

La période la plus calme de l'année dure 7,7 mois, du 27 juillet au 17 mars.

Le jour le plus calme de l'année est le 30 octobre, avec une vitesse moyenne horaire du vent de 12,3 kilomètres par heure.

La direction horaire moyenne principale du vent à Oued Souf varie au cours de l'année. Le vent vient le plus souvent de l'Est pendant 7,8 mois, du 11 mars au 4 novembre, avec un pourcentage maximal de 69 % le 6 juillet. Le vent vient le plus souvent de l'ouest pendant 4,2 mois, du 4 novembre au 11 mars, avec un pourcentage maximal de 45 % le 1 janvier.

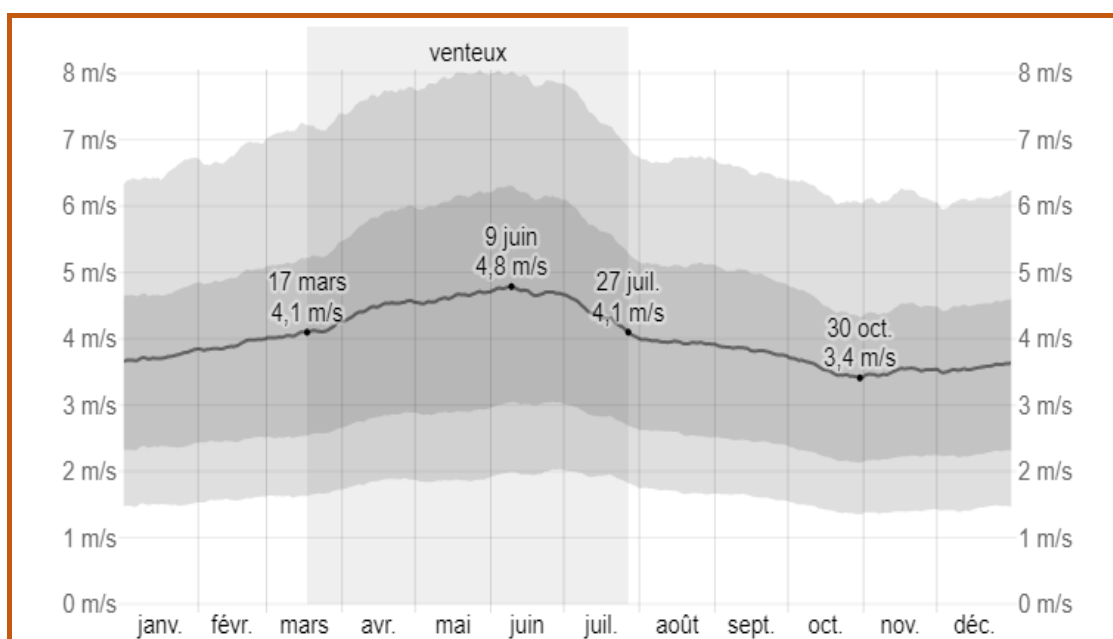


Figure N° II. 05 : la vitesse de vent dans la Souf [66]

II.3. Présentation de la station d'épuration STEP 01

II.3.1. Localisation géographique de l'étude

La ville de Kouinine dont il existe notre station d'épuration est une municipalité située au nord de la vallée, représente la gestion administrative de la vallée est leur localisation comme se suit:

Au Nord: commune Taghzout.

Au Sud: commune d'El-Oued et Sud l'Ouest Oued Alanda.

Au l'Est: commune de Hassani Abed Alkarime.

L'Ouest: commune Ouermas.

Cette station occupe une superficie de l'ordre de 100 hectares, permet de répondre aux besoins fonciers. Actuellement, le site est occupé. A l'avenir, il conviendra de veiller à qu'aucun développement de l'occupation du sol n'ait lieu sur cette zone compte tenu de leur utilisation ultérieure.

La station d'épuration de lagunage aérée de Kouinine 01, située à 07 Km de la ville d'El-Oued est raccordée aux communes, d'El-Oued, Bayadha, Robbah, Ouermes et Kouinine avec un réseau d'assainissement de type unitaire. Elle a été mise en service en Juillet 2009 et vise à traiter un effluent d'eaux usées domestiques d'un débit nominal de 34000 m³/j correspond à 240000 Eq/ha environ pour les horizons 2018, mais le débit actuel moyen est de 33000 m³/j.

Le système d'épuration comprend trois étages en série comme il est montré dans (**Figure N° II. 06**) ci-dessous.; les deux premiers sont aérés, le troisième 3ème est un bassin de finition (lagune de décantation) avant son rejet dans le milieu naturel.

II.3.2. Composition de la STEP n°01

La station d'épuration des eaux usées n°1 (STEP 01) est de type lagunage aérée, elle est composée d'un ouvrage de prétraitement (dégrillage, dessableur), de six lagunes aérées réparties en deux étages de traitement et de trois lagunes de finition (3ème étage), de 14 lits de séchage des boues d'épuration et de bâtiment d'exploitation. La pleine capacité de cette station d'épuration sera atteinte en 2030.

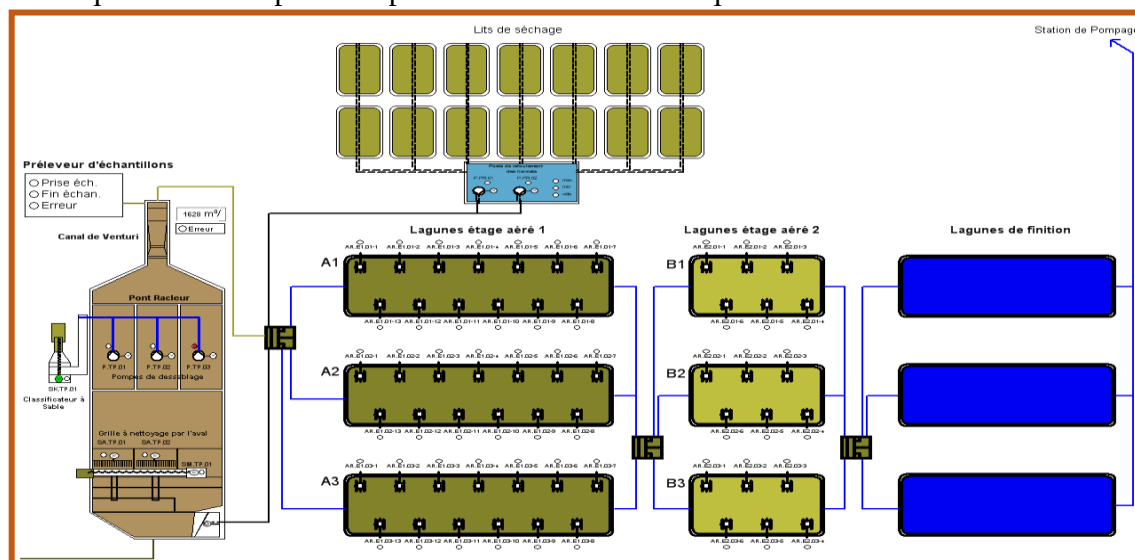


Figure N° II. 06: Station d'épuration n ° 01 à Kouinine

II.4. Procédés d'épurations des eaux usées dans la station

II.4.1. Etape de prétraitement

II.4.1.1. Dégrillage

Construit en béton, avec deux chambres et dégrillage grossier dans le courant principal de l'eau usée ainsi qu'une chambre pour le by-pass de secours lors des pannes du dégrillage. Les eaux usées traversent une grille dont les barreaux, plus ou moins espacés, espacement entre barreaux 15 mm retiennent les éléments les plus grossiers, après les grilles nettoyer par un système à racleur motorisé dont l'action automatisée est déclenchée par un capteur de niveau spécialement conçu qui surveille en permanence la différence entre le niveau d'eau en amont et en aval sur la grille, une fois que les débris ont été recueillis et soulevés par le racleur, ils sont chargés dans une cuve horizontale, au moyen d'un transporteur à vis horizontal et sans arbre, ces débris sont ensuite déposés dans un conteneur à débris.

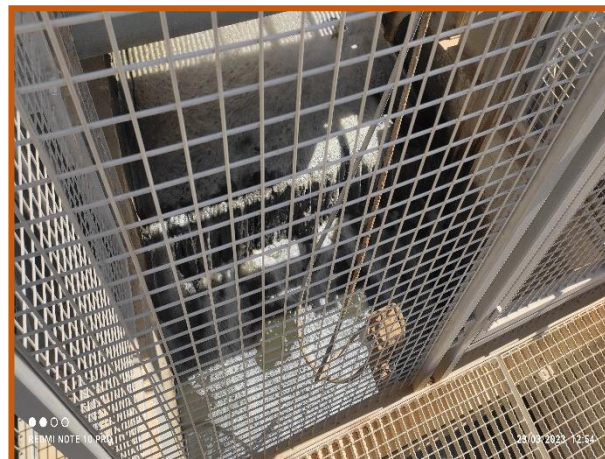


Photo N° II. 01: Dégrillage.

II.4.1.2. Dessableur

Construit en béton, avec trois chambres. Dans cette zone, le sable contenu dans les eaux usées est décanté grâce à une réduction de la vitesse d'écoulement et grâce à la force gravitaire.

Ces particules sont ensuite aspirées par un racleur avec moteur électrique et des pompes d'aspiration avec suspension flexible (pompes à moteur submersibles), le mélange sable eau s'écoule par les conduites en acier du pont racleur vers le conduit en acier, monté sur la paroi extérieure du dessablage et puis vers la classification à sable pour la déshydratation.

II.4.1.2.1. Racleur aspirateur à sable

Conçu comme pont en acier profilé avec deux châssis, trois pompes à sable suspendues au pont racleur, une potence et une installation de commande.

II.4.1.2.2. Collecteur de sable

Installé aux supports de la paroi extérieure sur toute la longueur du dessableur longitudinal.

II.4.1.2.3. Classificateur à sabler

Conçu comme bac de sédimentation en acier avec auge pour extraction des sables, vis sans arbre et moteur d'entraînement.



Photo N° II. 02: Classificateur de sable.



Photo N° II. 03: Dessablage.

II.4.1.3. Ouvrage de répartition

Disposé en tête de station en aval des ouvrages de prétraitement, il permet de répartir les eaux usées vers les lagunes du premier étage. Cette répartition est assurée par six seuils déversant identiques, de 1,50 m de largeur, munis de obstacles pour pouvoir au besoin mettre une lagune quelconque hors service [48].



Photo N° II. 04: Répartiteur vers les bassins d'aération.

II.4.1.4. Mesure d'eau usée

La mesure du débit d'eau usée à la station d'épuration 01 est assurée par dans un canal de mesure du type Venturi. Il est conçu comme canal ouvert en plastique, installé sur la conduite d'évacuation en béton derrière le dessableur avec capteur à ultrasons et transducteur à ultrasons.

II.4.2. Partie biologique du traitement d'eau usée

II.4.2.1. Lagunes aérées

Six (06) bassins, construits comme bâches terrestres avec revêtement en feuille et des regards d'entrée et de sortie en béton.

Le dispositif d'aération est conçu comme aérateurs de surface, fixés au ponton, consistant principalement d'un moteur triphasé et un arbre creux, immergé dans l'eau avec hélice.



Photo N° II. 05 : Aérateur.

II.4.2.2. Lagunes de post-traitement

Trois (03) pièces, conçues comme bâches terrestres avec revêtement en feuille et des regards d'entrée et de sortie en béton.

II.4.3. Décharge des boues consistant de :**II.4.3.1. Lits de séchage des boues**

Quatorze (14) lits, conçues comme bâches terrestres avec revêtement en feuille, tuyaux de drainage pour la déshydratation et des rampes d'accès pour la décharge de la boue sèche.



Photo N° II. 06 : Lit de séchage des boues.

II.5. Descriptif de fonctionnement de la station de lagunage**II.5.1. Données de dimensionnement de la STEP (2015)**

Les données suivantes valent pour la période de planification en l'an **2015**.

Total – Equivalent habitant en 2015	:	239.134 EH
Habitants raccordés	:	188.345 EH
Débits d'eau usée		
• Débit journalier	:	33.904 m ³ /j
• Moyen horaire (24 heures en moyen)	:	1. 413 m ³ /h
• Quantité maximale (16 heures en moyen)	:	826 m ³ /h
• Charge organique par jour (DBO ₅)	:	8.476 kg/j
• DBO ₅ – Concentration dans l'eau usée	:	250 mg/l
• Charge polluante / habitants	:	45 g/EH x j
• DCO – Concentration dans l'eau usée	:	500 mg/l
• Charge quotidienne en DCO	:	16.952 kg/j

- Charge polluante / habitants : 90 g/ EH x j
- Matières en suspension – Conc. dans l'eau usée : 361 mg/l
- Matières en suspension par jour : 12.243 kg/j
- Matières en suspension – Conc. dans l'eau usée : 65 g/ EH x j

Les lagunes d'eau usée sont également conçues pour recevoir de plus grandes quantités d'eau pluviale.

Notice :

Le prétraitement et la totalisation du débit ont été conçus pour des raisons de construction et d'économie directement pour la phase finale en 2030.

II.5.2. Qualité exigée des eaux usées traitées

Conformément aux dispositions des autorités, les paramètres suivants pour l'eau usée traitée sont à accepter à la sortie de l'installation :

- DBO₅ – Concentration : 40 mg/l
- DCO – Concentration : 125 mg/l
- MES – Concentration : 40 mg/l
- Critères microbiologiques : moins d'un 1 vermiculaire par litre

II.5.3. Descriptif de fonctionnement

Lors de la planification et construction de la station de traitement d'eau usée, une grande importance était attribuée à un **prétraitement** suffisant. Ainsi, de plus grandes accumulations des matières en suspension sur la surface des lagunes et des dépôts sableux dans la boue sont à réduire. Mêmes si on ne peut pas les exclure complètement.

La station de lagunage d'eau usée est divisée en cinq étapes :

Etape 1 – Prétraitement

Etape 2 – Bassin d'aération 1

Etape 3 – Bassin d'aération 2

Etape 4 – Traitement finale

Etape 5 – Traitement des boues (bassins des boues)

II.5.4. Prétraitement

II.5.4.1. Dégrillage

Toutes les eaux polluées et pluviales d'Eloued s'écoulent par un collecteur principal DN 1000 à travers d'un point de transition, le regard d'admission en amont du prétraitement (première étape), vers la station de traitement d'eau usée par lagunage.

Pour protéger les lagunes de traitement des eaux usées contre les impuretés grossières, un dégrillage à deux lignes a été construit. Sur chaque ligne (canaux de dégrillage) un dégrilleur à contre-courant

mécanique fin avec caillebotis vertical a été installé. Les impuretés grossières dans l'eau usée seront retenues en raison de l'écartement minime entre les barreaux du dégrilleur. Les matières fibreuses et grossières se déposent alors aux barreaux ou au radier du canal de dégrillage devant les barreaux.

Le procédé de raclage est déclenché par un dispositif de mesure différentiel avec une commande selon le niveau d'eau. Lors d'un colmatage fort du dégrilleur en raison des impuretés grossières dans l'eau usée, le niveau d'eau augmente en raison de la plus haute vitesse d'écoulement entre les barreaux. Quand la différence du niveau d'eau préétablie maximale est atteinte devant et derrière le dégrilleur, le châssis du racleur avec râteau intégré à réglage mécanique se déplace de sa position de départ (dans la partie supérieure du cadre de dégrilleur) vers le bas.

A la fin de la descente et suite à l'arrivée au radier du canal de dégrillage (plinthe du dégrilleur) la commande (palan à chaîne électrique) du racleur à contre-courant déclenche. Par un vérin hydraulique le râteau est poussé de l'arrière dans la grille pour ramasser les matières solides déposées.

Suite au déclenchement du mouvement du râteau, le châssis se déplace avec les matières solides déposées de nouveau vers le haut.

Un dispositif de raclage, arrangé dans la partie supérieure du dégrilleur à contre-courant pousse les matières solides, déposées sur le râteau dans une vis transporteuse avec une zone de processus (presse à tamis hélicoïdal) pour les compacter et déshydrater. L'ordre de mise en marche de la presse à tamis hélicoïdal a lieu en dépendance de la position supérieure du châssis dans le rack de dégrillage.

Les matières solides sont poussées par une vis sans arbre de la zone du dégrilleur à contre-courant vers la zone de processus. La zone de processus consiste d'une faisselle entourant la vis et un clapet à contrepoids au niveau de décharge. La vis transporteuse s'arrête à un certain écart du clapet à contrepoids ; donc un bouchon de friction est généré dans cette zone. Le clapet à contrepoids ouvre seulement quand la pression est suffisante à l'intérieur de la faisselle.

L'eau générée lors de la compression des matières solides, contenant également en partie des substances organiques, est dirigée à travers le tamis et un collecteur de nouveau vers le canal en amont du dégrillage. Les matières solides déshydratées et compactées sont déchargées dans un container à l'extrémité de la presse à tamis.

A la fin du raclage, le châssis avec le râteau se trouve de nouveau dans sa position de départ. Le râteau est tiré par le vérin hydraulique vers l'arrière, l'installation de dégrillage s'arrête. La vis de transportation et de compression (presse à tamis hélicoïdal) reste en marche (temps réglable) jusqu'à ce que l'auge est vidangé.

Pour le rinçage des chambres entre la trémie et la paroi de l'auge, la zone de processus est équipée d'un raccord d'eau et d'une vanne solénoïde. La vanne s'ouvre par un ordre d'enclenchement de la presse à tamis hélicoïdal. Un relais temporisateur ferme la vanne de nouveau.

II.5.4.2. Dessableur longitudinal avec classificateur à sable

L'eau clarifiée des matières solides s'écoule par la suite dans un dessableur longitudinal à trois chambres, directement derrière l'installation de dégrillage. Dans cette zone, le sable contenu dans l'eau usée est décanté grâce à une réduction de la vitesse d'écoulement et grâce à la force gravitaire, au radier du collecteur des sables.

En vue du raclage des sables gros et fins sédimentés, un pont racleur avec moteur électrique et des pompes d'aspiration avec suspension flexible (pompes à moteur submersibles) est appliqué. Les pompes sont soutenues par des potences ; le tuyau de refoulement est raccordé aux conduites en acier.

Les pompes suspendues de manières pivotantes à la potence doivent éviter, en cas des grandes quantités de sable dans le collecteur, un blocage des pompes et une rupture des tuyaux. De plus, les pompes peuvent être reprises de l'eau sans problème grâce à la potence pour des travaux de maintenance. Le sable décanté dans les collecteurs de sable du dessableur longitudinal est aspiré en continu par les pompes. Le mélange sable-eau s'écoule par les conduites en acier du pont racleur vers le conduit en acier, monté sur la paroi extérieure du dessableur et puis vers le classificateur à sable pour la déshydratation.

Le classificateur à sable est conçu pour la séparation des matières solides et liquides. Il s'agit d'un dispositif de séparation pour des matières à sédimentation facile, par exemple le sable du mélange sable – eau du dessableur longitudinal.

Du conduit en acier du dessableur longitudinal, le mélange sable-eau s'écoule par le manchon d'alimentation dans le couvercle de la cuve vers le classificateur à sable. L'ouvrage a été construit avec des parties intégrées d'une manière à éviter des turbulences dans la zone de sédimentation du classificateur. Le mélange s'écoule dans la zone d'entrée pour assurer une séparation optimale. L'eau dessablée s'écoule par une lame dentaire avec une paroi plongeante en amont vers la conduite de décharge du classificateur à sable et de là par une conduite à pente libre, DN 200, de retour vers la conduite d'amenée du dessableur longitudinal. Les matières en suspension, qui arrivent dans la bêche avec le mélange sable-eau, sont retenues par la paroi plongeante installée.

Le fond du classificateur à sable est conçu comme une auge en forme de U et soudé avec un angle de 25° à la bêche de sédimentation. Une vis transporteuse sans arbre est installée à l'intérieur de l'auge. Grâce à cette vis, le sédiment et les matières flottantes à la surface d'eau sont retenus et évacués par un regard de décharge dans le container. Avec le refus du dessableur, ceux-ci sont déshydratés dans la partie supérieure du classificateur. Pour cela, la vis transporteuse fonctionne de manière non continue, c'est à dire, le temps de marche et d'arrêt est réglable.

Le procédé de raclage du racleur à sable est enclenché à partir de la position de départ (entrée du dessableur) grâce une commande intermittente. Le racleur se déplace alors jusqu'à la sortie de dessableur et s'arrête. Suite à une temporisation réglable, le racleur retourne dans sa position de départ et reste

immobilisé jusqu'à ce qu'il reçoit une nouvelle impulsion de démarrage. Les temps de démarrage pour le procédé de raclage sont réglables selon les quantités de sable à traiter.

La vis transporteuse du classificateur est mise en marche par le racleur aspirateur à sable. Le racleur touche un initiateur, installé sur le deuxième support du tuyau du canal sable-eau au dessableur longitudinal. Si le racleur touche au retour cet initiateur une deuxième fois, un relais de chasse démarre. La vis transporteuse est alors aussi longtemps en marche jusqu'à ce que le sable sédimenté soit évacué de la bêche du classificateur.

II.5.4.3. Mesure du niveau d'eau et échantillonneur

L'eau usée traitée mécaniquement s'écoule par les déversoirs à l'extrémité des chambres du dessableur dans un collecteur et de là à travers une pente libre jusqu'à la mesure du débit d'eau.

Pour évaluer la quantité d'eau usée à traiter, un canal Venturi ouvert avec une mesure du niveau à ultrasons est installé derrière le dessableur longitudinal.

Pour registrer les débits d'eau usée, un enregistreur-totalisateur a été encastré dans l'armoire de commande de la centrale de contrôle.

A proximité directe du canal Venturi, un échantillonneur fonctionnant proportionnellement au débit a été monté. Ce dispositif assure dans une période de 24 heures un mélange de jour représentatif pour l'entrée de la station de lagunage.

II.5.4.4. Répartiteur d'eau usée (RP1)

A la sortie du collecteur d'eau usée avec le Venturi, l'eau usée clarifiée de manière brute s'écoule par un collecteur à surface libre DN 1000 dans le premier répartiteur d'eau usée (Répartiteur – RP1). Cet ouvrage répartit l'eau usée dans la première étape des lagunes aérées.

L'ouvrage en béton est divisé en une chambre d'entrée et quatre chambres de répartition. Le débit d'eau usée à la sortie de la chambre principale vers les quatre chambres de répartition vers les lagunes aérées individuelles est réglé par des vannes manuelles. En même temps, chaque chambre peut être fermée par la commande de la vanne.

Pour la première étape d'extension de la station de lagunage (jusqu'en 2025), trois lagunes seront raccordées au répartiteur d'eau usée (RP1). La quatrième sortie du répartiteur a été scellée par du béton. Le collecteur à surface libre dans la direction de la quatrième lagune sera posé en tranche deux.



Photo N° II. 07 : Répartiteur d'eau usée (RP1).

II.5.4.5. Lagunes aérées – première étape (A1 ; A2 ; A3)

Suite à l'alignement des vannes des conduites du répartiteur (RP1) sur exactement le même niveau, l'eau usée à traiter biologiquement s'écoule par les conduites à surface libre (DN 800 mm), répartie de manière homogène, dans la première étape des lagunes aérées.

Le traitement biologique d'eau usée commence avec l'étape 2 de la station de lagunage, consistant des trois lagunes aérées (A1 ; A2 ; A3) de la même taille et conception. Le nombre et la taille des lagunes, la profondeur d'eau bouée de consigne ainsi que les conditions de processus de base ont été fixés pour assurer une réduction efficace de la pollution biologique (DBO_5) et chimique (DCO) dans une seule étape (phases aérobies et anaérobies).

Chacune des lagunes parallèles est dimensionnée pour 1/3 du débit journalier maximal et de la charge correspondante en matières organiques. Tout le radier et les talus limitrophes des lagunes aérées sont revêtus d'une géomembrane robuste et étanche à l'eau. La percolation de l'eau usée est ainsi évitée.

Pour l'aération de l'eau usée lors de la première étape des lagunes aérées, 13 pièces d'aérateurs OXYSTAR (aérateur aspirant et à hélice) seront installées. Les groupes sont montés aux pontons et fixés aux massifs en béton sur toute la longueur des lagunes à un même écartement.

En service, l'aérateur OXYSTAR génère un courant diagonal par rapport au radier de la lagune. L'arbre creux aspire l'air, divise-le dans des bulles très fines et les amène avec le courant en profondeur. Ainsi, un apport en oxygène optimal est assuré dans les lagunes. Les hélices assurent une agitation suffisante de tout le volume de la lagune. Les lagunes aérées marchent sans recirculation des boues, c'est à dire toute la boue activée reste dans les lagunes. Ici, la boue se dépose (biomasse augmentant continuellement) au talus de la lagune, qui n'est plus touché par le tourbillon des aérateurs. Dans ce mode de fonctionnement, la dégradation de la charge polluante par les matières organiques présentes

dans le milieu anaérobie de la boue de fond est prédominante. La dégradation dans les couches boueuses supérieures aérobies est considérée infime.

En général, on peut assumer que 70 et 80 % de la charge organique polluante se décomposent dans la première étape des lagunes aérées selon le bilan global suivant :

Eau + pollution organique + micro-organismes +O₂ → CO₂ +H₂O+ biomasse [48].

Pour assurer cette capacité de dégradation dans la première étape des lagunes aérées, un volume spécifique des boues doit être généré. Pour y arriver, une épaisseur de la couche boueuse d'environ 1,00 m (environ 30% de la profondeur d'eau globale) est nécessaire.

Lors de l'accroissement continu de l'épaisseur des boues, le volume de la boue activée déposée augmente aussi dans les lagunes aérées de la première étape. Ainsi, le temps de séjour de l'eau usée d'amenée est raccourci.



Photo N° II. 08 : Lagune aérée étage 01.

Une diminution de la capacité de dégradation ne peut pas être exclue. L'accroissement de la couche boueuse est à observer. Dans des intervalles d'environ 1 – 2 semaines, une mesure de l'épaisseur de la boue de fond devrait être effectuée. Selon l'expérience avec les stations de traitement par lagunage existantes, un raclage des boues des lagunes aérées est à effectuer environ tous les trois ans.

L'eau usée prétraitée s'écoule par les déversoirs à batardeaux des lagunes aérées (première étape) dans le répartiteur RP2.

Les caractéristiques des lagunes sont :

- Longueur : 232.60 m
- Largeur : 91.11 m

- Profondeur de bassin :
 - coté d'entrée 4.70m
 - coté sortie 4.50m
- Profondeur d'eau : 3.50 m

II.5.4.6. Répartiteur – RP2

L'eau usée traitée biologiquement jusqu'à environ 80% s'écoule par les déversoirs en béton, intégrés dans chaque lagune aérée de la première étape et continue par le collecteur à surface libre DN 800 vers le répartiteur d'eau usée RP2. Cet ouvrage correspond, en ce qui concerne la construction, le dimensionnement et fonctionnement, tout à fait au répartiteur RP1. Ici, l'eau usée s'écoule également en vue du traitement ultérieur par des vannes de conduites manuelles vers la deuxième étape d'aération.



Photo N° II. 09 : Répartiteur d'eau usée (RP2).

II.5.4.7. Lagunes aérées - Deuxième étape (B1; B2; B3)

Les lagunes de la deuxième étape d'aération ont été construites de la même manière que pour la première étape. Pour la dégradation de la charge restante d'environ 20 – 30 % 6 pièces d'aérateurs OXYSTAR ont été installées dans chaque lagune.

Le fonctionnement de la deuxième étape d'aération est identique à la première. Dans ces lagunes, toute la boue activée est également stockée. En raison de la charge diminuée, le stockage des boues augmente aussi au radier de la lagune juste lentement. Dans ces conditions, on peut assumer qu'un raclage des boues est effectué seulement tous les six ans environ.

L'eau usée prétraitée s'écoule par les déversoirs à batardeaux des lagunes aérées (première étape) dans le répartiteur RP3.



Photo N° II. 10 : Lagune aérée étape 02.

II.5.4.8. Répartiteur – RP3

Suite à une réduction supplémentaire de la charge polluante, jusqu'au seuil admis par la législation, l'eau usée s'écoule par l'ouvrage de sortie du bassin d'aération et la conduite à surface libre DN 800 dans le répartiteur RP3. Cet ouvrage correspond en ce qui concerne la construction, le dimensionnement et fonctionnement aussi aux répartiteurs RP1 et RP2. L'eau s'écoulant par les vannes de conduite est dirigée par un collecteur à surface libre DN 800 dans les lagunes de traitement final.

Les caractéristiques des lagunes sont :

- Longueur : 194.80 m
- Largeur : 92.80m
- Profondeur de bassin :
 - coté d'entrée 4.50m
 - coté sortie 4.30m
- Profondeur d'eau : 2.70 m



Photo N° II. 11 : Répartiteur d'eau usée (RP2).

II.5.4.9. Lagunes de finition F1 ; F2, F3

Les lagunes de post-traitement ou de traitement final, ont été construites pour améliorer la qualité de l'eau usée traitée biologiquement.

Le reste des matières dégradables dans l'eau usée est retenu dans cette partie de l'installation en raison de la vitesse d'écoulement minimale et se dépose sur le radier de la lagune.

La majeure partie des matières dégradables est retenue dans les lagunes de l'étape 1 et 2 et son pris les dimensions suivantes :

- Longueur : 253.30 m
- Largeur : 91.60 m
- Profondeur de bassin :
 - coté d'entrée 3.70m -
 - coté sortie 2.50m
- Profondeur d'eau : 1.50 m

Voilà pourquoi, le dépôt des boues dans les lagunes de traitement de finition augmente juste lentement. Les écarts de temps jusqu'au raclage des boues peuvent ainsi être prolongés par rapport aux lagunes aérées. Selon une estimation approximative, on peut assumer une fréquence de raclage de 8 – 10 ans.

De manière similaire aux lagunes à aération naturelle (sans aérateurs), l'air ambiante génère dans les lagunes de finition une aération finale de l'eau usée et ainsi une dégradation finale des polluants organiques. Les concentrations de sortie, exigées par la législation pour l'eau usée clarifiée, sont ainsi encore améliorées dans les lagunes de finition.

Les « lagunes de finition » ont été conçues et construites selon le même système que les lagunes aérées 1 et 2. Cependant, ces lagunes de finition sont beaucoup plus planes et longues. Le chemin d'écoulement

jusqu'aux ouvrages de sortie est ainsi rallongé et, en conséquence, la clarification (profondeur de couche optimale) de l'eau traitée biologiquement est ainsi favorisée.

Par les déversoirs à batardeaux dans l'ouvrage de sortie des lagunes de finition, l'eau usée clarifiée s'écoule dans le collecteur de sortie DN 800 et puis dans la bache des pompes de la station de pompage d'eau claire à la fin de la station de traitement d'eau usée. Avec les pompes submersibles installées, l'eau usée clarifiée biologiquement est dirigée vers le collecteur de transfert.



Photo N° II. 12 : Lagune de finition.

II.5.4.10. Prise d'échantillons – Sortie

Comme à l'entrée, un échantillonneur fonctionnant proportionnellement au débit a été installé à la sortie de la station de traitement d'eau usée, c'est à dire à proximité directe du puisard des pompes d'eau claire. Ainsi, il est assuré de recevoir pour une période de 24 heures un mélange d'échantillons représentatifs pour la journée.

II.5.4.11. Déshydratation et décharge des boues

Si lors de la mesure des niveaux de boue dans les lagunes d'aération et de finition, on constate que plus d'un quart de la profondeur utile (du radier de la lagune jusqu'au niveau d'eau) est rempli des boues, un raclage à court terme est nécessaire.

Des expériences avec des lagunes de traitement existantes ont démontré que la boue de fond des lagunes aérées doit être éloignée environ tous les 3 ans. En contrepartie, un raclage des boues dans les lagunes de finition n'est nécessaire qu'après 8 – 10 ans.

Cependant, la fréquence du raclage est influencée par une quantité encore méconnue des sables et poussières, soufflés par le vent dans les lagunes (typique pour la région saharienne). Les conséquences ne sont pas encore prévisibles lors de la mise en service de l'installation de traitement.

Pour le raclage des boues, seulement la lagune, d'où la boue sera dégagée (bassin d'aération étape 1 et 2 ou lagune de finition) est arrêtée et ainsi séparée du processus de clarification. L'eau usée résultant est répartie sur les lagunes restantes.

Pour ceci, la vanne d'isolement de la conduite est à fermer dans la lagune correspondante. Le déversoir d'eau usée vers la conduite d'alimentation vers la lagune correspondante est ainsi interrompu.

Pour le raclage de la boue déposée au radier des lagunes d'eau usée, un racleur de boue de fond flottant et télégéré est mis sur le plan d'eau de la lagune. Avec l'immersion du dispositif de raclage et le déclenchement de la vis transporteuse pour le traitement de la boue sédimentée, le raclage est initié.

Une pompe à piston rotatif aspire le mélange boue-eau et le transmet par une conduite de refoulement flexible, fixée aux bouées d'ancrage vers le point fixe (massif en béton avec tés de connexion) de la couronne du barrage de la lagune. La boue pompée s'écoule par la suite par des tuyaux flexibles en plastique vers les lits de séchage.

Suite à la purge complète des boues d'une lagune, le dispositif de raclage sera en cas de nécessité déplacé par l'intermédiaire d'une grue dans la lagune suivante pour initier un autre raclage.

La boue pompée des lagunes sera stockée dans les lits de séchage et déshydratée dans les conditions naturelles. Dans les conditions climatiques locales on peut assumer un temps de séjour d'environ 15 – 18 jours. Ainsi, on atteint un taux de matière sèche de 400 – 450 kg/m³. La grande réduction du volume en résultante est un avantage important pour l'évacuation suivante de la boue sèche.

On a construit 14 lits de séchage dans 2 lignes avec 7 lits par ligne. La profondeur totale, du bord supérieur des barrages des lits de séchage jusqu'au pied s'élève à 1,30 m. 0,60 m en sont remplis des graviers de différente granulométrie et couverts du sable comme couche de couverture.

Le mélange boue – eau, aspiré des lagunes d'eau usée, sera pompé sur la masse des graviers et sables. Pour accélérer la déshydratation, l'épaisseur maximale de la couche boueuse de 0,40 m ne doit pas être dépassé essentiellement.

Pour évacuer la liqueur surnageant des boues, des tuyaux perforés DN 200 sont arrangés au milieu des lits de séchage sous la couche des graviers. Pour optimiser la déshydratation, les radiers des lits de séchage sont inclinés d'environ 1 % de manière transversale par rapport aux tuyaux de déshydratation. De plus, les radiers complets des lits de séchage et les talus des barrages ont été couverts d'une géomembrane. Ainsi, on assure une déshydratation ciblée et évite l'infiltration de la liqueur surnageant au sol.

Des tuyaux de déshydratation perforés, la liqueur surnageant s'écoule dans un collecteur DN 300, et puis dans un puisard des pompes en dehors des lits de séchage.

Deux pompes à moteur submersibles de taille identique (dont une en réserve) refoulent l'eau fortement polluée par une conduite de refoulement DN 125 dans le répartiteur d'eau usée – RP1 devant la première étape des lagunes aérées.

La boue déshydratée est éliminée par une chargeuse pelleteuse de la couche de sable des lits de séchage et mise sur un camion pour la décharge. Pour l'accès de la chargeuse pelleteuse aux lits de séchage individuels, une rampe légèrement inclinée a été construite du côté face des lits (du côté intérieur et extérieur).

Suite à chaque vidange, la couche de sable supérieure du drainage des graviers, éliminée avec la boue déshydratée, est de nouveau à remplir. L'épaisseur de la couche s'élève à minimum 0,10 m et est réparti de manière homogène sur la surface des lits.

Les instructions concernant le service, la maintenance et le dépannage éventuel du racleur des boues de fond et des pompes de la liqueur surnageant se trouvent au chapitre

II.6. Conclusion

Dans ce chapitre on a prescrit la station d'épuration n°1 à Kouinine et les successions de l'étape d'épuration, puis on a expliqué le principe de fonctionnement ainsi que les différentes caractéristiques de cette station.

CHAPITRE III

MATERIELS ET METHODES

III .1. Introduction

Dans toutes les stations d'épuration des eaux, il est indispensable de faire une série d'analyses sur les eaux usées brutes et épurées afin d'évaluer le niveau de pollution dans chaque étape de traitement et de juger par la suite la performance épuratoire de la STEP. Pour cela, l'échantillonnage a été effectué à l'entrée (eaux brutes) et à la sortie (eaux épurées) de la STEP. Dans ce chapitre, nous allons présenter les différentes méthodes et matériels employés pour l'épuration des eaux, ainsi que les résultats des analyses obtenus avec leurs interprétations.

III .2. Prélèvement des échantillons d'eau usée

Le prélèvement d'un échantillon d'eau est une opération délicate à laquelle le plus grand soin doit être apporté ; il conditionne les résultats analytiques et l'interprétation qui en sera donnée. L'échantillon d'eau doit être homogène, représentatif et obtenu sans modifier les caractéristiques physico-chimiques de l'eau. [49]



Photo III .1 : Prélèvement Automatique.

Les flacons utilisés dans l'échantillonnage ne doivent pas contenir de substances toxiques et assurent une protection totale contre toute contamination éventuelle. Les prélèvements sont effectués dans des flacons stériles en polyéthylène ou en verre borosilicaté. La fréquence d'échantillonnage est de l'ordre d'une fois par semaine.



Photo III .2 : Les prélèvements à l'entrée et à la sortie.



Photo III .3 : Échantillonnage et conservation des flacons

III .3. Paramètres étudiés

Pour déterminer la qualité des eaux à épurer, des analyses sont effectuées aux principaux points de rejet, les paramètres physico-chimiques à étudier sont les suivants :

- Température (T) ;
- Potentiel hydrique (pH) ;
- La conductivité (CE) ;
- L'oxygène dissous (OD) ;
- Les matières en suspension (MES) ;
- La turbidité (NTU) ;
- Demande biochimique en oxygène (DBO₅) ;
- Demande chimique en oxygène (DCO) ;
- Le phosphore (PO₄⁻³) ;
- Matières azotées ;

III.3.1. Paramètres physique

III.3.1.1. La température (T)

La température de l'eau a été mesurée directement sur site à l'aide d'un Thermomètre.

❖ Mode opératoire

Pour mesurer la température de l'eau, on a prélevé un échantillon d'eau dans une bouteille en verre ou en polyéthylène à large ouverture, ensuite on plonge un thermomètre dans l'échantillon. On lit la valeur de la température après sa stabilisation.

III.3.1.2. Potentiel d'hydrogène (pH)

❖ Principe

La méthode est fondée sur l'utilisation d'un pH-mètre. C'est un voltmètre un peu particulier qui se caractérise par une très grande impédance d'entrée en raison de fort résistance présentée par l'électrode de mesure.

❖ Mode opératoire

L'étalonnage étant réalisé et l'appareil ayant acquis son régime de marche :

- Vérifier les diverses connexions : secteur, électrodes, etc. ;
- Dégager l'électrode de son support ;
- Ôter le chapeau protecteur de l'électrode double, le déposer en lieu sûr ;
- Rincer abondamment l'extrémité de l'électrode avec l'eau distillée ;
- Essuyer l'extrémité de l'électrode ;
- Replacer l'électrode sur son support ;
- Rincer le vase, le barreau magnétique, l'électrode, avec l'eau distillée puis Avec l'échantillon ;
- Remplir le vase de mesure avec l'échantillon ;
- Immerger l'électrode avec précaution habituelles et agiter ;
- Lire directement le pH lorsque la valeur s'est stabilisée. [49]

**A****B**

Photo III.4: (A) La mesure du pH et de la température. (B) pH mètre

III.3.1.3. La conductivité (CE)

❖ Mesure de la conductivité (CE)

L'unité de conductivité utilisée en chimie des eaux est micro siemens ($\mu\text{S}/\text{cm}$).

❖ Principe

La mesure de la conductivité se ramène à celle de la résistance d'une colonne d'eau. A cet effet on utilise un conductivimètre pour mesurer la conductivité d'une eau.

Toute mesure de conductivité doit donc se faire à température connue et stabilisée car elle est fonction de la température. En général les résultats sont mesurés à 20°C.

❖ Mode opératoire

- L'analyse s'effectue sur un prélèvement d'eau dont le volume doit être suffisant pour prolonger la sonde de conductivité ;
- Vérifier les connexions cellule/conductivimètre ;
- Rincer soigneusement la cellule de mesure à l'eau distillée et l'essuyer convenablement ;
- Rincer et essuyer soigneusement la cellule ;
- Immerger la cellule dans l'eau ;
- Agiter la sonde légèrement ;
- Lire le résultat ;
- La mesure terminée, éteindre l'instrument et, si nécessaire, nettoyer la sonde ;
- Après chaque série de mesure, rincer l'électrode à l'eau déminéralisation. [49]

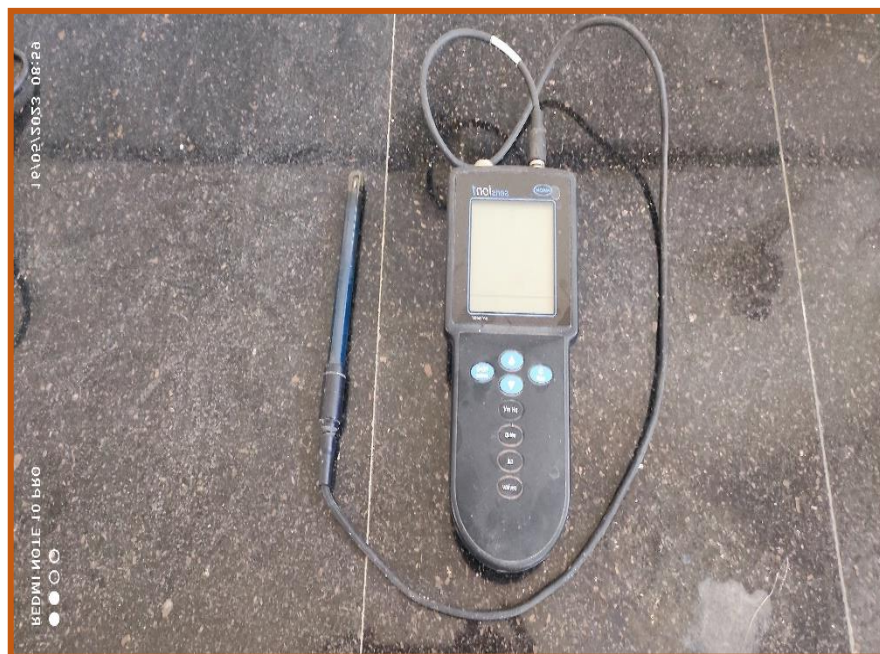


Photo III.5 : La mesure de la conductivité

III.3.1.4. L'oxygène dissous (OD)

❖ Mode opératoire

- L'analyse de l'oxygène dissous se fait sur un prélèvement d'eau dont le volume doit être suffisant pour plonger la sonde de l'oxymétrie
- l'étalonnage étant réalisé et l'appareil ayant acquis son régime de marche ; allumer l'instrument en poussant le bouton ON/Off. Lorsque l'afficheur indique zéro, l'instrument est prêt pour la mesure de l'oxygène dissous. [49]

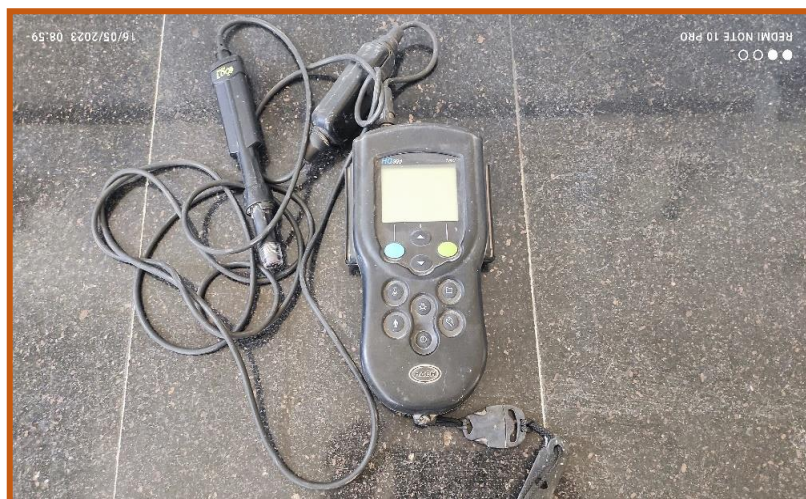


Photo III.6 : Oxymétrie

III.3.1.5. La Matière en suspension (MES)

❖ Principe

L'eau est centrifugée à environ 3000 g (soit 4000 trs/min pour un rayon de centrifugation de 10 cm) pendant 20 minutes. Le culot recueilli, séché à 105°C et pesé. Il peut être ensuite calciné à 525 °C et pesé de nouveau. [50]

❖ Mode opératoire

Tout d'abord, on sèche les capsules à 105 °C, puis on pèse après refroidissement et on note sa masse à vide. Ensuite on centrifuge un volume d'une prise d'essai (10 ml) pendant 20 min à 4000 trs /min. On sépare alors le liquide surnageant par siphonage sans perturbation du dépôt (Figure III.7). On sèche à l'étuve pendant 2h à 105 C° puis on pèse après refroidissement au dessiccateur et on note sa masse. [50]

❖ Expression des résultats

Le taux des matières en suspension (MES), exprimé en milligramme par litre (mg/L) est donné par la relation suivante :

$$C_{MES} = (M_0 - M_1) \times \frac{1000}{V}$$

C_{MES} : concentration de MES en mg/l.

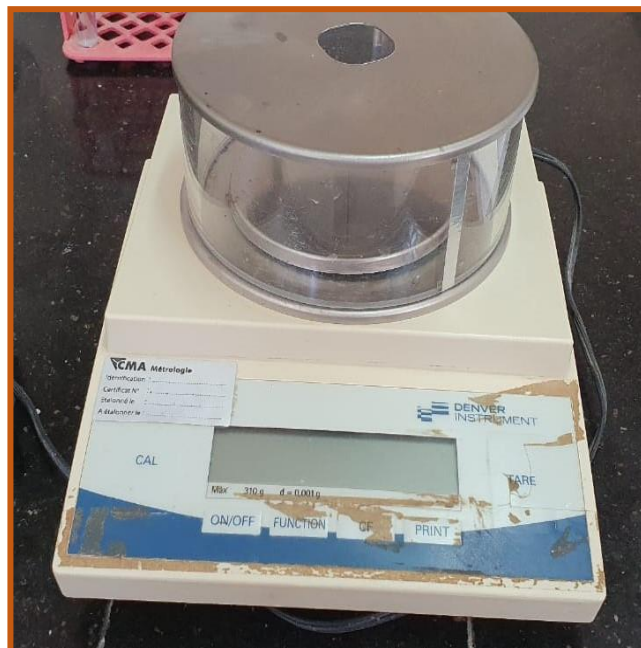
M_0 : la masse de la capsule vide.

M_1 : la masse de la capsule pleine après dessiccation à 105 °C.

V : le volume d'eau traitée en ml.



(a) *Etuve à 105 C°*



(b) *Balane sensible*



(c) *Filtration sous vide*

Photo III.7: Appareils de mesure des matières en suspension (MES)

III.3.1.6. La turbidité

❖ Principes

La turbidité mesure la propriété optique de l'eau qui résulte de l'absorption de la lumière par les particules en suspension présentes dans l'eau. [50]

❖ Mode opératoire

On met l'appareil sous tension et on rince 3 fois la cuvette par l'échantillon à mesurer. Après agitation de l'échantillon, on remplit la cuvette avec ce dernier. On place la prise d'essai et on appuie sur " READ " et le résultat s'affiche en NTU. [50]



Photo III .8: Mesure de la turbidité

III.3.2. Paramètre chimique

III.3.2.1. La demande biologique en oxygène pendant cinq jours (DBO₅)

❖ Principe:

L'échantillon d'eau introduit dans une enceinte thermostat est mis sous incubation. On fait la lecture de la masse d'oxygène dissous, nécessaire aux microorganismes pour la dégradation de la matière organique biodégradable en présence d'air pendant cinq (5) jours. Les microorganismes présents consomment l'oxygène dissous qui est remplacés en permanence par l'oxygène de l'air, contenu dans le flacon provoquant une diminution de la pression au-dessus de l'échantillon. Cette dépression sera enregistrée par une OXI TOP. [51]

❖ Mode opératoire

- Mettre le Barrou-magnétique dans la bouteille de DBO ;
- Mettre le volume (V) dans la bouteille de DBO ;
- Mettre le support d'alcalin (caoutchoute) sur la bouteille ;
- Ajouté 3 ou 4 pastilles de KOH sur le support d'alcalin en évitant la chute d'une masse de KOH dans l'eau a analysée ;
- Fermé bien la bouteille par DBO sens or ;
- Régler la DBO sens or à partir de la gamme ;
- Appuyer sur le bouton (A) et (B) au même temps pour changer le programme.

- Appuyer sur le bouton (A) pour régler la gamme ; Appuyer sur bouton (B) pour enregistrer la valeur chaque jour pendant l'incubation.



Figure III.9 : DBO-mètre

Flacon à DBO₅

Eau brute et épuré

Photo III.10 : Appareillage à DBO₅

III.3.2.2. La demande chimique en oxygène (DCO)

❖ Principe

L'échantillon est chauffé pendant 2 heures en présence d'un oxydant (le dichromate de potassium). Les composés organiques oxydables l'ion bichromate en ion chromique de couleur verte.

❖ Matériels

- Cuve ronde ;
- Spectrophotomètre UV ;
- thermo réacteur (CR 2200) ;
- Pipette.

❖ Réactifs :

- Boîte de réactif : LCK 514 (90% d'acide sulfurique, sulfate de mercure, agent sulfate).

❖ Mode opération :

- Ajouter à l'aide de la pipette 2 ml de l'échantillon d'eau dans la cuve ronde ;
- Fermer et nettoyer l'extérieur de la cuve ;
- Retourner doucement à plusieurs reprises pour homogénéiser, la cuve deviendra très chaude à l'étape de ce mélange ;
- Placer la cuve ronde dans le thermo réacteur ;
- Chauffer la cuve ronde pendant 2 heures ;
- Attendre environ 20 minutes afin de laisser refroidir la cuve ronde à température ambiante ;
- Placer la cuve ronde dans le Spectrophotomètre ;
- Les résultats sont affichés directement sur Spectrophotomètre.



Photo III.11: Réactifs et appareils de mesure de la DCO

III.3.2.3. Le phosphore (PO_4)

❖ Principe

C'est la mesure de quantité de phosphore (PO_4) présente dans l'eau brute et épurée (0.00 à 3.50 mg/l) par méthode phosVer3 avec digestion au persulfate

❖ Mode opératoire

- Prélever 1 ml à l'aide d'une pipette de l'échantillon mère ;
- Introduire ce 1 ml dans un bécher ;
- Compléter à 10 ml avec de l'eau distillée ;
- Ajouter le réactif (phosphore PGT) à cette eau ;
- Faire une agitation légère ;
- Laisser la solution se reposer pendant 2 min ;
- Mettre en marche le spectrophotomètre ;
- Remplir la cuve avec de l'eau distillée (blanc) ;
- Essuyer la cuve ;
- Introduire la cuve de référence dans le port cuve ;
- Programmer la longueur d'onde désirée (890nm) ;
- Enlever la cuve de référence ;
- Introduire la cuve remplie précédemment par l'échantillon à mesurer ensuite l'essuyer ;
- Appuyer sur la touche (READ) puis lire le résultat

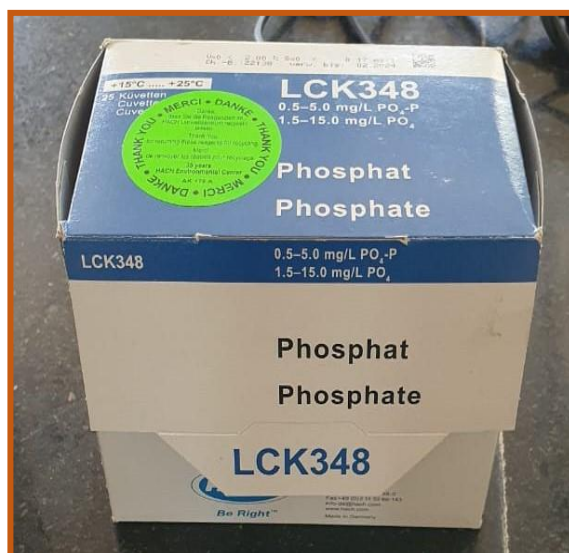
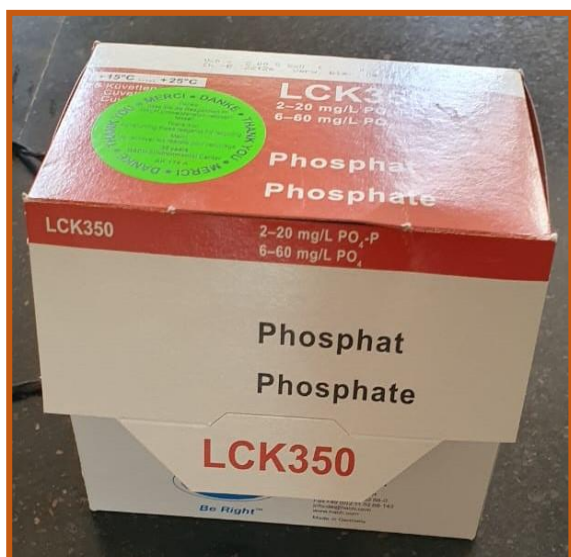


Photo III.12: Tube de phosphore

III.3.2.4 Dosage d'azote total (NT)

❖ Principe

C'est la mesure de quantité d'azote total (N) présente dans l'eau brute et épurée (0.00 à 25 mg/l) par méthode de digestion TNT ou persulfate.

❖ **Mode opératoire**

- Programme : 350 régler à 410 nm ;
- Blanc : 2ml d'eau désionisée dans le tube d'hydroxyde d'azote total + une pochette de réactif persulfate;
- Échantillon : 2ml d'eau brute et épurée dans le tube d'hydroxyde d'azote total +2 pochettes de réactif persulfate ;
- Placer les tubes dans l'étuve à 105°C pendant 30min ;
- Après le réchauffement, laisser refroidir et ajouter réactif NTA, agiter et appuyer sur Shift5 pendant 3 min ; puis ajouter réactif NTB et agiter puis appuyer sur Shift5 pendant 2min ;
- Prélever 2ml d'hydroxyde de 3 tubes et les ajouter dans 3 tubes de réactif NTC ; agiter et appuyer sur Shift5 pendant 5min ;
- Faire la lecture à l'aide de spectrophotomètre.



Photo III.13 : Tube d'azote total

III.3.2.5. Dosage de nitrite (NO^-_2)❖ **Principe**

C'est la mesure de quantité de nitrite (NO^-_2) présente dans l'eau brute et épurée (0.00à0.30mg/l) par filtration.

❖ **Mode opératoire**

- Programme : 371 régler à 507 nm ;
- Blanc : 10ml d'échantillon ;
- Échantillon : 10ml d'eau brute et épurée +2 pochettes de réactif NitriVer3 ;
- Agiter et appuyer sur Shift5 pendant 20min ;
- Faire la lecture sur spectrophotomètre.

❖ Remarque

La présence de nitrite indique la coloration rose



Photo III.14 : Dosage de nitrite

III.3.2.6. Dosage de nitrate (NO_3^-)

❖ Principe

C'est la mesure de quantité de nitrate (NO_3^-) présente dans l'eau brute et épurée (0.00 à 4.5mg/l) par filtration.

❖ Mode opératoire

- Programme : 353 régler à 400 nm ;
- Blanc : 25 ml l'eau désionisée ;
- Échantillon : 25ml d'eau brute et épurée +2 pochettes de réactif NitraVer5 ;
- Agiter et appuyer sur Shift5 et laisse 10min puis une autre Shift5 et laisse 5min ;
- Faire la lecture sur spectrophotomètre.



Photo III.15 : Dosage de nitrate

III.3.2.7. Dosage d'azote ammoniacal (N-NH₃)

❖ Principe

C'est la mesure d'azote ammoniacal (N-NH₃) présente dans l'eau brute et épurée (0.00 à 0.80mg/l) par filtration.

❖ Mode opératoire

- Programme : 385 régler à 655 nm ;
- Blanc : l'eau désionisée 10ml+une pochette de réactif de Salicylate+ une pochette de cyanurate ;
- Echantillon : 10ml d'eau brute et épurée +une pochette de Salicylate appuyé sur Shift5 pendant 3min +une pochette de cyanurate, appuyé sur Shift5 pendant 15min ;
- Faire la lecture sur spectrophotomètre ;
- En présence d'ammoniac, une coloration verte apparaisse.

III.4. Conclusion

Afin d'apparaître la qualité physico-chimiques et microbiologique des eaux usées brutes et épurées de la STEP d'Oued Souf, il est indispensable de procéder à des analyses des paramètres de pollution. Les paramètres bactériologiques sont les plus délicats soit pour leurs prélèvements, pour la conservation des échantillons ou pour leurs analyses. Pour ces raisons, l'analyseur doit être vigilant et prend en considération toutes les conditions de prélèvement, d'échantillonnage et d'analyses nécessaires. Le choix de la place appropriée de prélèvement des échantillons et leur conservation dans les conditions idéales jouent un rôle important dans les analyses pour obtenir des bons résultats, donc, les analyses des paramètres polluantes sont nécessaires pour connaître le degré de pollution et son risque à l'aide des appareils à technologie moderne. Les analyses physico-chimiques effectuées au sein de la STEP d'Oued Souf sont indispensables pour pouvoir juger de la performance de la STEP et d'avoir une idée globale sur le rendement des différentes étapes d'épuration .

CHAPITRE VI

RESULTATS ET DISCUSSIONS

IV.1. Introduction

Au cours de cette étape de l'étude, nous présentons les résultats des analyses physico-chimiques au niveau de la station étudiée pour évaluation préliminaire de l'efficacité et la performance de système du lagunage aéré dans le milieu saharien dans la région d'Oued Souf.

Dans ce chapitre, les paramètres de pollution analysés seront suivis pendant une période de 12 mois pour l'année 2022 à l'entrée et à la sortie de la station. Ceci afin d'évaluer et juger le pouvoir épuratoire ou le rendement des ouvrages de traitement de la station à étudier.

IV.2. Rendement épuratoire

L'évaluation du le rendement d'élimination de la charge polluante de la station et l'interprétation des résultats obtenus sont basé essentiellement sur le critique des valeurs des paramètres physico-chimiques.

Le pourcentage d'abattement de la pollution (R %) est donné par la relation suivante :

$$R \% = \frac{(CO - Cf)}{CO} \times 100$$

Avec:

CO: Concentration initiale du paramètre considéré ou celle dans l'eau usée brute

Cf: Concentration finale du paramètre considéré ou celle dans l'eau traitée

IV.3. Résultats et discussions des paramètres analysés

IV.3.1. Les paramètres physiques

IV.3.1.1. Température

La température est un facteur écologique important des milieux aqueux. Son élévation peut perturber fortement la vie aquatique (pollution thermique). Elle joue un rôle important dans la nitrification et la dénitrification biologique. Les résultats de la variation de la température au cours de l'année 2022 sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau IV 01 : Variation mensuelle de la température (année 2022).

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juill	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc
Eau brute												
T (C°)	15,40	19,83	19,10	24,16	27,40	32,30	34,16	33,30	31,47	28,87	20,00	20,10
Eau épurée												
T (C°)	14,20	18,65	16,90	23,29	26,30	31,90	33,29	32,00	30,20	27,57	19,40	17,40
Norme	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30

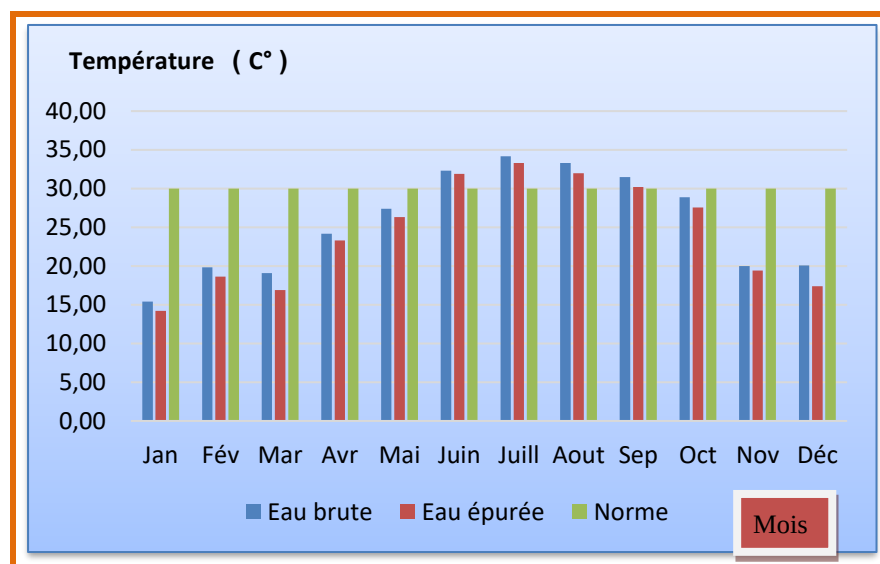


Figure IV.01 : Variation mensuelle de la température (année 2022).

D'après les résultats obtenus, On constate que les températures varient entre **15.40 °C** et **34.16 °C** pour les eaux brutes, et entre **14.20 °C** et **33.29 °C** pour les eaux traitées (**tableau IV 01**). Les valeurs les plus faibles ont été enregistrées dans le mois de Janvier pour les deux types d'eaux, tandis que les valeurs maximales sont attribuées au mois de juillet également pour les deux types d'eaux. Les valeurs des températures obtenues pendant la période d'étude sont presque stables en comparant l'entrée et la sortie de la STEP. Ceci est bien illustré sur la représentation graphique des températures (**figure IV.01**), La variation des températures est due essentiellement aux conditions climatiques de la zone d'étude, et aux changements de la température de l'air au cours des saisons. On peut dire aussi que la majorité des résultats obtenus sont inférieurs aux normes algériennes et de l'OMS de rejet des eaux usées (**30°C**).

IV.3.1.2. Conductivité électrique

La conductivité est une mesure de la capacité d'une eau à conduire un courant électrique entre deux électrodes. La plupart des matières dissoutes dans l'eau se trouvent sous forme d'ions chargées électriquement. La mesure de la conductivité permet donc d'apprécier la quantité des sels dissous dans l'eau, elle dépend également de la température de l'eau et elle est plus importante lorsque la température augmente.

Les résultats de la variation de la conductivité électrique au cours de l'année 2022 sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau IV.02: Variation mensuelle de la conductivité électrique (année 2022).

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juill	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc
Eau brute ($\mu\text{s/cm}$)	5,28	5,06	5,21	5,33	4,96	5,15	5,33	5,85	5,31	5,33	5,21	4,80
Eau épurée ($\mu\text{s/cm}$)	5,36	5,37	5,32	5,56	5,22	5,33	5,56	5,57	5,46	5,20	5,34	5,06
Norme	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5

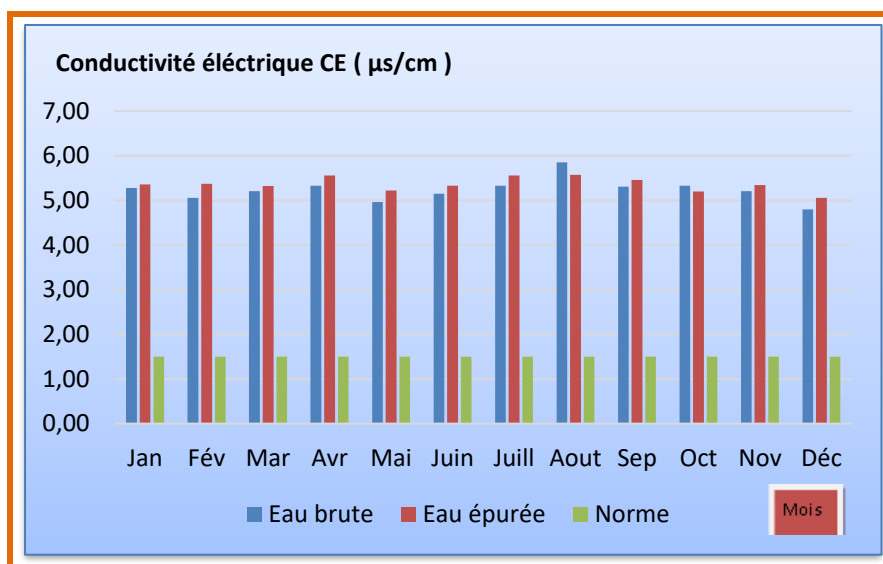


Figure IV.02 : Variation mensuelle de la conductivité électrique (année 2022).

D'après le (tableau IV.02), on ne remarque pas vraiment une variation de la conductivité dans la majorité des prélèvements, les valeurs de la conductivité sont proches entre les eaux usées brutes et les eaux traitées. Les résultats montrent que la conductivité varie entre **4.80 µS/cm** dans le mois de décembre et **5.85 µS/cm** dans le mois d'aout pour les eaux brutes, et entre **5.06 µS/cm** dans le mois de décembre et **5.57 µS/cm** dans le mois d'aout pour les eaux traitées. Cette stabilisation de la conductivité revient que les traitements physiques ou biologiques n'ont qu'une faible incidence.

La variation de ce paramètre pour une même agglomération, et sa comparaison avec la conductivité de l'eau distribuée, permettent de conclure sur une variation de charge polluante. Pour une même eau distribuée, tout rejet polluant s'accompagne d'un accroissement de la conductivité. Il faut noter également que les traitements physiques ou biologiques n'ont qu'une faible incidence sur ce paramètre et que sa valeur varie peu entre l'eau brute et l'eau traitée. [52]

IV.3.1.3. Matière en suspension (MES)

Ce sont des particules solides très fines qu'on peut voir 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. [53]

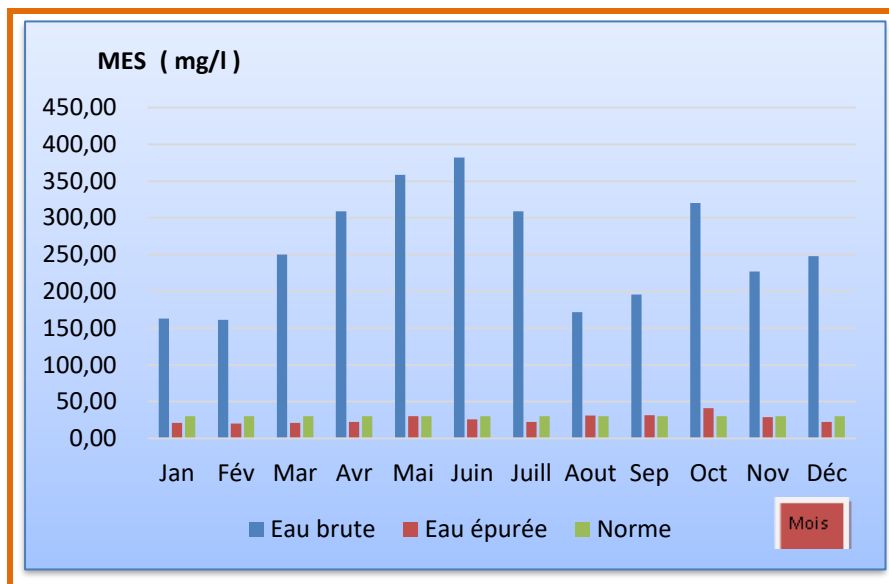
Les MES s'expriment par la relation suivante :

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

Les résultats de la variation de la matière en suspension au cours de l'année 2022 sont figurés dans le tableau suivant :

Tableau IV.03 : Variation mensuelle de la matière en suspension (MES) (année 2022).

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juill	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc
Eau brute (mg/l)	163,00	161,20	250,00	308,76	358,67	382,00	308,76	171,50	195,79	320,00	227,00	248,00
Eau épurée (mg/l)	21,00	19,98	21,00	22,22	30,33	26,00	22,22	31,00	31,67	40,93	29,00	22,50
Norme	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30

**Figure IV.03 : Variation mensuelle de la matière en suspension (Année 2022).**

En examinant les résultats que nous avons obtenus, il paraît clairement que les valeurs enregistrées de la MES subissent une réduction importante après traitement, elles oscillent entre **382 mg/l** et **161.20 mg/l** à l'entrée de la STEP, ces valeurs sont probablement liées à un arrivage d'eau chargée en matière minérale. En ce qui concerne les eaux épurées, les concentrations de MES varient entre **19.98 mg/l** et **40.93 mg/l**, ces valeurs sont généralement inférieures aux normes algériennes de rejet (**30 mg/l**). Le rendement d'élimination avoisine les **88.98 %**. Cette diminution est due d'une part à la sédimentation des particules au niveau du dessableur et de l'autre part à l'élimination des particules par le dégrilleur ainsi que par le phénomène d'adsorption des matières en suspension sur les floccs biologiques.

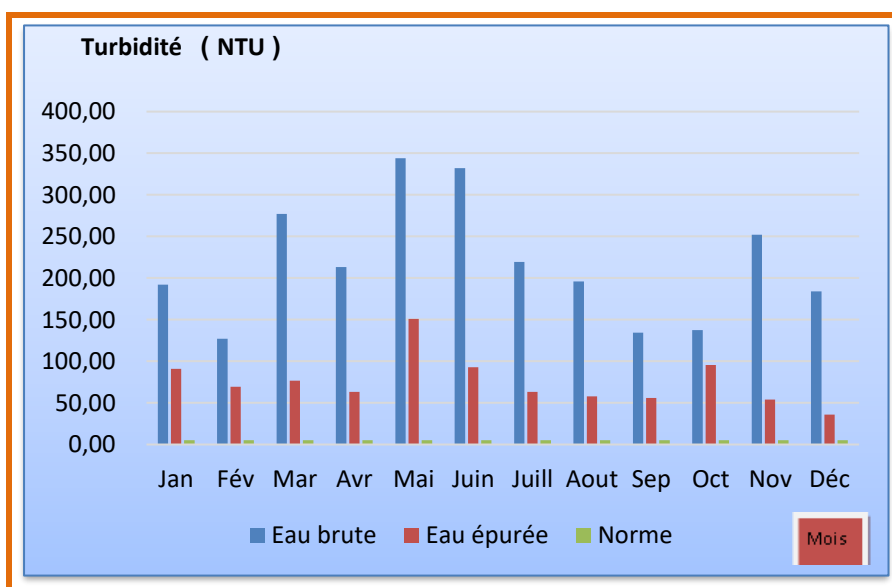
Tableau IV.04 : Les charges moyennes des MES dans les EB et les EE et les rendements de leur élimination (**année 2022**).

mois	Charge moyenne de la MES dans l'eau usée brute (mg/L)	Charge moyenne de la MES dans l'eau usée traitée (mg/L)	Rendements d'élimination de la MES pendant chaque mois (%)
Janvier	163,00	<u>21,00</u>	87,12
Février	<u>161,20</u>	19,98	87,61
Mars	250,00	<u>21,00</u>	91,60
Avril	308,76	22,22	92,80
Mai	358,67	30,33	91,54
Juin	<u>382,00</u>	26,00	<u>93,19</u>
Juillet	308,76	22,22	92,80
Août	171,50	31,00	<u>81,92</u>
Septembre	195,79	31,67	83,82
Octobre	320,00	<u>40,93</u>	87,21
Novembre	227,00	29,00	87,22
Décembre	248,00	22,50	90,93
moyenne	257,89	26,49	88,98

IV.3.1.4. Turbidité

Tableau IV.05: Variation mensuelle de la Turbidité (**année 2022**).

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juill	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc
Eau brute (NTU)	192,00	127,00	277,00	213,33	344,00	332,00	219,33	196,00	134,53	137,50	252,00	184,00
Eau épurée (NTU)	91,00	69,30	76,80	63,38	151,00	93,00	63,38	58,00	55,83	95,60	53,90	36,00
Norme	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50

**Figure IV.04 :** Variation mensuelle de la Turbidité (**année 2022**).

La turbidité est due à la présence de matières en suspension et colloïdales entraînées dans les eaux. C'est un paramètre physique très important pour le contrôle de qualité des eaux usées. Les résultats obtenus montrent que la turbidité des eaux usées avant traitement oscille entre **127 NTU** enregistrée dans le mois de février et **344 NTU** observée durant le mois de mai. Alors que pour les eaux traitées elle est entre **36** et **151 NTU** enregistrées respectivement dans les mois de décembre et mai. Les valeurs réduites de la turbidité à la sortie de la station pourrait être expliquée par la bonne décantation des boues dans les bassins de décantations. Malgré cette diminution, les valeurs de la turbidité dépassent généralement la valeur limite acceptable pour les eaux destinées à rejeter dans le milieu naturel (**50 NTU**), ces dépassements montre que l'eau usée est chargées en MES et colloïdales.

IV.3.2. Paramètres chimiques

IV.3.2.1. Potentiel d'hydrogène (pH)

Le pH joue un rôle capital dans le traitement biologique, il exprime le degré d'acidité ou d'alcalinité des eaux usées. Ce paramètre joue également un rôle primordial :

- ✚ Dans les propriétés physico-chimiques (entartrage, agressivité);
- ✚ Dans les processus biologiques, dont certains exigent des limites de pH très étroites se situant entre **6,5 et 8,5**. [54]

Les résultats de pH au cours de l'année 2017 sont regroupés dans le tableau suivant :

Tableau IV.06: Variation mensuelle du potentiel d'hydrogène (pH) (année 2022).

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juill	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc
Eau brute pH	7,50	7,43	7,42	7,80	7,47	7,66	7,80	7,83	7,42	6,98	6,60	6,72
Eau épurée pH	7,51	7,47	7,61	7,96	7,73	7,92	7,96	8,01	7,59	7,75	6,82	6,83
Norme	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5

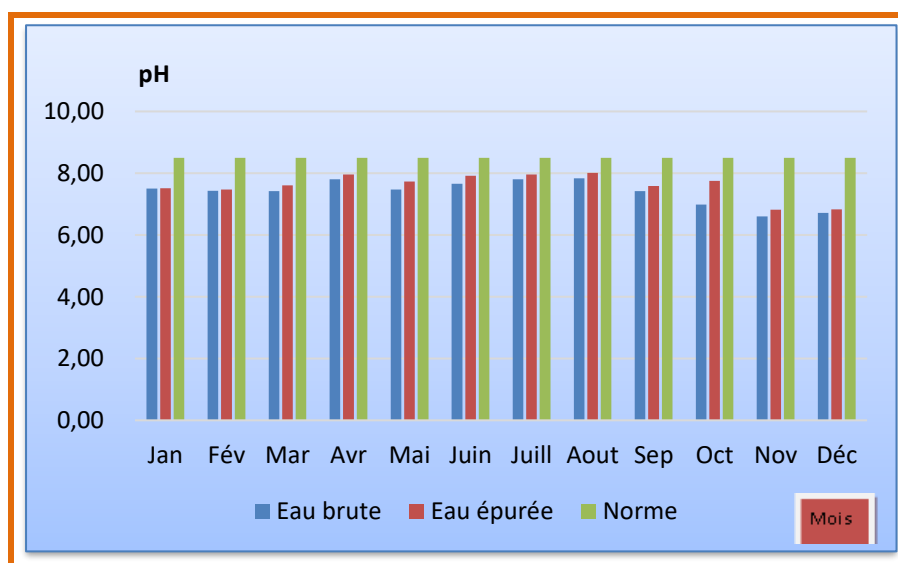


Figure IV.05 : Variation mensuelle du potentiel d'hydrogène (année 2022).

Au vu de ces résultats, nous pouvons dire, que les valeurs du pH mesurées durant la période d'essai oscillent entre **6,60** et **7,83** pour les eaux brutes, et entre **6,82** et **8,01** pour des eaux traitées. Ces valeurs sont proches à la neutralité avec une légère tendance à l'alcalinisation dans la plupart des temps. Ceci est attribué à la contenance des eaux souterraines (utilisées pour la production de l'eau potable) en ions bicarbonate. [55]

Tous les résultats respectent les normes algériennes des rejets (**8,5**), par conséquent, nous pouvons dire que le pH se situe dans la bonne gamme d'activité des microorganismes en favorisant aisément un traitement biologique étant donné qu'il n'est pas loin de la neutralité. [56]

IV.3.2.2. Phosphore total (PT)

Le tableau IV.07 et la figure IV.06 présentent la variation mensuelle du Phosphore total (PT)

Tableau IV.07: Variation mensuelle de le phosphore total (année 2022).

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juill	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc
Eau brute (mg/l)	13,00	—	10,50	—	13,90	—	5,32	—	—	—	—	9,06
Eau épurée (mg/l)	9,48	—	5,40	—	5,06	—	3,42	—	—	—	—	4,54
Norme	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10

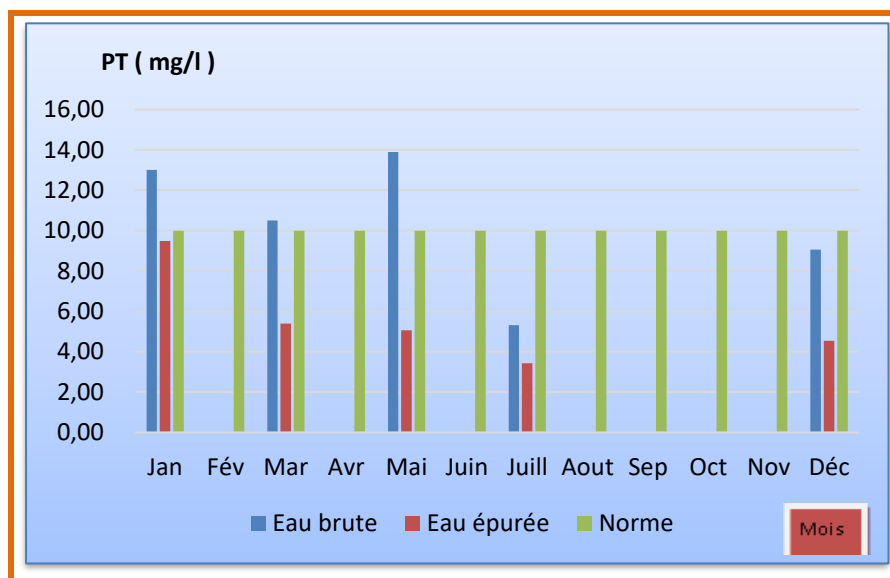


Figure IV.06 : Variation mensuelle du phosphore total (année 2022).

L'examen des résultats que nous avons obtenu montre la valeur de phosphore total de l'eau brute sont comprise entre **5,32 mg/l** enregistré pendant le mois de juillet et **13,90 mg/l** enregistré pendant le mois de Mai. Tandis que lorsqu'il s'agit de l'eau traitée, elle oscille entre **3,42 mg/l** pendant le mois de juillet et **9,48 mg/l** pendant le mois de janvier, ces valeurs sont conformes en bon accord avec les normes algériennes de rejet (**10 mg/l**). Cela est dû à l'activité des micro-organismes qui participent à la dégradation de phosphate organique.

IV.3.2.3. Phosphates (PO_4^{-3})

Les phosphates sont des formes minérales du phosphore formés à partir d'ions PO_4^{-3} . Les résultats obtenus des concentrations d'ortho-phosphate pour les eaux brutes et épurées sont données dans le tableau suivant :

Tableau IV.08 : Variation mensuelle des phosphates (PO_4^{-3}) (année 2022).

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juill	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc
Eau brute (mg/l)	5,32	—	5,11	—	6,43	—	3,85	—	4,18	—	—	10,30
Eau épurée (mg/l)	0,40	—	0,30	—	0,44	—	0,30	—	2,97	—	—	0,72
Norme	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

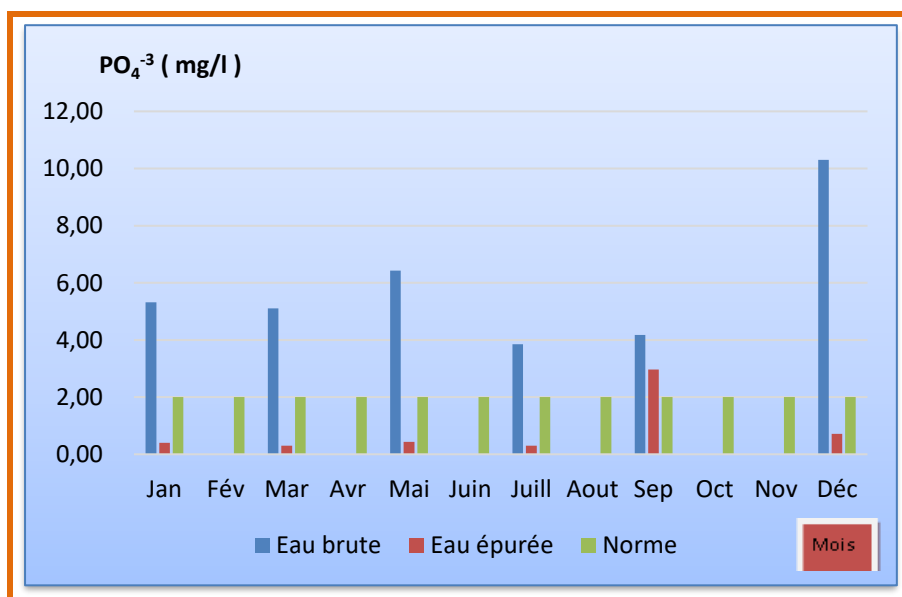


Figure IV.07 : Variation mensuelle des phosphates (PO_4^{-3}) (année 2022).

L'origine du phosphore dans les eaux usées domestiques est déduite de la connaissance des sources de phosphore naturel et de son utilisation. [39] Il provient du métabolisme humain ; un homme excrète entre **1 et 2 grammes** de phosphore par jour ce qui représente **30 à 50%** du phosphore total. [58] et les rejets de détergents qui sont à l'origine de **50 à 70%** du phosphore. Ces détergents et en particulier, les lessives, utilisent des polyphosphates pour lutter contre la dureté de l'eau, faciliter l'émulsion des graisses et maintenir la salissure en suspension. Les polyphosphates sont ensuite rejetés au cours du rinçage et ont tendance à s'hydrolyser en phosphates dans les eaux usées, c'est pour cela on trouve des quantités de phosphates dans les rejets domestiques. D'après les résultats obtenus, les valeurs des (PO_4^{-3}) varient d'un minimum de **3.85 mg/l** à un maximum de **10.30 mg/l** lorsqu'il s'agit des eaux brutes, Ceci est du probablement aux déversements des eaux usées industrielles et domestiques riches en détergents phosphatées. Elles sont entre **0.30 mg/l** et **2.97 mg/l** pour les eaux traitées. A l'exception du mois de

septembre, l'élimination des PO_4^{3-} est très remarquable et les concentrations de ce paramètre chimique sont au-dessous la valeur limite fixé par la réglementation algérienne de rejet (**2 mg/l**). Cette diminution significative peut être expliquée par la déphosphatation biologique basée sur la capacité de certains micro-organismes à accumuler le phosphore au-delà de leur besoin métabolique. Ce métabolisme est connu sous le nom d'EBPR « Enhanced Biological Phosphate Removal ». Les micro-organismes assurant la dégradation du carbone et de l'azote intègrent du phosphore à leur matériel cellulaire.

IV.3.2.4. Azote total (NT)

Parmi les éléments présents dans l'eau, deux sont très importants parce qu'ils sont indispensables à la synthèse des micro-organismes et des végétaux dans le milieu aquatique. Il s'agit de l'azote (N) et du phosphore (P) assimilés généralement par les plantes sous forme de nitrate NO_3^- et de phosphate PO_4^{3-} . L'azote est présent dans les matières organiques complexes, par exemple les protéines des déchets alimentaires, ainsi que dans les micro-organismes et dans l'ammoniaque NH_4^+ issus de nos déchets fécaux. Dans la mesure de l'azote, on distingue l'azote ammoniacal et l'azote organique. L'ensemble représentent l'azote sous forme réduite dit azote Kjeldhal, et l'azote total qui comprend aussi les formes oxydées, nitrites et nitrates.

Les résultats de l'Azote total (NT) au cours de l'année 2022 sont regroupés dans le tableau suivant :

Tableau IV.09 : Variation mensuelle de l'Azote total NT (année 2022).

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juill	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc
Eau brute (mg/l)	476,00	—	164,50	—	329,00	—	147,00	—	199,90	—	—	—
Eau épurée (mg/l)	286,00	—	152,50	—	301,00	—	90,00	—	103,00	—	—	—
Norme	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30

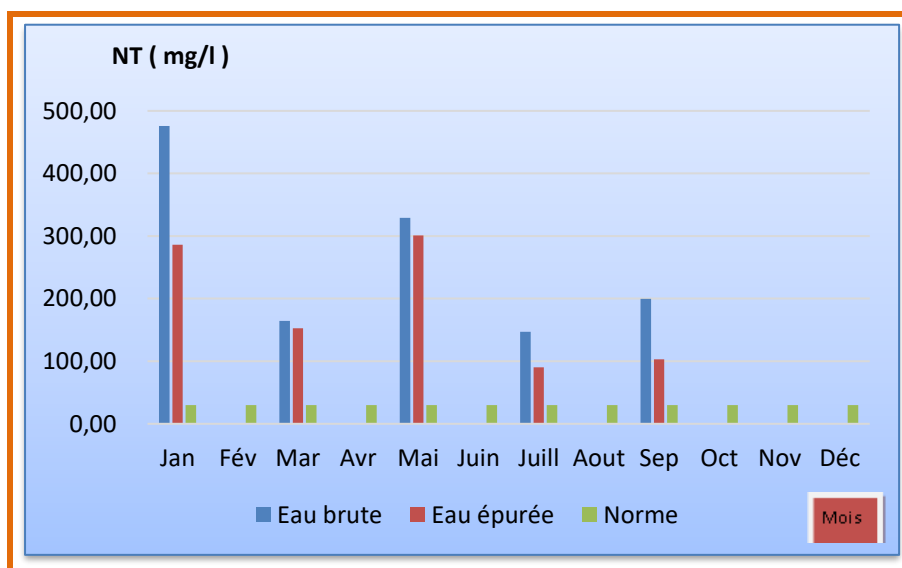


Figure IV.08: Variation mensuelle de l'Azote total (année 2022).

D'après les résultats que nous avons obtenus, la valeur de l'azote total, se situent dans un intervalle de **147 mg/l à 476 mg/l** à l'entrée de la station et **90 mg/l à 301 mg/l** à la sortie de la station, Donc Malgré qu'il ya une certaine diminution dans la teneur en azote total enregistrées à la sortie de la station, les concentrations de l'azote totale des eaux traitées dépassent largement la valeur limite fixée par que ce soit les normes de rejet algérienne et de l'OMS. L'azote pouvant subir différentes transformations lors d'un traitement biologique (passage de la forme ammoniacale à la forme nitreuse puis nitrique et retour à la forme gazeuse). Ce qui peut expliquer la réduction des teneurs en NT à la sortie de la station. Les valeurs élevées de NT enregistrés dans les eaux épurées peuvent être expliquée par la présence d'une charge importante de la pollution azotée à la sortie de la station et qui entraîne généralement un développement excessif des algues et plantes dans le milieu récepteur et une consommation supplémentaire de l'oxygène dissous, d'où une dégradation du milieu aquatique (Phénomène d'eutrophisation).

Tableau IV.10 : Variations des moyennes mensuelles de l'azote total Kjeldahl et les rendements de leurs éliminations (année 2022).

mois	Charge moyenne de la NT dans l'eau usée brute (mg/L)	Charge moyenne de la NT dans l'eau usée traitée (mg/L)	Rendements d'élimination de la NT pendant chaque mois (%)
Janvier	476,00	286,00	39,92
Février	—	—	—
Mars	164,50	152,50	7,29
Avril	—	—	—
Mai	329,00	301,00	8,51
Juin	—	—	—
Juillet	147,00	90,00	38,78
Août	—	—	—
Septembre	199,90	103,00	48,47
Octobre	—	—	—
Novembre	—	—	—
Décembre	—	—	—
moyenne	263,28	186,50	28,59

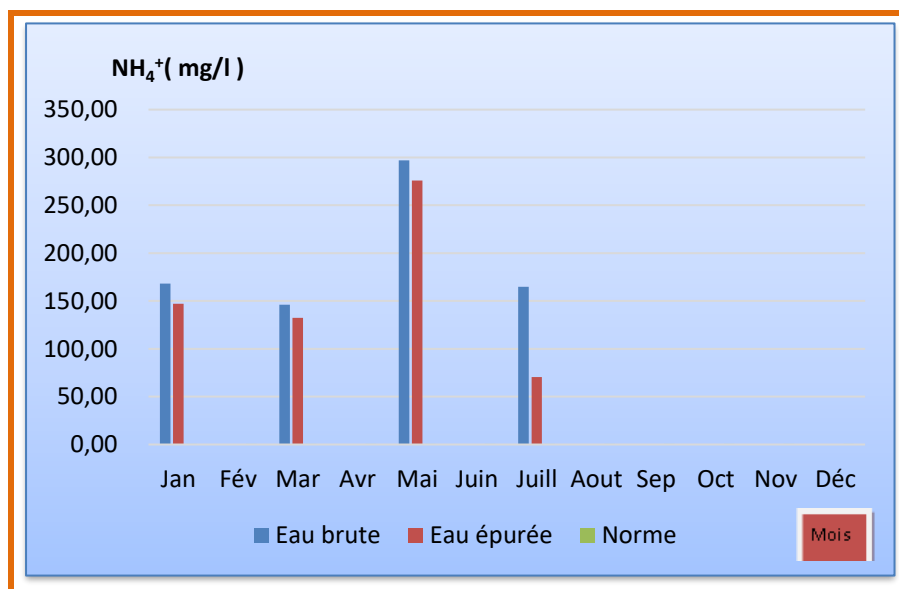
IV.3.2.5. Azote ammoniacal (NH_4^+)

L'azote ammoniacal est présent sous deux formes en solution, l'ammoniac NH_3 et l'ammonium NH_4^+ , dont les proportions relatives dépendent du pH et de la température. L'ammonium est souvent dominant ; c'est pourquoi, ce terme est employé pour désigner l'azote ammoniacal ; en milieu oxydant, l'ammonium se transforme en nitrites puis en nitrates ; ce qui induit une consommation d'oxygène. [59]

Le tableau suivant montre les résultats d'analyses de l'azote ammoniacal (NH_4^+) au cours de l'année 2022.

Tableau IV.11 : Variation mensuelle de L'azote ammoniacal (NH_4^+) (année 2022).

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juill	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc
Eau brute (mg/l)	168,00	—	146,00	—	297,00	—	164,80	—	—	—	—	—
Eau épurée (mg/l)	147,00	—	132,50	—	276,00	—	70,60	—	—	—	—	—
Norme	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5

**Figure IV.09 : Variation mensuelle de l'azote ammoniacal (année 2022).**

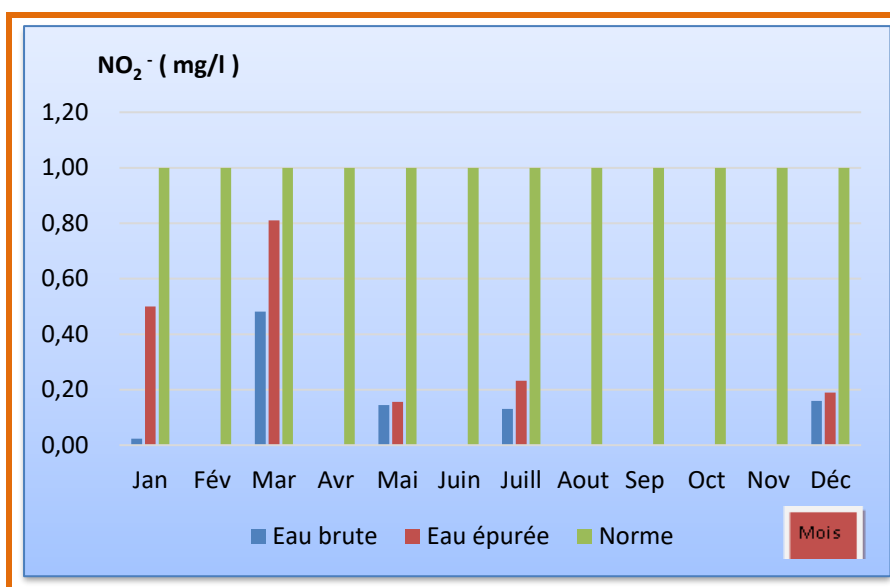
Ces résultats mettent en évidence que les teneurs en azote ammoniacal diminuent de l'entrée vers la sortie d'une manière non significative. On remarque que les valeurs des concentrations de l'azote ammoniacal à l'entrée de la STEP sont instables, elles varient entre **146 mg/l** et **297 mg/l**, cela est dû à la variation du rejet entrant à la station, alors qu'à la sortie, ces valeurs oscillent entre **70.60 mg/l** et **276 mg/l**. La diminution de la concentration de l'azote ammoniacal à la sortie peut résulter par la dégradation de ce dernier en nitrite et nitrate. Malgré qu'il ya une faible réduction dans les concentrations de l'azote ammoniacal après traitement, ces dernières dépassent fortement les normes L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) de rejet (**<0,5 mg/l**). Ceci traduit habituellement un processus de dégradation incomplet de la matière organique lorsque la teneur en oxygène est insuffisante pour assurer sa transformation. Cette augmentation dépend à l'origine des eaux usées que nous traitons et à l'élévation de la teneur en NH_4^+ de l'eau usée avant le traitement.

IV.3.2.6. Nitrites (NO_2^-)

Les ions nitrites (NO_2^-) sont un stade intermédiaire entre l'ammonium (NH_4^+) et les ions de nitrates (NO_3^-). Les bactéries nitrifiantes (nitrosomonas) transforment l'ammonium en nitrites c'est la nitratisation. [50]
Les résultats des NO_2^- au cours de l'année 2022 sont regroupés dans le tableau V.12:

Tableau IV.12 : Variation mensuelle de Les nitrites (NO_2^-) (année 2022).

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juill	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc
Eau brute (mg/l)	0,02	—	0,48	—	0,15	—	0,13	—	—	—	—	0,16
Eau épurée (mg/l)	0,50	—	0,81	—	0,16	—	0,23	—	—	—	—	0,19
Norme	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

**Figure IV.10:** Variation mensuelle des nitrites (NO_2^-) (année 2022).

L'examen des résultats obtenus, nous permet de dire que des concentrations des nitrites après traitement légèrement moins celles enregistrées à l'entrée de la station. Les résultats obtenus montrent clairement que les valeurs de nitrite sont inférieures aux normes de rejet de l'OMS ($< 1\text{mg/l}$).

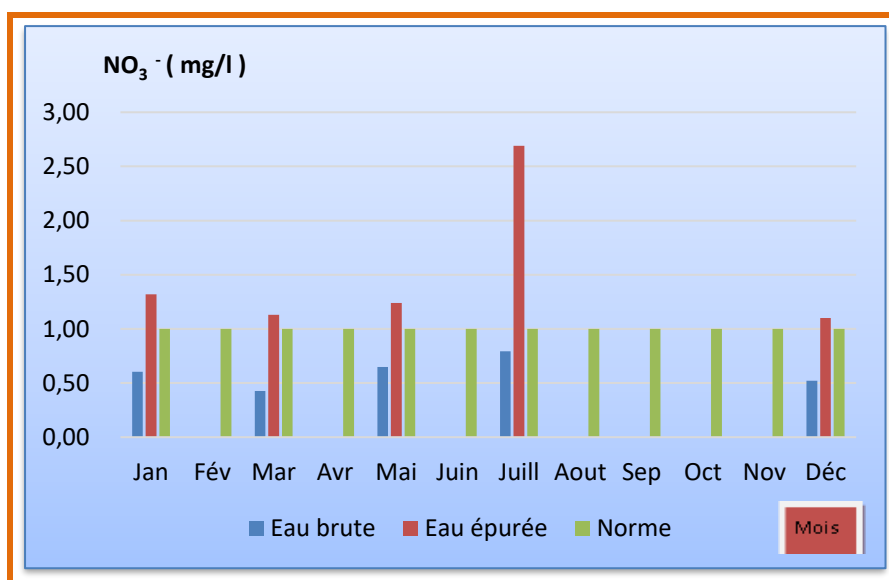
Les nitrites proviennent soit d'une oxydation incomplète de l'ammoniaque où la nitrification n'était pas conduite à son terme, soit d'une réduction des nitrates sous l'influence d'une action dénitrifiant à des températures élevées, cette dernière joue un rôle important pour le fonctionnement du système de traitement. [60]

IV.3.2.7. Nitrates (NO_3^-)

Les nitrates constituent le stade final de l'oxydation de l'azote organique dans l'eau. Les bactéries nitratâtes (nitrobacters) transforment les nitrites en nitrates. [50]

Tableau IV.13: Variation mensuelle de Les nitrates (NO_3^-) (année 2022).

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juill	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc
Eau brute (mg/l)	0,60	—	0,43	—	0,65	—	0,79	—	—	—	—	0,52
Eau épurée (mg/l)	1,32	—	1,13	—	1,24	—	2,69	—	—	—	—	1,10
Norme	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

**Figure IV.11:** Variation mensuelle des nitrates (NO_3^-) (année 2022).

L'examen des résultats obtenus montre que les valeurs mensuelles des nitrates varient dans un intervalle qui va d'un minimum de **0.43 mg/l** à un maximum de **0.79 mg/l** pour les eaux brutes et entre **1.10 mg/l** et **2.69 mg/l** pour les eaux traitées. Le transfert d'eau dans l'égout, véritable réacteur biologique, entraîne la diminution de ces nitrates, essentiellement en azote gazeux. La présence des microorganismes autotrophes vis-à-vis de l'azote, dégradent les protéines en azote ammoniacal. Les bactéries autotrophes telles que Nitrosomonas et Nitrobacter, transforment l'azote ammoniacal (NH_4^+) en présence d'oxygène pour produire des nitrites (NO_2^-) puis des nitrates (NO_3^-). Ces deux étapes mettent en œuvre l'oxydation de ces différents substrats par des bactéries aérobies qui en tirent l'énergie nécessaire à leur chimiosynthèse.

La capacité d'aération est en effet souvent suffisante pour assurer une nitrification poussée, ce qui explique la supériorité des teneurs en nitrates dans l'effluent traité comparativement à l'eau non traitée. Notons que les concentrations enregistrées aussi bien dans les eaux brutes que les eaux épurées dépassent les normes de l'OMS (< 1 mg/l).

IV.3.2.8. Oxygène dissous (OD)

L'oxygène dissous est un composé essentiel de l'eau car il permet la vie de la faune aquatique et il conditionne les réactions biologiques qui ont lieu dans les écosystèmes aquatiques. La solubilité de

l'oxygène dans l'eau dépend de différents facteurs, dont la température, la pression et la force ionique du milieu. Il s'exprime en **mg d'O₂/l**.

Les résultats de la variation de L'oxygène dissous au cours de l'année 2022 sont portés dans le tableau ci-dessous:

Tableau IV.14 : Variation mensuelle de l'oxygène dissous (année 2022).

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juill	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc
Eau brute (mg/l)	0,69	0,64	0,62	0,48	0,49	0,40	0,48	0,39	0,38	0,26	0,41	0,42
Eau épurée (mg/l)	4,00	4,10	5,21	1,98	4,42	4,15	1,98	1,91	1,58	4,66	4,15	5,22
Norme	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6

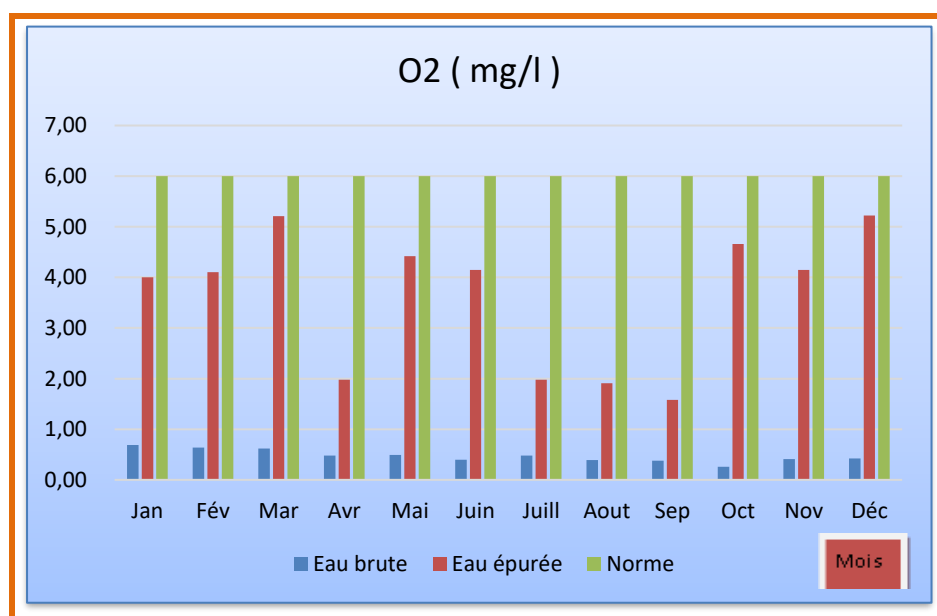


Figure IV.12 : Variation mensuelle de l'oxygène dissous (année 2022).

Les résultats du (**tableau V.14**) montrent que les eaux usées brutes sont caractérisées par des valeurs faibles en oxygène dissous, allant de **0.26 à 0.69 mg/L** lorsqu'il s'agit de l'eau brute. Lors de son passage dans les bassins, elle commence à s'enrichir avec l'oxygène de l'air et les concentrations d'O₂ deviennent entre **1.58 et 5.22 mg/l**. L'oxygène c'est un élément très important pour les traitements biologiques, il est mieux donc d'ajouter des aérateurs au bassin d'aération pour augmenter encore la concentration d'oxygène dissous à fin d'assurer une très bonne oxygénation afin d'aboutir par la suit un bon rendement de traitement. L'augmentation des teneurs en O₂ dans les eaux épurées comparativement aux eaux sans traitement contribue à l'efficacité de processus de dégradation biologique des composés organiques biodégradables. La teneur en oxygène dissous d'une eau est fonction de plusieurs facteurs, à savoir ; la pression atmosphérique, la température, la salinité et de l'intensité de l'activité photosynthétique. En effet, l'oxygène dissous provient soit de l'atmosphère par diffusion, soit de la photosynthèse des

organismes autotrophes, essentiellement les algues. Il est alors consommé lors de la décomposition des matières organiques par les micro-organismes aérobies et de l'oxydation de certaines substances chimiques. [54]

IV.3.2.9. Demande chimique en oxygène (DCO)

C'est la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder la matière organique (biodégradable ou non biodégradable) d'une eau à l'aide d'un oxydant. Ce paramètre offre une représentation plus ou moins complète des matières oxydables. Elle est exprimée en $\text{mg O}_2/\text{L}$. [50]

Le tableau IV.15 met en exergue les résultats de la variation mensuelle de la DCO (année 2022).

Tableau IV.15 : Variation mensuelle de la Demande chimique en oxygène (DCO) (année 2022).

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juill	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc
Eau brute (mg/l)	1 230,00	1 187,00	592,00	756,00	994,00	537,00	765,00	582,00	570,00	591,00	516,00	480,00
Eau épurée (mg/l)	209,00	183,50	123,00	159,00	177,50	164,00	159,00	139,67	153,00	89,10	125,40	165,00
Norme	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90

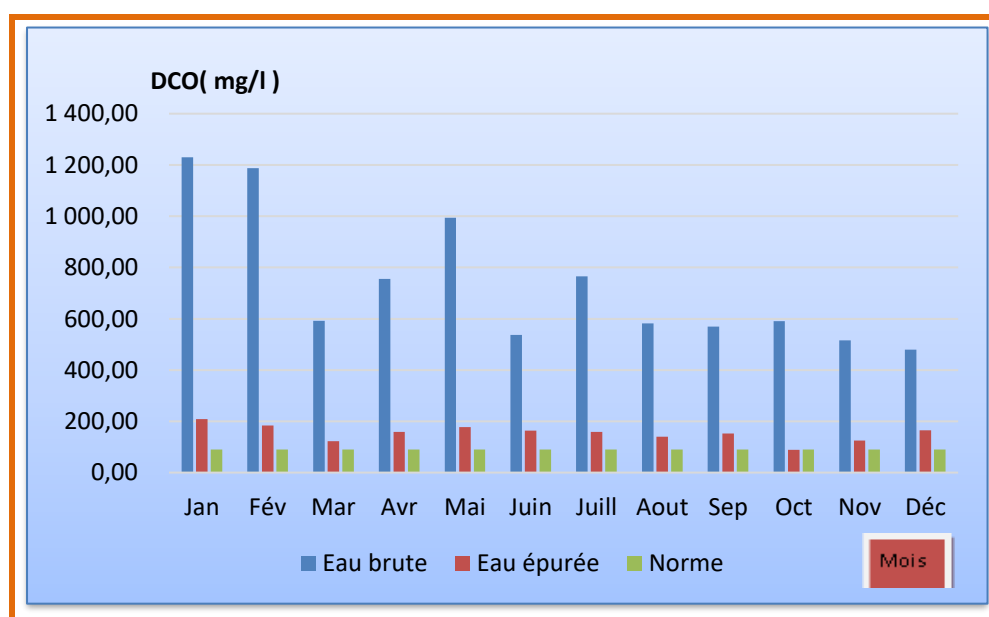


Figure IV.13: Variation mensuelle de la DCO (année 2022).

Au vu des résultats obtenus, Les valeurs de concentration de la DCO des eaux brutes varient entre un minimum de **480 $\text{mg O}_2/\text{l}$** et un maximum de **1230 $\text{mg O}_2/\text{l}$** . Les grandes valeurs de la DCO seraient dues à l'importance de la charge polluant en matières organiques et minérales. Ceci montre aussi que la contribution des activités industrielles à l'évolution de la DCO est forte. Après traitement, les valeurs de la DCO enregistrent une chute importante et affiche des valeurs comprises entre **89.10 $\text{mg O}_2/\text{l}$** (mois d'octobre) et **209 $\text{mg O}_2/\text{l}$** (mois janvier). Malgré cette diminution significative dans les valeurs de DCO qui peut être expliqué par la dégradation remarquable de la charge polluante, néanmoins ces valeurs restent loin des normes algériennes de rejet (**90 mg/l**).

Tableau IV.16 : Valeurs moyennes mensuelles de la DCO dans les EB et les EE et les rendements de leur élimination. (année 2022).

mois	Charge moyenne de la DCO dans l'eau usée brute (mg/L)	Charge moyenne de la DCO dans l'eau usée traitée (mg/L)	Rendements d'élimination de la DCO pendant chaque mois (%)
Janvier	<u>1 230,00</u>	<u>209,00</u>	83,01
Février	1 187,00	183,50	84,54
Mars	592,00	123,00	79,22
Avril	756,00	159,00	78,97
Mai	994,00	177,50	82,14
Juin	537,00	164,00	69,46
Juillet	765,00	159,00	79,22
Août	582,00	139,67	76,00
Septembre	570,00	153,00	73,16
Octobre	591,00	<u>89,10</u>	<u>84,92</u>
Novembre	516,00	125,40	75,70
Décembre	<u>480,00</u>	165,00	<u>65,63</u>
moyenne	733,33	153,93	77,66

IV.3.2.10. Demande Biochimique en oxygène (DBO₅)

La demande biochimique en oxygène pendant cinq jours, ou DBO₅ est l'un des paramètres de la qualité d'une eau. Ce paramètre est exprimé en milligramme d'oxygène nécessaire pendant cinq jours pour dégrader la matière organique contenue dans un litre d'eau.

Les résultats de la variation de DBO₅ lors de l'année 2022 sont mentionnés dans le tableau suivant :

Tableau IV.17: Variation mensuelle de la Demande Biochimique en Oxygène (DBO₅) (année 2022).

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juill	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc
Eau brute (mg/l)	483,00	469,00	327,00	220,00	350,00	—	220,00	275,00	—	—	—	295,60
Eau épurée (mg/l)	62,00	69,33	69,00	40,00	93,00	—	40,00	50,00	—	—	—	34,00
Norme	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30

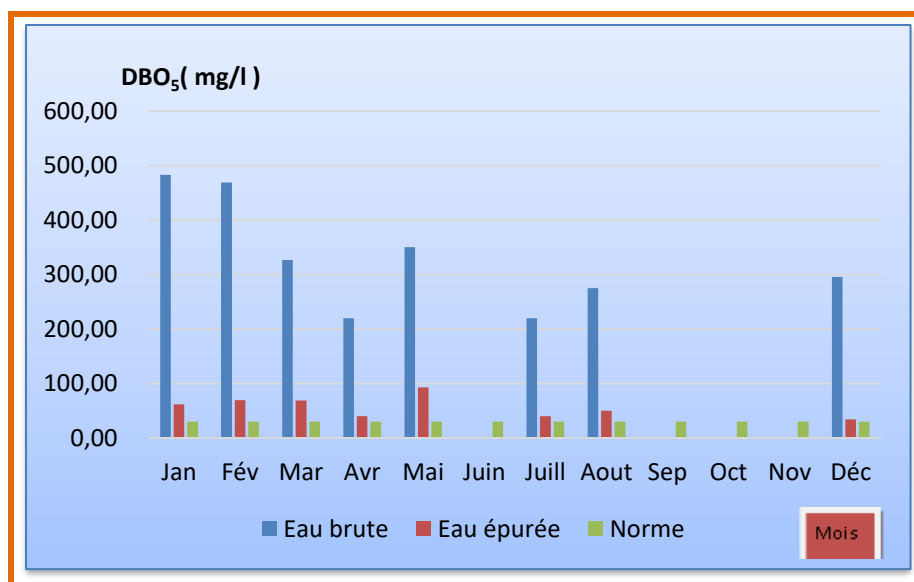


Figure IV.14 : Variation mensuelle de la DBO₅ (année 2022).

La (**figure IV.14**) représente la variation mensuelle de la DBO₅ de l'eau usée brute et de l'eau traitée, notons que l'eau brute présente une DBO₅ varie entre **220 et 483 mg /l**. Ces variations s'expliquent par la nature des eaux résiduaires entrant à la STEP. (**34 -93 mg/l**), Après traitement, les valeurs de la DBO₅ subissent une diminution importante, ceci souligne le rôle des bactéries aérobies et micro-organismes minéralisateurs qui utilisent l'oxygène pour détruire la matière organique. Elle atteint sa valeur minimale au mois d'Décembre (**34 mg/l**). Malgré cette diminution, les concentrations de la DBO₅ restent supérieures aux normes algériennes de rejet (**30 mg/l**), cette augmentation est due soit aux rejets sauvages (huileries, rejets industriels qui sont raccordées au même réseau d'assainissement), soit à une mauvaise aération.

Tableau IV.18 : Valeurs moyennes mensuelles de la DBO₅ dans les EB et les EE et les rendements de leur élimination. (année 2022).

mois	Charge moyenne de la DBO ₅ dans l'eau usée brute (mg/L)	Charge moyenne de la DBO ₅ dans l'eau usée traitée (mg/L)	Rendements d'élimination de la DBO ₅ pendant chaque mois (%)
Janvier	483,00	62,00	87,16
Février	469,00	69,33	85,22
Mars	327,00	69,00	78,90
Avril	220,00	40,00	81,82
Mai	350,00	93,00	73,43
Juin	—	—	—
Juillet	220,00	40,00	81,82
Août	275,00	50,00	81,82
Septembre	—	—	—
Octobre	—	—	—
Novembre	—	—	—
Décembre	295,60	34,00	88,50
moyenne	329,95	57,17	82,33

V.4 Conclusion

Au cours de ce chapitre, nous avons présenté les résultats des analyses des différents paramètres physico-chimiques permettant de juger la performance du système lagunage aéré dans le milieu saharien dans la région d'Oued Souf. L'étude est portée sur le suivi de ces paramètres comme la température, matière en suspension (**MES**), turbidité, pH, conductivité, oxygène dissous, pollution carbonée (**DCO**, **DBO₅**), et pollution inorganique (**azote** et **phosphore**) au niveau de cette station.

Les résultats des essais expérimentaux que nous avons obtenus mettent en évidence et d'une façon claire que la station d'épuration des eaux usées étudiée ne donne pas des résultats satisfaisants montrant ainsi la non efficacité de ce procédé biologique en l'année **2022** vis-à-vis la majorité des paramètres de pollution testés.

CONCLUSION GENERALE

Conclusion générale

Le traitement des eaux usées est devenu un impératif pour nos sociétés modernes. En effet, le développement des activités humaines s'accompagne inévitablement d'une production croissante de rejets polluants. Le but de l'épuration des eaux usées non seulement la protection de la santé humaine, mais aussi pour protéger les ressources en eaux et l'environnement.

L'objectif de ce travail est d'étudier l'efficacité de la station de lagunage aéré dans la région d'oued souf à travers le suivi de la qualité physico-chimiques des eaux usées avant et après un traitement supposé adéquat par cette station.

Au terme de cette étude, les résultats obtenus nous permettent de distinguer la grande différence entre les valeurs de pollution des eaux usées brutes et celles des eaux traitées, ceci dénote que le procédé de lagunage aéré est très utile pour l'épuration des eaux usées, dont l'abattement de la charge organique s'effectue avec des rendements très satisfaisants.

La variation des températures est due essentiellement aux conditions climatiques de la zone d'étude, et aux changements de la température de l'air au cours des saisons.

Les valeurs de la conductivité sont proches entre les eaux usées brutes et les eaux traitées. Ces dernières ne sont pas en accord avec la réglementation, ceci revient que les traitements physiques ou biologiques n'ont qu'une faible incidence.

Au sujet de la turbidité et malgré qu'il ya une certaine diminution, les valeurs restent supérieures la valeur limite acceptable pour les eaux destinées à rejeter dans le milieu naturel (**50 NTU**)

Les résultats obtenus nous ont permis de tirer les conclusions suivantes:

L'abattement de la charge organique (**DBO** et **DCO**) n'est pas suffisante presque pendant toute l'année. Les concentrations de **MES** des eaux traitées sont généralement inférieures aux normes algériennes de rejet (**30 mg/l**). Le rendement d'élimination avoisine les **89%**.

Pour la pollution azotée on a constaté que l'élimination des éléments azotés et surtout l'azote total, l'azote ammoniacal et nitrate n'est satisfaisante, par contre le processus d'élimination du phosphore total et de phosphates et nitrite est efficace et les concentrations de ces paramètres respectent les normes algériennes. A fin de ce travail, on peut dire que généralement l'efficacité d'épuration des eaux usées à la STEP de Kouinine n'est pas efficace et non satisfaisante. Pour cela, il faut lancer une étude rigoureuse de diagnostic afin de soulever tous les facteurs et anomalies qui entravent le fonctionnement normal de cette station.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIES

REFERENCES BIBLIOGRAPHIES

- [1] **BACHI O.E.K, 2010** Diagnostique sur la valorisation de quelques plantes du jardin d'épuration de station du vieux Ksar Témacin. Ouargla. Mémoire de Magister. Université d'Ouargla.
- [2] <https://ona-dz.org/article/comprendre-les-eaux-usees.html>
- [3] **THOMAS O.** Météorologie des eaux résiduaires, Tec et Doc, Ed Lavoisier, Cedeboc. (1955).
- [4] **SAFA M et LEKHAL S.** 2019. Evaluations des performances des traitements des eaux usées (cas de la STEP de TIARET), Mémoire de fin d'études pour l'obtention de diplôme du Master en Sciences Agronomiques ; Université Abdelhamid Ibn Badis, Mostaganem.
- [5] **METAHRI M-S ; 2012.** Elimination simultanée de la pollution azotée et phosphatée des eaux usées traitées par des procédés mixtes ; cas de la step Est de la ville de Tizi-Ouzou ;thèse de doctorat en agronomie; option génie des procédés .
- [6] **NADER ABDELKADER .2014.** Eaux usées épurées de la cuvette de Ouargla Gestion et risques environnementaux, Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de Magistère en Ecologie saharienne et environnement, Université Kasdi Merbah–Ouargla.
- [7] **MOR LO & OMAR DEME, 2005,** « Assainissement des eaux uses de Ouakam mise en place d'un système semi-collectif », Mém.Ing de conception, Univ. Cheikh Anta Diop De Dakar République de Sénégal.
- [8] **SATIN.M & SELMI.B & BOURRIER.R, 1999,** « Guide technique de l'assainissement », 2^{ème} Ed. Le Moniteur Editions.
- [9] **LADJAL. F** 2006 exploitation d'une station a boue activée niveau 02. Centre de formation au métier de l'assainissement CFMA Boumerdes.
- [10] **BENZIANE FZ** « impact sur l'écosystème de la région d'oued mimoun des eaux usées urbain
- [11] **GALAF F ET S. GHANNA M,** « Contribution à l'élaboration d'un manuel et d'un Site Websur la pollution du milieu marin ». Mémoire d'ingénieur d'état. Université, (2003).
- [12] **MAYET J.** « La pratique de l'eau, Traitements aux points d'utilisation, le Moniteur » 2^{ème} Edition, Paris, (1994),
- [13] **BAUMONT S, CAMARD J-P, LEFRANC A, FRANCONIE A,** Réutilisation des eaux usées : risques sanitaires et faisabilité en Île-de-France. Rapport ORS, (2004),
- [14] **CSHAPF,** Recommandations sanitaires relatives à la désinfection des eaux usées urbaines,(1995)
- [15] **ASANO T,** Wastewater reclamation and reuse. Water quality management library, (1998).
- [16] **FABY J.A ET BRISSAUD,** L'utilisation des eaux usées épurée en irrigation. Office International de l'Eau, (1997),

- [17] **BAUMONT, S., CAMARD, J.P., LEFRANC, A. ET FRANCONI, A.** Réutilisation des eaux usées risques sanitaires et faisabilité en Île-de-France. Rapport ORS, **2004**.
- [18] **SYNTHESE 2010.** Pollution de l'eau : Origines et impacts.
- [19] **ROTBARDT ALAIN,** Rapport final : Réutilisation des eaux usées traitées. Perspectives opérationnelles et recommandations pour l'action, Février 2011.
- [20] **KARDACHE LOUBNA.** 2016. Valorisation énergétique des boues de la station d'épuration de boumerdes, Mémoire de fin d'études pour de l'obtention du diplôme Master en Génie mécanique, Université m'hamed bougera, Boumerdes,
- [21] **BEKKOUCHE M., ZIDANE F, (2004),** Conception d'une station d'épuration des eaux usées de la ville d'Ouargla par lagunage. Mem. Ing. Hydraulique saharienne. Univ.D'Ouargla.
- [22] **MEMENTO TECHNIQUE DES EAUX :** chap 09 : prétraitement.
- [23] **ALLAOUI K.,** Modélisation Hydraulique D'un Bassin D'aération Des Stations D'épuration Des Eaux Usées, 2009.
- [24] **ZEGHOUD MOHAMED SEIFEDDINE 2013 :** Etude de système d'épuration des eaux usées urbaines par lagunage naturel de village de Méghibra.
- [25] **HADJOU BELAID Z, (2013),** « Contribution à l'étude des dysfonctionnements relevés dans une station d'épuration, étude du cas : STEP d'Ain El Houtz », Mémoire de master en hydraulique, Université Abou-Bakr Belkaid de Tlemcen.
- [26] **FAIZA MEKHALIF, (2009).** Réutilisation des eaux résiduaires industrielles épurées comme eau d'appoint dans un circuit de refroidissement,
- [27] **GROS CLAUDE. G, (1999).** L'eau : usage et polluant, Tome II. 4eme Edition : INRA, Paris.
- [28] **SALGHI R. (2010).** Différentes filières de traitement des eaux université Ibn Zohr Ecole Nationale des Sciences Appliquées d'Agadir.
- [29] **GUIDE** des procédés extensifs d'épuration des eaux usées- adoptés aux petites et moyennes collectivités, mise en œuvre de la directive du conseil n° 91/271 du 1991, relative au traitement des eaux urbaines résiduaires (water guide).
- [30] www.slideshare.net, consulté le : 25/05/2019.
- [31] **GOMELIA. C, GUERRE. H., (1982).** Les eaux usées dans les agglomérations urbaines ou rurales. Tomes I : La collecte, Edition : Eyrolles. Paris.
- [32] **BETAOUAF, N. (2012).** Réutilisation des eaux usées dans l'agriculture urbaine et périurbaine au Maghreb arabe. Avantages et inconvénients (Mémoire de Master). Université Abou Bekr Belkaid Tlemcen, Algérie.

- [33] **URIOS. L, (2005).** Technique D'épuration des eaux usées. Technique et documentation. Paris
- [34] **U.N.E.S.C.O** (Organisation des Nation Unies pour l'Education, la Science et la Culture), 2008. Traitement des eaux usées par lagunage fiche technique. Bureau de l'UNESCO à Rabat, Bureau Multi-pays pour le Maghreb.
- [35] Document l'assainissement collectif. Fiche technique n°1 Le lagunage naturel Janvier 2018 - X-PDT-0118-001
- [36] L'épuration des eaux usées : le lagunage naturel. Cas de la station de Mèze-Loupian Ecosite du Pays de Thau
- [37] **OUVRAGES DE TRAITEMENT PAR LAGUNAGE NATUREL** Filière classique et filières combinées. Guide d'exploitation. **Février 2018**
- [38] **BEN KHALIFA ALI ET DERKI IMAD EDDINE.** 2019.Étude de performance du système de lagunage aéré dans quelques stations d'épuration Dans la région d'Oued Souf, Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme du Master en Hydraulique, Université Echahid Hamma Lakhdar, El-Oued,
- [39] **KARA MOHAMMED - AMMISAID YUCEF.** Étude comparative entre lagunage Naturel et aérée Cas la station d'épuration El-atteuf (Ghardaïa) et la station d'épuration kouinine (Oued souf). Année universitaire 2019.
- [40] www.internet.com (29/04/2017).
- [41] **DIETTE S, VIMONT M.,** 2007. Lagunage écologique, Fiche technique, Centre de Ressources EnviroB.A. T-Méditerranée.
- [42] **ONA (2011).** Office National d'Assainissement direction de l'assainissement El-oued
- [43] **ONA, (2018).**
- [44] Réunion Cadres Algérie, 2011
- [45] Notice de l'exploitation de la STEP (2013)
- [46] **MARIE-LINE DAUMER** (2007) : Analyse des transformations du phosphore lors du traitement biologique et physico-chimique des lisiers de porc en vue d'un recyclage, thèse de doctorat de l'institut national des sciences appliquées de Toulouse,
- [47] **SATIN, M., BOURRIER, R., SELMI, B.** Guide technique de l'assainissement, 4ème édition, le moniteur référence technique, Parise, 2010.
- [48] **ONA (2023).**
- [49] **BARA BOCHRA ET KARA RAWIYA ;** « Etude d'évaluation de la performance épuratoire de la station du traitement des eaux usées de la STEP d'Oued Souf ». (Centre Universitaire Abdelhafid Boussouf – Mila) Année universitaire 2021

- [50] **RODIER JEAN. BERNARD LEGUBE.** Nicole Merlet, « (L'analyse de l'eau » 9ème édition, Dunond, Paris, 17 Juin 2009.
- [51] **HAGGUI SABRINA ET NACEUR CHERIF HAYAT** « Contribution à l'étude des caractéristiques physico chimiques des eaux de STEP N° 1 de kouinine de la wilaya d'EL oued. » (Université Echahid Hamma Lakhdar -El OUED) Année universitaire 2018
- [52] **MEZIANE ASMA.** Etude des performances du traitement biologique de la station d'épuration El Karma- Oran. Année universitaire 2013.
- [53] **BASSOMPIERRE CINDY,** procédé à boues activées pour le traitement d'effluents papetiers : de la conception d'un pilote a la validation de modèles. Thèse Doctorat Institut National Polytechnique De Grenoble, France,2007.
- [54] **WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO).** 1987: Factors affecting treatment in ponds In Waste water Stabilization pond: Principles of Planning and Practice, FMRO Technical Publication, 10, Alexandria.
- [55] **KHERROUBI FATMA - DEBBOUNE ZINEB.** Etude des performances épuratoires de la station d'épuration des eaux usées urbaines par lagunage aéré de la ville de Sidi Khouiled (Ouargla). Année universitaire 2015
- [56] **BENAKCHA MANSOURA.** Suivi de la qualité physico-chimique des eaux usées de la STEP d'Arris. Année universitaire 2019.
- [57] **CHANGOTADE, A-D; (2010).** Evaluation des impacts des rejets des teintureries artisanales sur la qualité des eaux aux abords de la lagune de cotonou au benin. Mémoire pour l'obtention de la licence professionnelle, institut international d'ingénieur de l'eau et de l'environnement Ouagadougou, université d'Abomey-calavi,
- [58] **DERNAT M, ELMERICH P, POUILLOT M.** Vers une optimisation de la déphosphatation physicochimique, L'Eau, l'Industrie, les Nuisances n°182-1994
- [59] **TARMOUL F., SODI M ;2007 :** Mémoire, « Détermination de la pollution résiduelle d'une station d'épuration par lagunage naturel ». Tribune de l'eau n° :563/3. Ed. CEBEDOC, p 27-32.
- [60] **HOUASNI FETHIA - BENMAILI SABRINA.** Evaluation de la performance épuratoire de la station de traitement des eaux usées de Ain Defla. Année universitaire 2017.
- [61] **DEGREMONT. (2005),** Mémento technique de l'eau. Tome 1. 10ème édition
- [62] **VON SPERLING M. (2007),** Wastewater characteristics, treatment and disposal, IWA Ed. London
- [63] **DHAOUADI, H. (2008).** Traitement des eaux usées urbaines, les procédés biologiques d'épuration. Université Virtuelle de Tunis,

[64] CHANGOTADE, A-D ; (2010). Evaluation des impacts des rejets des teintureries artisanales sur la qualité des eaux aux abords de la lagune de cotonou au benin. Mémoire pour l'obtention de la licence professionnelle, institut international d'ingénieur de l'eau et de l'environnement Ouagadougou, université d'Abomey-calavi,

[65] Wikipédia, 2023. Site internet.

[66] Saprkweather, 2023. Site internet.