

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET
POPULAIRE**

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université Kasdi Merbah Ouargla



Faculté des Sciences Appliquées

Département de Génie Civil et Hydraulique

C:.....

R:.....

Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de

Master, Filière: Hydraulique

Spécialité : Ressources hydrique

Thème

**Evaluation du rendement épuratoires de la station
d'épuration de la ville de ILLIZI**

Présenté par :

❖ OTHMANI Salah

❖ GHORMA Slimane

Soumis au jury composé de :

K.BAOUIA	M.C.B	UKM Ouargla	Président
A.BELMABEDI	M.A.A	UKM Ouargla	Examineur
N.MEKHLOUFI	Docteur	UKM Ouargla	Encadreur
S.KOUADRI	Doctorant	UKM Ouargla	Co-Encadreur

Année Universitaire: 2020 / 2021

Remerciements

Avant toutes choses, je remercie Dieu, qui a éclairé notre chemin et mené vers la réalisation de ce modeste travail.

Nous tenons à exprimer nos vifs remerciements à tous nos professeurs qui ont contribué à notre formation dans tous les niveaux scolaires sans exception.

Nous tenons à exprimer nos plus vifs remerciements à Encadreur Docteur MEKHLOUFI Nabil et Co-Encadreur KOUADRI Saber, pour leur aide, le temps qu'ils nous ont consacré et surtout pour leur patience tout au long de ce travail.

Nos remerciements vont également aux membres de jury qui à nous feront dans l'honneur de juger ce travail.

Nos plus grands respects à toute la promo de 2eme année master ressources hydrique et Filière hydraulique

Je remercie mes collègues de la promotion, de la cité universitaire qui ont rendu les années d'étude plus belles et plus bénéfiques.

En fin je remercie tous ceux qui nous ont aidés de près ou de loin à réaliser ce modeste travail.

Dédicace

*Par la grâce de Dieu Tout-Puissant, j'ai pu mener à bien ce travail
que j'ai consacré :*

*À mes chers parents, en témoignage de ma gratitude pour leur
patience, leur sacrifice et leur soutien tout au long de mes études.*

Dieu leur prête Santé et prolonger leur vie

A mes chères sœurs : Safaa, Hajar. Amina Asma

A mes frères Oussama Adel Amin, Saif Al-Din

Pour toute ma famille : Othmani

*A tous ceux que mon cœur peut accueillir, et mes notes ne peuvent
tenir, je dis merci et mille merci pour votre soutien*

A tous mes camarades de classe en 2020/2021

À tous ceux que j'aime, et sans qui cela n'aurait aucun sens

SALAH

Dédicaces

*J'adresse mes sincères remerciements à travers ce travail à
Mon père, que Dieu ait pitié de lui, qui nous a quittés au début de
notre parcours universitaire*

*Ma mère, que Dieu prolonge sa vie et lui accorde une bonne santé et
bien-être*

*Mes frères, sœurs et leurs fils (Iyad, Sirine, Omaima, Rahaf, Arwa,
Ferdous et Razan)*

Et toute ma famille et mes amis (Slimane Al-Khal, Boubaker et Saleh)

SLIMANE

Sommaire

Liste des Abréviations	
Liste de tableau	
Liste de figure	
Introduction générale	1
Chapitre1 Généralité sur les eaux usées	
I. Introduction	2
2. Définition des eaux usées	2
3. Origine des eaux usées :.....	2
3.3. Les eaux pluviales	3
3.4. Les eaux usées agricole.....	3
4. Principaux types de pollutions:.....	3
4.1. Pollution minérale :.....	3
4.2. Pollution microbiologique :.....	3
4.3. Pollution organique :.....	3
5. Les paramètres de pollution :.....	3
5.1. Paramètres organoleptique:.....	3
a) Couleur :.....	4
b) Odeur :.....	4
5.2. Les Paramètres physiques :.....	4
a) Température :.....	4
b) La Turbidité :.....	4
c) La conductivité :.....	4
d) Les matières en suspension (M.E.S) :.....	4
e) Les matières volatiles en suspensions (MVS):.....	4
f) Les matières minérales (M.M) :.....	4
5.3. Les Paramètres chimiques :.....	5
a) Le Potentiel hydrogène (pH) :.....	5
b) La demande biochimique en oxygène (DBO ₅):.....	5
c) La demande chimique en oxygène (DCO):.....	5
e) Le rapport DCO/DBO ₅ :.....	5
5.4. Autres éléments :.....	6

a) Azote :	6
b) Composés phosphoreux:	6
c) Métaux lourds :	6
a. Virus	7
b) Protozoaires :	7
c) Les bactéries	7
d) Helminthes	7
6. Impactes des eaux usées :	7
7.1.1 .Les normes de L'OMS:	8
7.1.2. Les normes Européenne:	8
I.7.1.3.Les normes Algérienne:	9
Conclusion :	10

Chapitre2 Procédés d'épuration des eaux usées

I. Introduction:	11
2- Les stations d'épuration	11
3-L'épuration des eaux usées au niveau d'une STEP :	11
3.1-Prétraitement:	12
3.1.1-Dégrillage :	12
3.1.2-Dessablage :	14
3.1.3-Déshuilage :	17
3.2- Traitement primaire :	19
3.3- Traitement secondaire :	19
3.3.1- Disque biologique :	19
3.3.2- Lit bactérien aérobie :	20
3.3.3- Boues actives :	20
3.3.4- Le lagunage naturel :	20
3.3.5- Le lagunage aéré :	20
3.3.6-Le lagunage anaérobie :	20
3.3.7-Le lagunage à haut rendement :	21
3.4-Traitement tertiaire :	21
Conclusion :	21

Chapitre3 Présentation de la zone d'étude

I-Introduction :	22
1-Cadre géographique :	22

3-Propriétés hydrologiques :.....	23
□ Température	23
□ évaporation :	24
□ Insolation :	24
□ Vitesse du vent :.....	25
□ Précipitation :.....	27
3-Hydrogéologie :	27
Conclusion :	28

Chapitre4 Présentation de STEP

I-Introduction	30
1-L'état de l'assainissement :	30
2-Présentation de la station d'épuration d'ILLIZI :	30
3-Localisation de STEP :.....	31
4- Définition des ouvrages :.....	32
4.1-Ouvrages d'arrivée :	32
4.2-Dégrillage :	32
□ Grille automatique :.....	32
□ Grille manuelle :.....	33
4.3- Dessablage- déshuilage:.....	33
4.3.1-Conception de l'ouvrage :.....	34
4.3.2-Refus de sable :	34
4.3.3-Refus des huiles :	35
5-Traitement des effluents par lagunage:.....	35
5.1- Bassin anaérobique ou lagunage primaire:	35
5.2 Bassin facultatif ou Lagunage secondaire :.....	36
5.3 Bassin de maturation ou Lagunage tertiaire :.....	36
5.4- Bassin de stockage:.....	37
6- Dispositif de reprise des boues	37
Conclusion :	39

Chapitre5 Discussion de résultat

I. Introduction :	40
1- Principe d'échantillonnage :	40
2. Les méthodes d'analyses :	40
2.1. Les analyses des paramètres physiques :	40

2.1.1. Le potentiel en hydrogène (pH) :	40
2.1. 2. Conductivité électrique (CE) :	41
2.1.3. L'oxygène dissous O ₂	41
2.1.4 Température.....	42
2.2 Les analyses des paramètres chimiques :	42
2.2.1. Détermination de la DCO :	42
2.2.2. Demande biochimique en oxygène (DBO ₅)	43
2.2.6 Matières en suspensions (MES):	44
2.2.4. Azote Kjeldahl (NTK).....	46
2.2.5. Dosage des éléments azotés et éléments phosphoriques	50
3 analyses des résultats des eaux brutes et épurées:	50
3. 1.potentiel hydrogène (pH) :	50
3.2. La conductivité.....	51
3.3 .L'oxygène dissout :.....	52
3.4. Les matières en suspension (MES) :	52
3.6. La demande chimique en oxygène (DCO).....	54
3.7 L'Azote total :	55
3.8. Les nitrite (NO ₂ ⁻) :.....	55
3.9 Les nitrate (NO ₃ ⁻) :.....	56
3.10. Azote ammoniacal (NH ₄ ⁺):	57
3.11. L'Azote Khejdal (NTK) :.....	57
3.12. Le phosphore total (Pt):.....	58
3. 13. L'Ortho phosphate :	59
4 -évaluation de rendement :.....	59
4.1. L'impact des facteurs externe sur le rendement épuratoire :	60
4.1-1 L'impact des facteurs climatiques :.....	61
4.2 L'impact des facteurs d'exploitation :.....	64
Conclusion :.....	66
Conclusion générale.....	67

Liste de tableau

Tableau 1: Normes de rejets internationales (OMS)	8
Tableau 2 : Les valeurs limitent des paramètres de rejet dans un milieu récepteur	10
Tableau 3 Températures moyennes pendant (2008-2019).....	23
Tableau 4 Le degré moyen d'évaporation pendant (2008-2019)	24
Tableau 5 les résultats enregistrés Moyennes mensuelles du degré d'insolation pendant la période (2008-2019)	25
Tableau 6 Vitesse du vent (m / s) moyenne pour la période (2008-2019).....	25
Tableau 7 l'humidité atmosphérique	26
Tableau 8 Moyenne à précipitations de la période (2008-2019)	27
Tableau 9 les principales ressources en eau exploitées dans la wilaya (ANRH d'Ouargla)	28
Tableau 10 indiquant le nombre intervention et réclamation Pour l'année 2020.....	30
Tableau 11 : Les paramètres de grille automatique.	32
Tableau 12 Les paramètres de grille manuelle	33
Tableau 13 Les paramètres de Dessableur- déshuileur.....	34
Tableau 14 Les paramètres de Bassin anaérobique	36
Tableau 15 Les paramètres de Bassin facultatif[.....	36
Tableau 16 Les paramètres de Bassin de maturation.....	37
Tableau 17 Les paramètres de Bassin de stockage	37
Tableau 18 caractéristique de Lits de séchage.....	38
Tableau 19 références des tubes LCK utilisé.....	50
Tableau 20 Rendement épuratoire mensuel de La STEP d'ILLIZI.....	60
Tableau 21 série des facteurs externes.....	61

Liste de figure

Figure 1 Les étapes de Prétraitement	12
Figure 2 Prétraitement- Dégrilleur	13
Figure 3 Prétraitement -Dessableur	14
Figure 4 Dessableur à canal double	15
Figure 5 Dessableur à section parabolique	16
Figure 6 Section hexagonale d'un dessableur section parabolique	16
Figure 7 Le dessableur tangentiel, le dessableur aéré.....	17
Figure 8 : Prétraitements – Dégraisseurs	17
Figure 9 Les étapes de prétraitements des eaux usées	18
Figure 10 Carte de découpage Administratif de la Wilaya d'Ilizi.	22
Figure 11 La température pendant (2008-2019).....	23
Figure 12 Le degré moyen d'évaporation pendant (2008-2019).....	24
Figure 13 Nombre moyen d'heures d'insolation enregistrées au cours de la période (2008-2019).....	25
Figure 14Vitesse mensuelle moyenne du vent enregistrée au cours de la la période (2008-2019).....	26
Figure 15 Humidité de l'air enregistrée pendant la période (2008-2019).....	26
Figure 16 La quantité de précipitations enregistrées au cours de la période (2008-2019).....	27
Figure 17 Vue de la station d'épuration d'Ilizi.....	31
Figure 18 Grille automatique - Grille manuelle.....	33
Figure 19 Dessablage- déshuilage	34
Figure 20 Refus des huiles et sable.....	35
Figure 21 schéma de fonctionnement de la STEP d'Ilizi	38
Figure 22 multi paramètre de paillasse.	42
Figure 23Thermo reactor HACH LANGE HT 200 S.....	43
Figure 24Spectrophotomètre HACH LANGE DR 3900	43
Figure 25 Centrifugeuse.....	45
Figure 26 Balance de précision.....	45
Figure 27 pompe à vide	46
Figure 28 étuve	46
Figure 29Dispositif NTK	47
Figure 30 Titroline	49
Figure 31 Variation de pH de l'eau à l'entrée et à la sortie de la STEP.....	51
Figure 32Variation moyennes de la conductivité à l'entrée et à la sortie de la STEP.....	51
Figure 33Variation d'O ₂ dissous des eaux brutes(E) et des eaux traitées(S).....	52
Figure.34Variation de MES au niveau de la STEP.....	53
Figure.35Variation mensuelle de la demande biologique en oxygène (DBO ₅) à l'entrée et la sortie de la STEP.....	53
Figure 36 Variation mensuelle de la demande chimique en oxygène (DCO) à l'entrée et la sortie de la STEP.....	54
Figure 37Variation mensuelle de l'Azote total l'entrée et la sortie de la STEP.....	55
Figure 38Variation mensuelle de Nitrite l'entrée et la sortie de la STEP.....	56

Figure 39	Variation de la concentration des nitrates à l'entrée et à la sortie de STEP.....	56
Figure 40	Variation mensuelle d'Azote ammoniacal l'entrée et la sortie de la STEP.....	57
Figure 41	Variation mensuelle de l'NTK à l'entrée et la sortie de la STEP.....	58
Figure 42	Variation mensuelle de phosphore totale l'entrée et la sortie de la STEP.....	58
Figure 43	Variation mensuelle de Ortho phosphates l'entrée et la sortie de la STEP.....	59
Figure 44	le changement du rendement DCO en termes de mois avec l'évaporation et l'ensoleillement pour l'année 2019.....	61
Figure 45	les changements du rendement de azote totale en termes de mois avec l'ensoleillement et d'évaporation. Pour l'année 2019.....	62
Figure 46	les changements de rendement de MES en termes de mois avec l'évaporation et insolemment pour l'année 2019.....	63
Figure 47	changements dans le rendement de la demande biologique en oxygène en termes de mois avec l'évaporation et insolemment pour l'année 2019.....	64
Figure 48	Le débit d'eau entrée de la STEP en fonction de temps.....	64

Liste des Abréviations

DBO₅ : Demande biochimique en oxygène en 5 jours

DCO : Demande chimique en oxygène

MES : Matières en suspension

MVS : Matières volatiles en suspensions

MM : Matières minérales

NH₄⁺ : Azote ammoniacal (mg/l)

NO₂⁻ : Azote nitreux (mg/l)

NO₃⁻ : Azote nitrique (mg/l)

NTK : Azote total Kjeldhal (mg/l)

OMS : Organisation Mondiale de la santé

O₂ : Oxygène dissous

ONA : Office National De L'assainissement

PO₄³⁻ : Ortho phosphates en (mg/l)

pH : Sigle de potentiel hydrogène

STEP : Station d'Épuration

RN_t : rendement d'azote total

T : Température (°C)

ANRH : Agence national de ressource hydraulique

Introduction générale

L'eau est un élément vital dans la vie car on ne peut s'en passer dans tous les domaines, car elle occupe 71% de la superficie totale du territoire, et l'eau a plusieurs sources, y compris le sol et la surface comme les rivières et les barrages.

L'Algérie est un réservoir d'eau, mais davantage de travail est fait pour conserver cette richesse dans le cadre d'un ensemble de programmes bien établis, de stratégies étudiées et surveillées pour mieux gérer le réseau hydrographique.

L'Etat algérien attache une grande importance à la réalisation des stations d'épuration, car l'Office National de Désinfection supervise actuellement l'exploitation de 160 stations d'épuration réparties sur 44 Etats, dont 21 sont des stations dont l'eau est réutilisée pour l'irrigation, comme les eaux usées des industries et les sociétés ne doivent pas être drainées directement dans l'environnement naturel, car sans traitement, cela peut causer de graves problèmes environnementaux et de santé publique. Elle doit donc être dirigée vers des stations d'épuration qui ont un rôle à jouer dans la réduction de la concentration de la pollution présente dans les eaux usées sous forme de déchets, et le rejet d'une eau pure répondant aux normes respectant la sécurité environnementale et les couches d'eau en particulier, et ce est de protéger l'environnement ainsi que l'utilisation d'eau purifiée pour l'irrigation, par exemple.

Donc, le travail est débuté par une introduction générale et divisé en deux parties :

La première est théorique consacrée à une synthèse bibliographique :

- Généralités sur les eaux usées.
- Procédés d'épuration des eaux usées

La deuxième est partie expérimentale :

- Présentation de la zone d'étude (Illizi).
- Présentation de la station d'épuration.
- Discussion des résultats.

Conclusion général.

Chapitre 1

Généralité sur les eaux
usées

I.. Introduction

Le rejet direct des eaux usées dans le milieu naturel perturbe l'équilibre aquatique en transformant le milieu accepteur en égouts. Cette pollution peut aller jusqu'à la disparition de toute vie. Pour cela, il faut épurer et retirer des eaux usées un maximum de déchets, avant de les rejeter dans l'environnement, pour que leur incidence sur la qualité de l'eau, en tant que milieu naturel aquatique, soit la plus faible possible.

L'épuration consiste à éliminer les plus gros débris organiques ou minéraux, retirer les MES de densité différente de l'eau tels que les grains de sables et les particules minérales, et aussi à éliminer les pollutions résiduelles qui pourraient être gênantes en aval (germes pathogènes, azote, phosphore....etc.)

Elle se fait dans des stations d'épuration qui comportent des installations de traitement des eaux et des dispositifs de traitement des boues produites [1]

2. Définition des eaux usées :

Les eaux résiduaires urbaines (ERU), ou eaux usées, sont des eaux chargées de polluants, solubles ou non, provenant essentiellement de l'activité humaine ; industrielle ou agricole et parvenant dans les canalisations d'évacuation des eaux usées. Elles représentent, une fraction du volume des ressources en eaux utilisables mais leur qualité très médiocre exige une épuration avant leur rejet dans le milieu naturel.

Une eau est considérée comme « eau usée » lorsque son état, sa composition sont modifiés par les actions anthropiques dans une mesure telle qu'elle se prête moins facilement à toutes ou certaines des utilisations auxquelles elle peut servir à l'état naturel.

3. Origine des eaux usées :

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

3.1. Eaux usées domestiques :

Ces eaux sont constituées par les eaux usées ménagères provenant des usages domestiques (eaux de bain et de lessive) et les eaux vannes (urines et fèces). En général, ces eaux sont chargées en matières organiques, graisses et produit d'entretiens ménagers. [2]

3.2. Eaux usées industrielles :

Les eaux industrielles ou résiduaires véhiculent souvent des produits chimiques toxiques (Arsenic, acide sulfurique, du cyanure et divers métaux lourds). Elles posent à l'heure actuelle de multiples problèmes par leurs risques toxiques chez tous les êtres vivants.

3.3. Les eaux pluviales :

Ce sont les eaux de ruissellement (eaux pluviales, eaux d'arrosage des voies publiques, eaux de lavage des caniveaux, des marchés et des cours). Les eaux qui ruissellent sur toitures, les cours, les jardins, les espaces verts, les voies publiques et les marchés entraînent toutes sortes de déchets minéraux et organiques : de la terre, des limons, des déchets végétaux et toutes sortes de micropolluants (hydrocarbures, pesticides, détergents ...etc.) [3]

3.4. Les eaux usées agricole :

Ce sont des eaux qui ont été polluées par des substances utilisées dans le domaine agricole. Dans le contexte d'une agriculture performante et intensive, l'agriculture est conduite à utiliser divers produits d'origine industrielle ou agricole dont certains présentent ou peuvent présenter, des risques pour l'environnement et plus particulièrement pour la qualité des eaux. [4]

4. Principaux types de pollutions:

La pollution ou la contamination de l'eau peut être définie comme la dégradation de celle-ci en modifiant ses propriétés physiques, chimiques et biologiques; par des déversements, rejets, dépôts directs ou indirects de corps étrangers ou de matières indésirables telles que les microorganismes, les produits toxiques, les déchets industriels. Selon leurs natures, on distingue divers types de pollution.

4.1. Pollution minérale :

Le polluant minéral ce sont principalement les métaux lourds et les éléments minéraux nutritifs ; On peut citer quelques-uns, comme le plomb, le cuivre, le fer, le zinc, le mercure.

4.2. Pollution microbiologique :

C'est une pollution d'origine humaine ou animale; et est présente dans le rejet urbain en général parce que des conditions très favorables à la prolifération de certains germes pathogènes et d'organismes vivants. On parmi les microbiologiques (les virus, les bactéries, les protozoaires, les vers et les microchampignons).

4.3. Pollution organique :

La pollution organique essentiellement des composés biodégradables Elle constitue souvent la fraction la plus importante on les eaux usées cette forme de pollution peut considérer comme résultats de diverses activités (urbain, industriels, artisanales et rurales).

Ces composés sont : les protéides; les lipides et les glucides.

5. Les paramètres de pollution :

5.1. Paramètres organoleptique:

a) Couleur :

Dans les eaux usées brutes, La coloration d'une eau peut être soit d'origine naturelle, ou est due à la présence des matières organiques dissoutes ou colloïdes par des composés chimiques solubles qui sont colorés.

b) Odeur :

L'eau d'égout a une odeur désagréable due à une fermentation des matières organiques

5.2. Les Paramètres physiques :

a) Température :

Il est important de connaître la température de l'eau avec une bonne précision parce que elle a une influence déterminante sur l'activité des micro-organismes et sur la réserve d'oxygène pour le processus d'autoépuration Pour garantir le bon fonctionnement de certains ouvrages de la chaîne de traitement

b) La Turbidité :

Elle est une mesure de la capacité d'une eau à empêcher la pénétration des rayons lumineux, elle est de loin le paramètre de pollution indiquant la présence de la matière organique ou minérale sous forme colloïdale en suspension dans les eaux usées. Elle varie suivant les matières en suspension (M.E.S) présentes dans l'eau.

c) La conductivité :

La conductivité est la propriété que possède une eau à favoriser le passage d'un courant électrique et donne une indication précise sur la teneur en sels dissous (salinité de l'eau).

Elle est très importante norme pour le contrôlée de la qualité des eaux usées.

d) Les matières en suspension (M.E.S) :

Elle représente les matières qui ne sont ni à l'état soluble ni à l'état colloïdal, donc retenu par un filtre. Les M.E.S qui comportent des matières organiques est minérale, constituent un paramètre important qui marque bien le degré de pollution d'un effluent urbain ou même industriel. [3].

e) Les matières volatiles en suspensions (MVS):

Elles représentent la partie organique de M.E.S ; elles représentent en moyenne 70% de MES

f) Les matières minérales (M.M) :

Elles représentent la fraction minérale de MES; elles sont généralement prise égale 30% en MES [2]

5.3. Les Paramètres chimiques :

a) Le Potentiel hydrogène (pH) :

Le pH (potentiel Hydrogène) mesure la concentration en ions H⁺ de l'eau. Il traduit ainsi la balance entre acide et base sur une échelle de 0 à 14, 7 étant le pH de neutralité. Ce paramètre caractérise un grand nombre d'équilibre physico-chimique et dépend de facteurs multiples, dont la température et l'origine de l'eau, dont l'origine de l'eau.

b) La demande biochimique en oxygène (DBO₅):

La demande biochimique en oxygène est la quantité en oxygène nécessaire aux microorganismes pour la dégradation de la matière organique en 5 jours, dans des conditions aérobies à une température standard de 20°C. Elle est exprimée en milligramme d'oxygène consommé, la DBO₅ est déterminée par deux méthodes:

1-Par dilution et ensemencement avec apport d'allyl thio-urée (ATU).

2-Par des échantillons non dilués.

Les résultats d'essais de DBO₅ sont utilisés pour les buts suivants :

- Détermination de la quantité approximative de l'oxygène requise pour la stabilisation biologique de la matière organique actuelle dans l'eau usagée.
- Détermination de la taille des équipements de traitement des eaux résiduaires.
- Mesure de l'efficacité des procédés de traitement.
- Détermination de la concentration des eaux d'égout. [5]

c) La demande chimique en oxygène (DCO):

La demande chimique en oxygène (DCO), exprimée en mg d'(O₂)/l, correspond à la quantité d'oxygène nécessaire pour la dégradation par voie chimique est dans des conditions définies de la matière organique ou inorganique contenue dans l'eau. Elle représente donc, la teneur totale de l'eau en matières oxydables. [6]

La (DCO) peut être déterminée en seulement 3 heures contrairement aux 5 jours d'essai de (DBO). [5]

e) Le rapport DCO/DBO₅ :

Le rapport DCO/DBO₅ a une importance pour la définition de la chaîne d'épuration d'un effluent. En effet, une valeur faible du rapport DCO/DBO₅ implique la présence d'une grande proportion de matières biodégradables et permet d'envisager un traitement biologique. Inversement, une valeur importante de ce rapport indique qu'une grande partie de la matière organique n'est pas biodégradable.

Elle est exprimée par un coefficient K avec $K = DCO/DBO_5$:

- $K < 1.5$ l'effluent est biodégradable.
- $1.5 < K < 2.5$ l'effluent est moyennement biodégradable.
- $K > 2.5$ l'effluent n'est pas biodégradable. [7]

5.4. Autres éléments :

a) Azote :

C'est un élément qui se trouve sous forme ammoniacale ou organique ou inorganique (ammoniaque, nitrate, nitrite) ; il constitue la majeure partie de l'azote total. L'azote contenu dans les eaux résiduaires domestique à essentiellement une origine urinaire.

L'azote se présente sous diverses formes dans les eaux usées.

- Forme oxydée : azoté nitreux (NO_2^-) et nitrique (NO_3^-) ;
- Forme moléculaire : azote dissous ; N_2
- Forme réduite : azote organique, NH_4^+ .
- L'azote est l'un des éléments qui favorise la prolifération d'algues, par conséquent la réduction de sa teneur avant le rejet des eaux est plus que nécessaire.

b) Composés phosphoreux:

Le phosphore est l'un des composants de base de la matière vivante. Les composés phosphoreux ont deux origines, le métabolisme humain et des détergents. Dans les eaux usées, le phosphore est présent sous forme d'ions ortho phosphaté isolés, d'ions phosphate condensés ou d'ions phosphate condensés avec des molécules organiques. [4]

c) Métaux lourds :

Les métaux lourds se trouvent dans les eaux usées urbaines à l'état de traces. Des concentrations élevées indiquent généralement un rejet industriel sans aucun doute.

Leur présence est néfaste pour l'activité des microorganismes et perturbe donc le processus de purification biologique. [2]

Leur élimination a lieu lors de la phase de filtration décantant du traitement.

Sont essentiellement le mercure (Hg), le cadmium (Cd), le plomb l'argent (Ag), le cuivre (Cu), le chrome (Cr), le nickel (Ni) et le zinc (Zn). Ces éléments, bien qu'ils puissent avoir une origine naturelle (roches du sous-sol, minerais), proviennent essentiellement de la contamination des eaux par des rejets d'activités industrielles diverses. Ils ont la particularité de s'accumuler dans les organismes vivants ainsi que dans la chaîne trophique. [8]

5.5. Paramètres biologiques :

Les micro-organismes qui se trouvent dans l'eau usée sont à l'origine du traitement biologique. Ils comprennent, par ordre croissant de taille : les virus, les bactéries, les protozoaires et les helminthes. Parmi les éléments pathogènes les plus rencontrés, on cite :

a. Virus

Ce sont des micro-organismes infectieux de très petite taille (10 à 350nm) 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.

b) Protozoaires :

Les protozoaires sont des organismes unicellulaires qui ont un noyau plus complexe et plus gros que les bactéries. Ils sont présents dans les eaux usées sous forme de sacs.

La principale forme d'agent pathogène humain est *Entamoeba histolytica*, l'agent responsable de la dysenterie amibienne et de *Giardia lamblia*.

c) Les bactéries :

Les bactéries sont des organismes unicellulaires simples et sans noyau. Leur taille est comprise entre 0,1 et 10 μm . Les eaux usées urbaines contiennent environ 10^6 à 10^7 bactéries par 100 ml. Parmi les plus communément rencontrées, on trouve les salmonella responsables de la typhoïde, des paratyphoïdes et des troubles intestinaux.

d) Helminthes :

Les helminthes sont rencontrés dans les eaux usées sous forme d'œufs et proviennent des excréments des personnes ou d'animaux infectés et peuvent constituer une source de réinfection par voie orale, respiratoire ou par voie cutanée.

La concentration en œufs d'helminthes dans les eaux usées est de l'ordre de 10 à 10^3 œufs par litre. [9]

6. Impactes des eaux usées :

La pollution de l'eau est une altération qui rend son utilisation dangereuse et perturbe l'écosystème aquatique et l'environnement. Elle peut concerner les eaux superficielles ou souterraines, aussi il est risqué sur la santé publique.

Le rejet en milieu naturel d'eaux non traitées ou mal traitées, génère une pollution catastrophique pour la biodiversité et la qualité des ressources en eau.

7. La Règlementation:

La règlementation exige des niveaux de qualité pour les eaux usées épurées, déterminés par les taux de concentration des divers composants de ces eaux

7.1. Norme de rejet des eaux résiduaires :

7.1.1 .Les 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 en 1989. 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. Pourtant, ces normes sont aujourd'hui extrêmement loin d'être appliquées en monde. Les normes concernent uniquement les quantités de micro-organismes. Les protozoaires ne sont pas inclus directement car il est considéré qu'ils sont éliminés en même proportion que les helminthes. Les virus ne sont pas considérés non plus, leur présence étant difficile à détecter lors des contrôles de routine. Ces normes sont destinées à une utilisation internationale, et sont donc adaptées aux pays en voie de développement. [10]

Les normes internationales selon l'organisation mondiale de la santé pour les eaux usées sont représentées dans le tableau suivant:

Tableau 1: Normes de rejets internationales (OMS)

Paramètres	Unité	Normes utilisées (OMS)
PH	-	6,5-8,5
DBO ₅	mg/l	<30
DCO	mg/l	<90
MES	mg/l	<20
NH ₄ ⁺	mg/l	<0,5
NO ₂ ⁻	mg/l	1
NO ₃ ⁻	mg/l	<1
P ₂ O ₅	mg/l	<2
Température T	°C	<30
Couleur	-	Incolore
Inodore	-	Inodore

7.1.2. Les normes Européenne:

La directive européenne du 19 mars 1991, relative au traitement des eaux résiduaires, impose la collecte et le traitement de la globalité des eaux urbaines résiduaires dans des délais qui s'échelonnent entre fin 1998 et fin 2005.

- Le traitement correspond à un traitement biologique :

- ✓ **DBO₅**: 25 mg/L ou 70 à 90 % de réduction
- ✓ **DCO** : 125 mg/L ou 75 % de réduction
- ✓ **MES** : 35 mg/L ou 90 % de réduction

Les niveaux de rejet ou les pourcentages de réduction sont à respecter 95 % du temps. La transcription de cette directive européenne en droit français a été prise en compte dans les arrêtés du 22 décembre 1994 et du 12 mai 1995. [11]

I.7.1.3. Les normes Algérienne:

La réglementation algérienne est assez succincte concernant des eaux usées épurées. Les caractéristiques techniques des systèmes d'épuration des eaux usées sont fixées par voie réglementaire en prenant en compte notamment les critères relatifs aux agglomérations, aux possibilités d'utilisation des eaux épurées, aux risques de contamination et de pollution.

L'eau est le fluide vital de la vie sur terre et constitue un aliment fondamental, assez rare dans notre pays, qu'il faut protéger contre toute forme de pollution.

La préservation de ce facteur exige un contrôle continu pour le comparer avec les normes nationales. [2].

Tableau 2 : Les valeurs limitent des paramètres de rejet dans un milieu récepteur [12]

PARAMETRES	UNITE	VALEURS LIMITES	TOLERANCES AUX VALEURS LIMITES ANCIENNES INSTALLATIONS
Température T	°C	30	30
pH	mg/l	6,5-8,5	6,5-8,5
MES	mg/l	35	40
Azote Kjeldahl	mg/l	30	40
Phosphore total	mg/l	10	15
DCO	mg/l	120	130
DBO ₅	mg/l	35	40
Aluminium	mg/l	3	5
Substances toxiques bioaccumulables	mg/l	0.005	0.01
Cyanures	mg/l	0.1	0.15
Fluor et composés	mg/l	15	20
Indice de phénol	mg/l	0.3	0.5
Hydrocarbures totaux	mg/l	10	15
Huiles et graisses	mg/l	20	30
Cadmium	mg/l	0.2	0.25
Cuivre total	mg/l	0.5	1
Mercure total	mg/l	0.01	0.05
Plomb total	mg/l	0.5	0.75
Chrome Total	mg/l	0.5	0.75
Etain total	mg/l	2	2.5
Manganèse	mg/l	1	7
Nickel total	mg/l	0.5	7
Zinc total	mg/l	3	7
Fer	mg/l	3	7
Composés organiques chlorés	mg/l	5	7

Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons présenté une généralité des eaux usées, quelle est l'origine et la composition des eaux usées, le type et le paramètre de pollution, ainsi que les normes pour le rejet d'eau épurer dans l'environnement afin de maintenir la durabilité des ressources en eau dans la vie.

Chapitre 2

Procédés d'épuration des eaux usées

I. Introduction:

L'évacuation directe des eaux usées dans le milieu naturel perturbe l'équilibre aquatique en transformant le milieu accepteur en égouts. Cette pollution peut aller jusqu'à la disparition de toute vie. Pour ce faire, il est nécessaire de purifier et d'éliminer un maximum de déchets des eaux usées, avant de les rejeter dans l'environnement.

Les stations d'épuration constituent une voie d'élimination des eaux usées dans la mesure où celles-ci y subissent toute une série de traitements avant leur déversement dans le milieu naturel. Une STEP, généralement placée à l'extrémité aval d'un réseau est conçue.

La dépollution des eaux usées nécessite une succession d'étapes faisant appel à des traitements physiques, chimiques et biologiques, en dehors des plus gros déchets présents dans les eaux usées, l'épuration doit permettre au minimum d'éliminer la majeure partie de la pollution carbonée selon le degré d'élimination de la pollution et les procédures mis en œuvre, quatre niveaux de traitement sont définis : (1)-prétraitement, (2)-traitement primaire, (3)- traitement secondaire (4)- le traitement tertiaire (facultatif).

1) Définition de l'épuration :

En assainissement, l'épuration constitue le processus visant à rendre aux eaux résiduaires rejetées la qualité répondant aux exigences du milieu récepteur il s'agit donc d'éviter une pollution de l'environnement et non de produire de l'eau potable.

2- Les stations d'épuration :

Les stations d'épuration constituent une autre voie d'élimination des eaux usées dans la mesure où celles-ci y subissent toute une série de traitements avant leur déversement dans le milieu naturel.

Une STEP, généralement placée à l'extrémité aval d'un réseau est conçue pour épurer les eaux usées et limiter l'apport en excès de matière organique et dans certains cas, de substances minérales telles les nitrates et les phosphates dans les milieux récepteurs, sachant que certaines substances contenues dans un effluent, à partir d'une certaine concentration, peuvent constituer un danger pour la communauté aquatique, l'épuration des eaux usées diminue l'impact sur l'environnement.

3-L'épuration des eaux usées au niveau d'une STEP :

Il y a plusieurs niveaux de traitement des eaux usées au niveau d'une STEP à savoir : prétraitement, les traitements (primaire, secondaire et tertiaire). Plusieurs établissements municipaux de traitement des eaux usées utilisent le niveau primaire et secondaire et quelques

installations utilisent le traitement tertiaire les différentes étapes du traitement des eaux usées sont défini comme :

3.1-Prétraitement:

En tête de station d'épuration, ils visent à retenir des matières séparables par des procédés simples : matières volumineux au moyen de tamis, sables dans des dessableurs, produits moins denses que l'eau et matières flottantes les plus grossiers par des installations.

Ces procédés facilitent les opérations ultérieures telles que le pompage, la digestion, le traitement mécanique des boues, au cours desquelles on craint le colmatage et l'abrasion des appareils, cette opération d'appeler un «prétraitement » ou le prétraitement physique qui consiste en un certain nombre d'opérations mécaniques ou physiques destinées à extraire le maximum d'éléments dont la nature et la dimension constitueraient une gêne ultérieurement. Ces opérations sont : le dégrillage, le dessablage, et le déshuilage dégraissage.

Il comporte 3 parties principales :

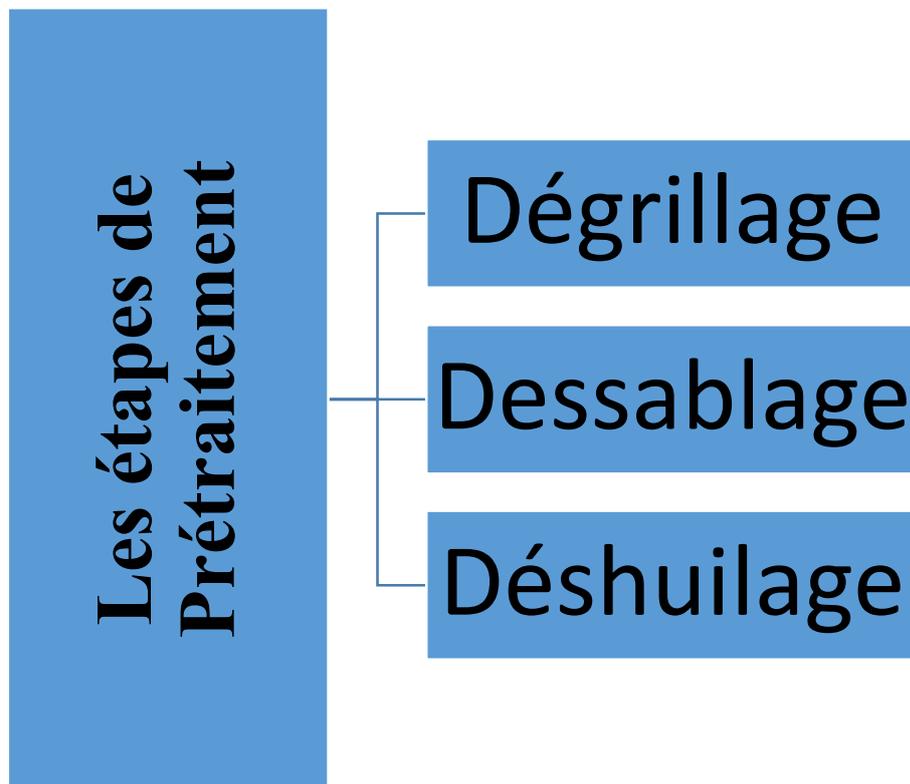


Figure 1 Les étapes de Prétraitement

3.1.1-Dégrillage :

L'objectif de dégrillage élimination des éléments solides ou particuliers les plus grossiers, les sables, les graisses et les huiles, il consiste à faire passer l'effluent entre les barreaux d'une grille, dont l'écartement se mesure habituellement en centimètre. Cette opération préliminaire et indispensable au niveau de toutes les stations, permet de protéger les ouvrages en aval de la

station contre les dommages qui peuvent être causés par les objets de grande taille contenus dans le flux des eaux usées (protection des équipements électromécaniques, réduction des risques de colmatage des conduites).



Figure 2 Prétraitement- Dégrilleur

3.1.1.1-Catégories de dégrillage :

Le dégrillage est classé en trois catégories selon l'écartement entre barreaux de grille :

- Le pré-dégrillage, pour un écartement supérieur à 40 mm
- Le dégrillage moyen, pour un écartement de 10 à 40 mm
- Le dégrillage fin, pour un écartement inférieur à 10 mm [13]

3.1.1.2-Les différents types de grilles :

A/ Grilles manuelles : elles sont généralement inclinées de 60 à 80° sur l'horizontale et composées de barreaux droits, ronds ou rectangulaires.

B/ Grilles mécaniques à nettoyage par l'aval : C'est un système de pré-dégrillage avec une capacité d'extraction importante (mais risques de rechute des déchets dans l'eau aval).

C/ Grilles mécaniques à nettoyage par l'amont : Les barreaux sont généralement de section rectangulaire ou trapézoïdale. L'évacuation des déchets est située à l'aval de la grille. Il en existe 3 types :

- Grilles courbes : Elles sont conseillées pour les installations de moyenne importance avec des eaux pas trop chargées. Le nettoyage se fait à l'aide de deux peignes montés sur un bras tournant autour d'un axe horizontal.
- Grilles droites à nettoyage alternatif: Le champ de grille est souvent incliné à 80 degrés sur l'horizontale et le nettoyage se fait avec un racleur (ou râteau ou peigne ou poche pivotante) qui remonte les déchets le long de la grille et est redescend en position écarté du champ de grille.
- Grilles droites à nettoyage continu: Elles sont bien adaptées à un dégrillage fin avec risques de et feutrage (obturation de la grille par des feuilles par exemple). Elles sont inclinées à 80 degrés et l'éjection des déchets du réceptacle et motorisées. [13]

3.1.2-Dessablage :

Le dessablage c'est un procédé consiste à l'élimination des sable présents dans l'effluent brute est indispensable pour protéger les conduites et les pompes contre l'érosion et le colmatage.

Le dessablage s'effectue sur des particules de dimensions supérieures à 200 mm, la vitesse de sédimentation se calcule par la loi de Stokes (chute libre). La section du dessableur calculée de manière que la vitesse de l'eau ne descende pas au-dessous de 0,30 à 0,20 m/s, et éviter ainsi que les matières organiques se déposent en même temps que les sables [9]

Le but de ce dispositif est de piéger les particules solides charriées par les eaux et les matières en suspension de granulométrie comprise entre 200 et 500 μ m: sables, graviers, etc.

En retenant les sables qui sont associés aux polluants, le dessableur participe à la protection du milieu récepteur; il permet également d'éviter la détérioration des ouvrages situés en aval (usure des pièces mécaniques). [13]

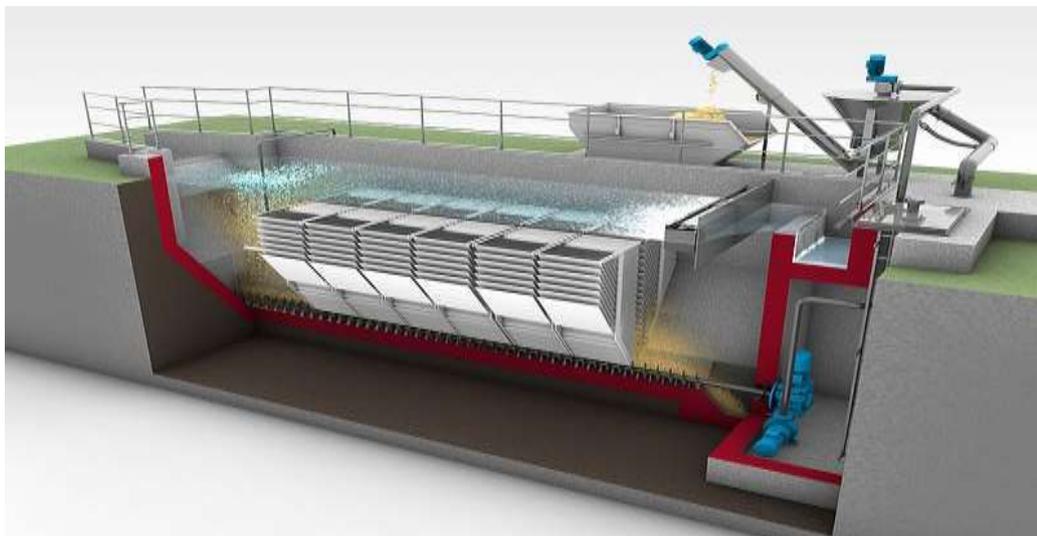


Figure 3 Prétraitement -Dessableur

3.1.2.1-Les différents types de dessableurs :

a) Les dessableurs classiques

La vitesse à l'intérieur de ces ouvrages varie selon le débit. Ces ouvrages canaux (ou couloirs) simples sont les plus élémentaires. L'installation de deux canaux en parallèle (figure ci-dessous) permet la mise en service du deuxième canal lorsqu'on extrait les sables du premier. [3]

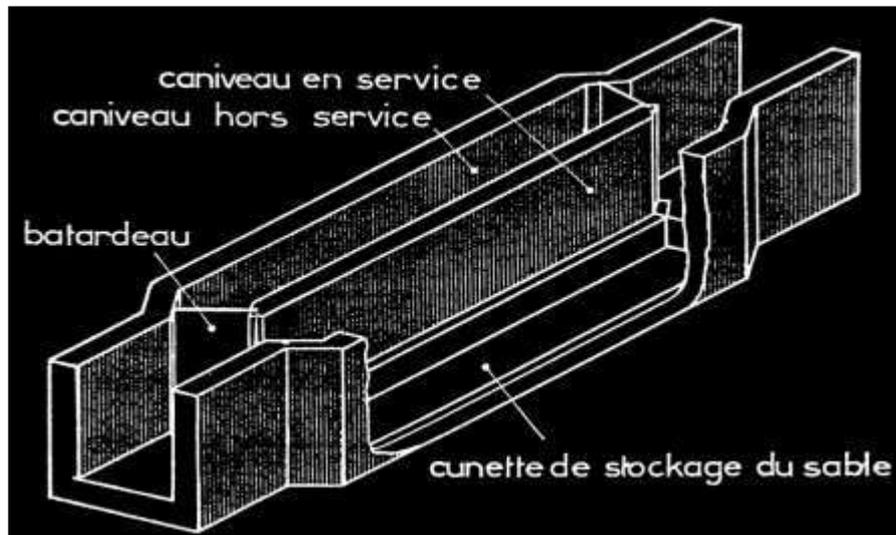


Figure 4 Dessableur à canal double

b) Les dessableurs canaux à vitesse constante :

Afin d'obtenir une vitesse constante dans les dessableurs, la section immergée doit varier de la même façon que le débit. Parmi les dessableurs à vitesse constante on compte : les dessableurs à section parabolique (figures ci-dessous). Cette solution consiste à adapter la section du dessableur aux variations de débit : rétrécissement du canal par une fenêtre verticale. [3]

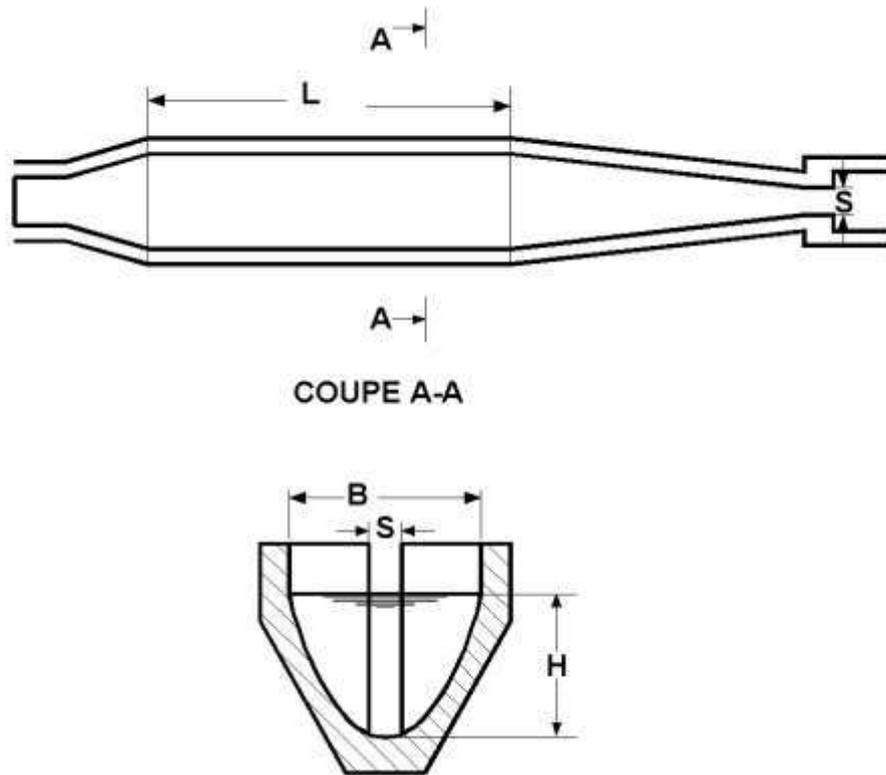


Figure 5 Dessableur à section parabolique

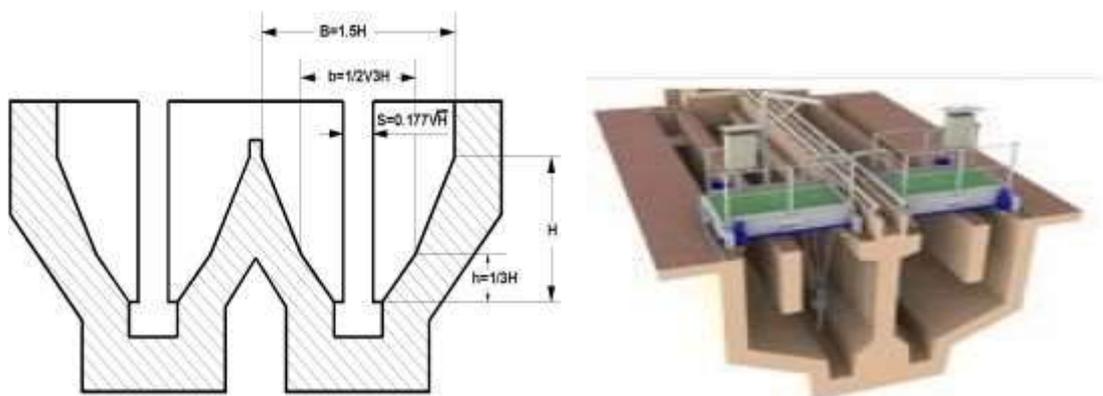


Figure 6 Section hexagonale d'un dessableur section parabolique

Il existe d'autres types de dessableurs mais qui sont essentiellement utilisés pour le traitement des eaux usées comme: les dessableurs tangentiels, les dessableurs aérés (séparation des sables et des matières organiques), les dessableurs carrés à fond plat. [3]



Figure 7 Le dessableur tangentiel, le dessableur aéré

3.1.3-Déshuilage :

Les opérations de dégraissage et de déshuilage consistent en une séparation de produits de densité légèrement inférieure à l'eau, par effet de flottation.

Le dégraissage est une opération de séparation liquide-solide réalisant un compromis entre une rétention maximale des graisses et un dépôt minimale de boues de fonde fermentescibles. Le terme déshuilage est habituellement réservé à l'élimination d'huiles présentes en quantité notable dans les eaux résiduaires. [13]



Figure 8 : Prétraitements – Dégraisseurs

Le but de cette opération pour éviter :

- La mauvaise sédimentation dans les décanteurs,
- La diminution des capacités d'oxygénation des installations de traitement biologique,
- Le bouchage des canalisations et des pompes,

- La surconsommation des produits chimiques lors de la préchloration et de la coagulation/floculation,
- L'acidification du milieu dans le digesteur anaérobie [3]

3.1.3.1-Etapes de déshuilage:

Le déshuilage comporte 2 stades :

- Un pré-déshuilage, c'est-à-dire l'élimination des hydrocarbures flottants.
- Un déshuilage proprement dit qui élimine plus ou moins complètement les hydrocarbures dispersés. Il est réalisé soit avec des flottateurs mécaniques ou à air dissous soit en utilisant un système de pression et des filtres. [13]

3.1.3.2-Les dispositifs de déshuilage-dégraissage

a) Dégraisseur-déshuileur aéré:

Ce type d'ouvrage comprend une zone aérée (avec insufflation par le bas) suivi d'un compartiment de sédimentation latéral calculé pour une vitesse ascensionnelle de 15 à 20m/h.

b) Déshuileur longitudinal:

C'est un bassin de forme rectangulaire équipé de racleur de surface de fond. L'ouvrage est calculé pour :

- une vitesse d'écoulement horizontal de 20 à 50 m/h;
- une longueur de 2 à 6 m;
- une hauteur d'eau de 1 à 3 m

Le plus souvent, les fonctions de dessablage et de déshuilage sont combinées dans un même ouvrage qui met en œuvre les principes de fonctionnement cités précédemment. [2]

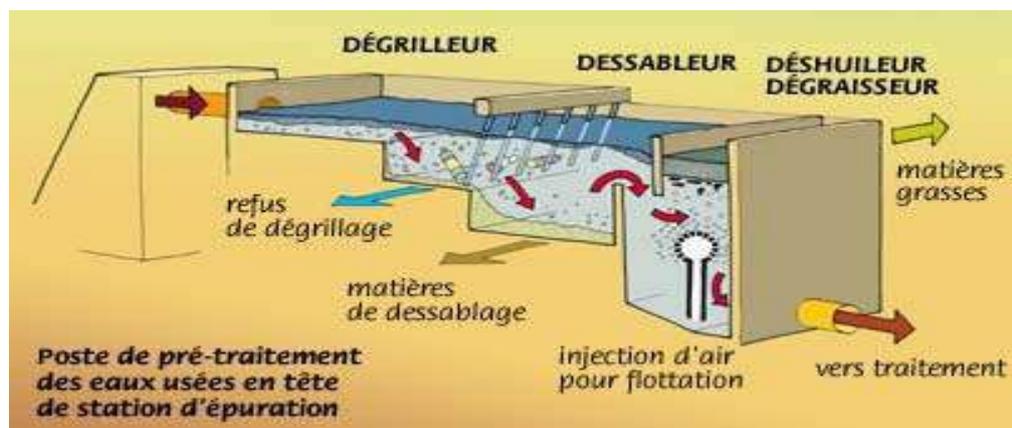


Figure 9 Les étapes de prétraitements des eaux usées

3.2- Traitement primaire :

Le traitement primaire consiste à réaliser l'étape de décantation qui élimine jusqu'à 60 % des matières en suspension (MES), et environ le tiers de la DBO₅ entrante. Les boues produites fortement organiques et fermentescibles sont acheminées vers l'unité de traitement des boues. La phase aqueuse résultante, non conforme aux seuils de rejet, est acheminée vers le traitement secondaire. Si le traitement secondaire n'existe pas, comme c'est le cas dans de nombreuses villes côtières ou riveraines d'un grand fleuve, la décantation est optimisée par ajout de coagulant et de floculant qui améliorent notablement l'épuration. La décantation a lieu dans des décanteurs circulaires raclés ou dans des décanteurs lamellaires. Le traitement primaire est une étape facultative. Dans de nombreuses stations, le flux prétraité est directement envoyé vers la phase de traitement secondaire. [14]

- a) La décantation (processus physique) : le principe de séparation solide-liquide est la pesanteur, les matières en suspension ou colloïdales tendent à se séparer du liquide par sédimentation.
- b) La flottation (processus physique) : par opposition à la décantation, la flottation est un procédé de séparation solide-liquide ou liquide-liquide qui s'applique à des particules dont la masse volumique réelle ou apparente (flottation assistée) est inférieure à celle du liquide qui les contient.
- c) coagulant-floculant (voie physicochimique): le principe est ici de favoriser l'agrégation des molécules en suspension grâce aux techniques de coagulation et de floculation de façon à augmenter la Sédimentation grâce à l'obtention de floes plus gros. [15]

3.3- Traitement secondaire :

Le traitement secondaire où biologique des eaux usées est le procédé qui permet la dégradation des polluants grâce à l'action de micro-organismes. 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. Les microorganismes responsables de l'épuration s'agglomèrent sous forme de floes et se développent en utilisant la pollution comme substrat nécessaire à la production d'énergie vitale et à la synthèse de nouvelles cellules vivantes. [16]

3.3.1- Disque biologique :

L'épuration biologique a pour but d'éliminer la matière polluante biodégradable contenue dans l'eau domestique en la transformant en matières en suspension. [17]

Les bactéries ou micro-organismes se trouvent sur des disques ondulés fixés à un axe horizontal rotatif. Les disques ne sont pas totalement immergés de façon à ce que les bactéries puissent régulièrement prendre de l'oxygène au-dessus de la surface de l'eau.

3.3.2- Lit bactérien aérobie :

Les bactéries se trouvent également sur un support poreux. L'eau à traiter est dispersée en pluie à la surface du filtre. Le procédé met en œuvre un clarificateur et comporte ensuite, phase d'aération et phase de décantation. [17]

3.3.3- Boues actives :

Le principe des boues activées réside dans une intensification des processus d'autoépuration que l'on rencontre dans les milieux naturels. Les bactéries flottent en flocons dans les eaux usées et le processus de purification a lieu sous aération intense. Les conditions aérobies et anaérobies peuvent être modifiées dans l'espace et dans le temps de façon à ce que les nutriments eux aussi, comme l'azote et le phosphore puissent être éliminés. [17]

3.3.4- Le lagunage naturel :

Le rayonnement solaire est la source d'énergie qui permet la production de la matière vivante par les chaînes alimentaires aquatiques (chaînes trophiques). L'épuration des effluents est réalisée essentiellement par des bactéries aérobies dont l'oxygénation est assurée par l'action chlorophyllienne de végétaux qui participent aussi à la synthèse directe de matière organique.

3.3.5- Le lagunage aéré :

Contrairement au lagunage naturel où l'oxygène est fourni par la photosynthèse et le transfert à l'interface eau-atmosphère, dans le cas de lagunage aéré l'oxygène est produit artificiellement (aérateurs mécaniques c'est à dire insufflation d'air). A la différence des «boue activée », il n'y a pas de recirculation de la culture bactérienne. C'est donc un procédé intermédiaire entre le lagunage naturel et les procédés biologiques traditionnels. Le traitement se compose deux types : lagune d'aération et lagune de décantation. [18]

3.3.6-Le lagunage anaérobie :

Dans ces lagunes, le rendement d'épuration dépend essentiellement du développement d'une fermentation méthanique. Il n'est de ce fait applicable que sur des effluents à fortes concentrations et, le plus souvent, à titre de prétraitement avant un deuxième stade d'épuration de type aérobie. Les principes fondamentaux de ce système d'épuration sont sur tout utilisés en climat tropical. [18]

3.3.7-Le lagunage à haut rendement :

C'est une technique particulière où l'épuration des eaux usées est obtenue grâce à une production algale particulièrement intensive. Dès sa création, le lagunage à haut rendement a été considéré non seulement comme une technique d'épuration des eaux usées, mais aussi comme un procédé de production d'une biomasse algale d'intérêt alimentaire, permettant donc la valorisation des eaux usées des villes et des industries agroalimentaires.

Le lagunage à haut rendement offre aujourd'hui certainement le plus grand potentiel de développement biotechnologique basé sur les micro-algues. [18]

3.4-Traitement tertiaire :

Le traitement tertiaire est des opérations physiques, chimiques ou biologiques, qui permettent d'améliorer les caractéristiques d'une eau résiduaire après un traitement biologique. On leur fait appel lorsqu'il est nécessaire d'assurer une protection complémentaire du milieu récepteur ou en raison d'une réutilisation immédiate de l'eau épurée, comme eau industrielle ou agricole, ou indirecte, rejet ou réalimentation de nappe.

Il s'agit en fait d'affiner l'eau en poussant l'épuration le plus loin possible avec la possibilité de viser deux objectifs différents : L'amélioration des performances sur les paramètres classiques (MES, DBO₅, DCO) Le traitement tertiaire est alors un affinage qui peut être obtenu par différentes techniques, filtration sur sable, adsorption sur charbon actif.

L'action spécifique sur un paramètre qui n'est que peu ou pas touché par les traitements classiques, c'est le cas de la désinfection (chloration ou ultraviolet), par laquelle on s'attache à réduire la pollution bactérienne, ou des procédés visant l'élimination des éléments nutritifs (azote ou phosphore) par des traitements biologiques (nitrification et dénitrification de l'azote) Ou physicochimiques (précipitation du phosphore).

Les eaux usées bénéficiant d'un traitement tertiaire contiennent si peu de nutriments qu'elles ne peuvent permettre une forte croissance microbienne. Le traitement tertiaire est la méthode la plus complète pour traiter les eaux d'égouts, mais elle n'a été généralisée en raison de son coût. [15]

Conclusion :

Dans ce chapitre on a présenté Les stations d'épuration et l'opération de traitement au niveau d'une STEP, et on a cité les différentes étapes de traitement des eaux usées, nous avons conclu à toute les procédés de traitements des eaux le même objectif de protéger le milieu récepteur par réduire les concentrations les eaux polluantes à des niveaux de norme de rejet et non dangereux à milieu récepteu

Chapitre 3

Présentation de la zone
d'étude

I-Introduction :

La région d'illizi est considérée comme une région stratégique en raison de sa situation géographique entre les États du sud et du sud-est ainsi que des ressources économiques qu'elle contient et contribue à la relance de l'économie et du national car elle est une porte d'entrée vers l'état de Djanet et Tamanrasset à temps et est également une zone polarisée pour le facteur humain en raison de la présence d'opportunités d'emploi et de zones d'investissement

Ce dernier occupe une grande superficie de la superficie totale de l'Algérie, et dans ce chapitre nous présenterons un aperçu de la nature géographique, de certaines caractéristiques hydrogéologiques et des nappes que contient la région, ainsi que de la nature du climat. .

1-Cadre géographique :

La wilaya d'illizi Il est situé dans le sud-est du pays et à 1758 km de la capitale du pays. Sa superficie est de 284618 km², soit 11% de la superficie de l'Algérie, avec une population estimée à (54490 habitants a2020) L'état est bordé à l'est par la Tunisie (avec une longueur de frontière de 25 km) et la Libye (950 km), au nord par l'état d'Ouargla, à l'ouest par l'état de Tamanrasset et au sud par l'état de Djanet. (Figure 10) [19]

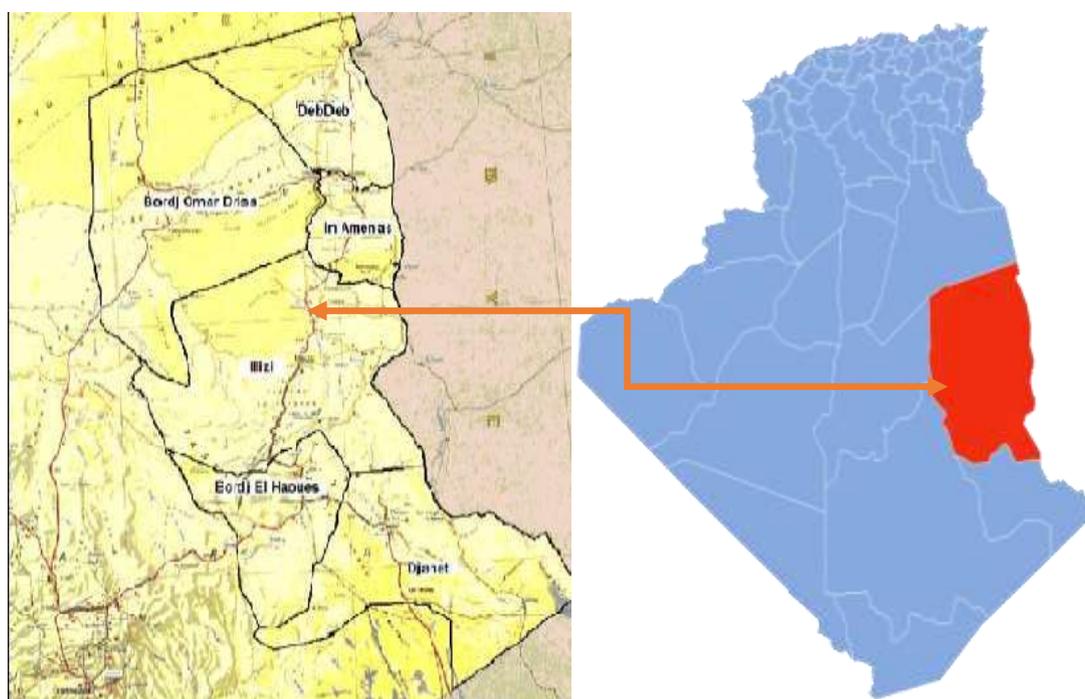


Figure 10 Carte de découpage Administratif de la Wilaya d'illizi.

- La Tunisie au nord-est, sur près de 25 Km
- La Libye à l'est, sur près de 1000 Km

A l'intérieur du pays, la wilaya est limitée par:

- La wilaya in Salah et Tamanrasset à l'ouest
- La wilaya d'Ouargla au nord
- La wilaya de Djanet a le sud [19].

3-Propriétés hydrologiques :

En raison de la situation géographique, le climat de la ville d'Illizi est caractérisé par la sécheresse et les températures élevées, surtout en été, car celles-ci entraînent un taux élevé d'évaporation et également un manque de précipitations, ce qui provoque la sécheresse.

➤ Température :

La température est un facteur important car elle détermine la nature du climat de la région, ainsi que son interférence avec d'autres facteurs climatiques

Nous notons que la zone d'étude est caractérisée par des étés chauds et secs et des hivers froids.

Et à travers les données enregistrées pour le mois de juin, juillet et août, il a été constaté que c'est le plus chaud, compris entre (41.3 ° C et 42.2° C). Par contre, les mois les plus froids sont: décembre, janvier et février. (21 ° C à 24,1 ° C)

Les résultats sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 3 Températures moyennes pendant (2008-2019) [20]

les mois	jan	fév	mars	avril	mai	juin	juil	aout	septe	octo	nov	déce
température	21	24,1	28,6	33,5	38,6	41,7	42,2	41,3	39,5	34	27,4	21,8

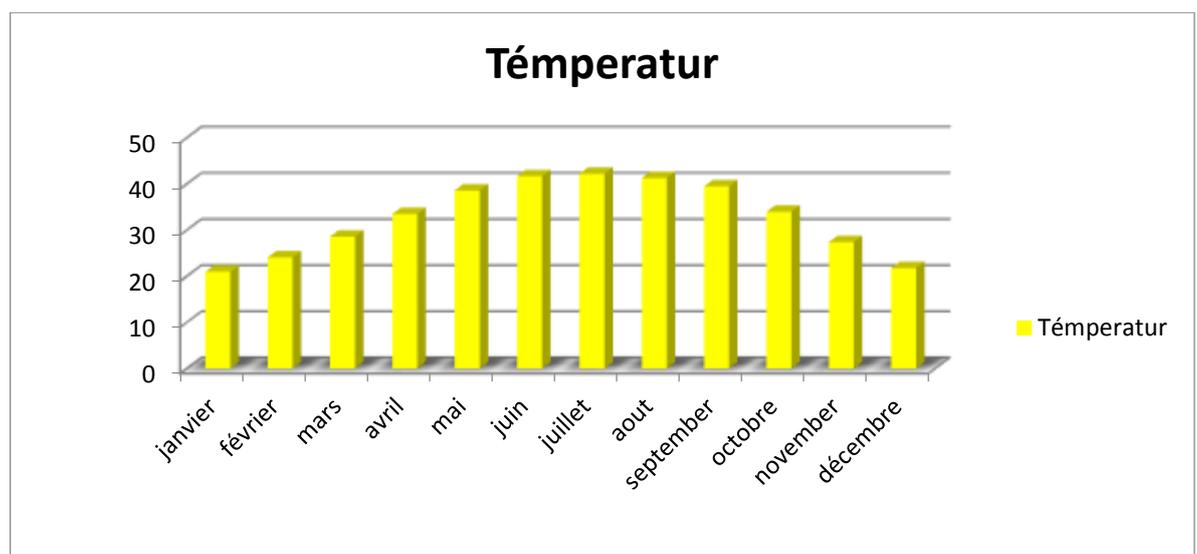


Figure 11 La température pendant (2008-2019)

➤ **évaporation :**

L'évaporation dépend de facteurs climatiques tels que la température et la vitesse du vent, comme nous l'enregistrons dans la région d'Illizi Deux périodes:

- Période d'été de mai à septembre avec un maximum de 474,6 mm en juillet.
- La période hivernale et pendant la période froide d'octobre à avril, avec un minimum de 147,9 mm au mois de décembre.

Tableau 4 Le degré moyen d'évaporation pendant (2008-2019) [20]

mois	jan	févr	mars	avril	mai	juin	juill	aout	septe	octob	nove	déce
evaporation	165,8	197,9	286,6	334,8	426,7	460,8	474,6	439	374,3	290,8	201,9	147,9

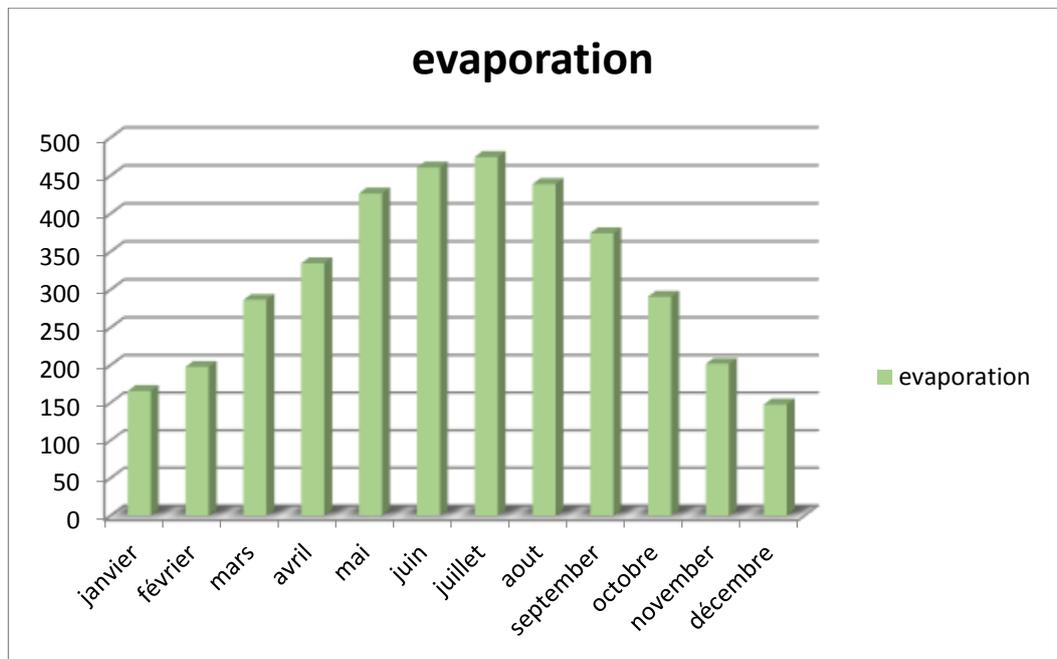


Figure 12 Le degré moyen d'évaporation pendant (2008-2019)

➤ **Insolation :**

Naturellement à partir d'une saison, les heures d'ensoleillement varient en fonction des saisons et de la température, en moyenne,

- Cela dure 10 heures par jour, mais il reste très élevé pendant l'année
 - Ensoleillement quotidien moyen
 - Ensoleillement quotidien moyen
- (8-9 heures d'hiver)
- Et (12 à 10 heures en été)

Le tableau suivant montre les résultats enregistrés Moyennes mensuelles du degré d'insolation pendant la période (2008-2019)

Tableau 5 les résultats enregistrés Moyennes mensuelles du degré d'insolation pendant la période (2008-2019) [20]

Mois	jan	fév	mars	avril	mai	juin	juillet	aout	septe	octob	novem	décem
Insolation	264	252	263	232	289	301	356	346	356	270	258	268

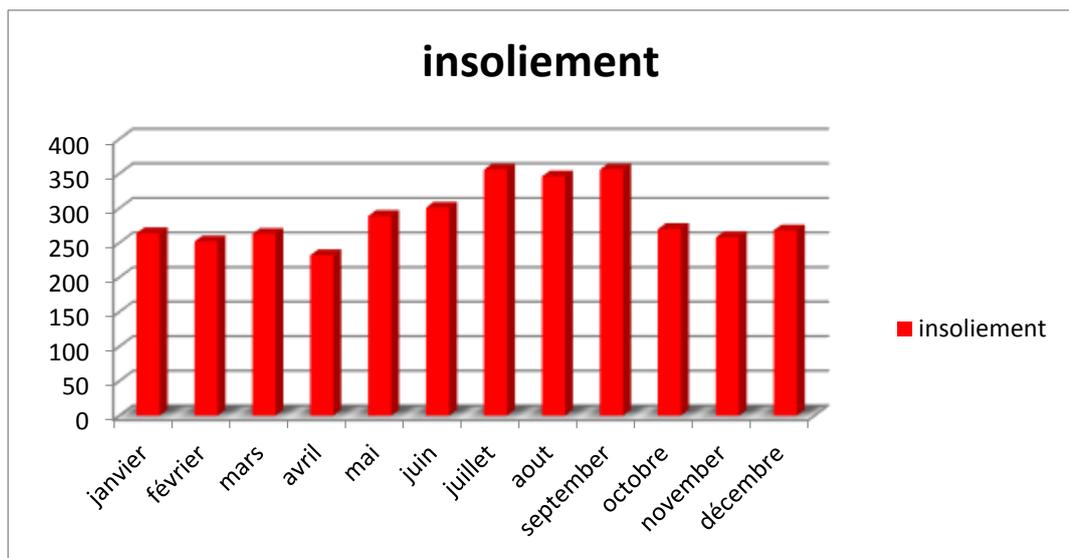


Figure 13 Nombre moyen d'heures d'insolation enregistrées au cours de la période (2008-2019)

➤ **Vitesse du vent :**

On note que les vents sont généralement légers à modérés, car ils sont relativement rapprochés. Les vents sont responsables des tempêtes de sable, qui à leur tour limitent la visibilité et rendent l'air, Il n'est pas respirant et paralyse les activités et constitue un danger dans certains cas au niveau de l'État. Il est également considéré comme un facteur majeur de changement des caractéristiques de la région, ainsi que des zones proches des dunes de sable, et leur direction est du sud-est. Et à l'est, où ils atteignent 10 m / s en période sèche, tandis qu'en période froide les vents sont calmes de l'ouest et du nord-ouest. Un vent fort souffle à travers les mois de mars, avril et mai, et sa vitesse peut atteindre 11,4 m / s. Les résultats sont présentés dans le tableau 04 le prochain :

Tableau 6 Vitesse du vent (m / s) moyenne pour la période (2008-2019) [20]

Mois	jan	fév	mars	avril	mai	juin	juillet	aout	septe	octob	novem	décem
Vitesse de vent	7.2	8.9	9.9	10	11.4	11.2	10.1	9.8	8.5	8.2	7.0	6.8



Figure 14 Vitesse mensuelle moyenne du vent enregistrée au cours de la la période (2008-2019)

➤ **L'humidité :**

L'humidité est la présence d'eau ou de vapeur d'eau dans l'air ou dans une substance (linge, pain, produit chimique, humidité du bois, etc.)

Les résultats de l'humidité atmosphérique au cours des 10 dernières années sont présentés dans le tableau ci-dessous

Tableau 7 l'humidité atmosphérique[22]

Mois	Jan	Fév	mars	avri	mai	juin	juill	aout	Septe	octob	Novem	Décem
la humid	67	57	47	37	34	30	31	32	38	48	57	70

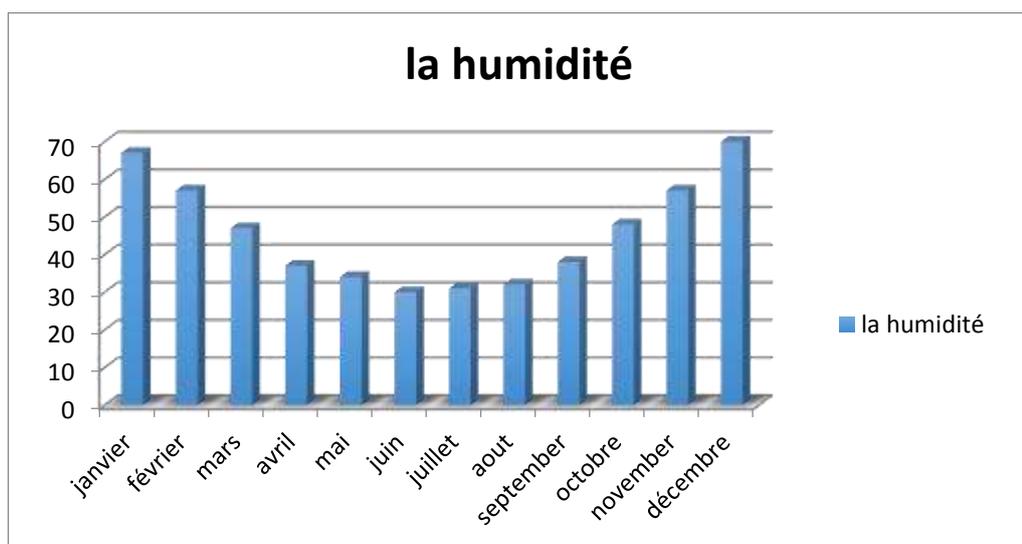


Figure 15 Humidité de l'air enregistrée pendant la période (2008-2019)

➤ **Précipitation :**

Les précipitations désignent tous les Un élément fait d'eau, comme la pluie, la neige et la grêle qui tombent dans une atmosphère Qui est contrôlé par la température pour déterminer son état solide ou liquide.

Sur la base des résultats du tableau et après leur analyse, on constate qu'ils sont fluctuants et hétérogènes, car quasi inexistantes en saison estivale, et leurs valeurs varient entre (0,000et 0.5 mm).

Quant à la valeur de précipitation la plus élevée, elle a été enregistrée respectivement en septembre et octobre, telle quelle (1,2 à 1,5 mm)

Tableau 8 Moyenne à précipitations de la période (2008-2019) [20]

mois	janv	févr	mars	avril	mai	juin	juill	aout	septe	octob	novem	déc
préc	0,7	1	0,5	0,5	0,5	0,8	0	0,1	1,2	2,5	0,6	2

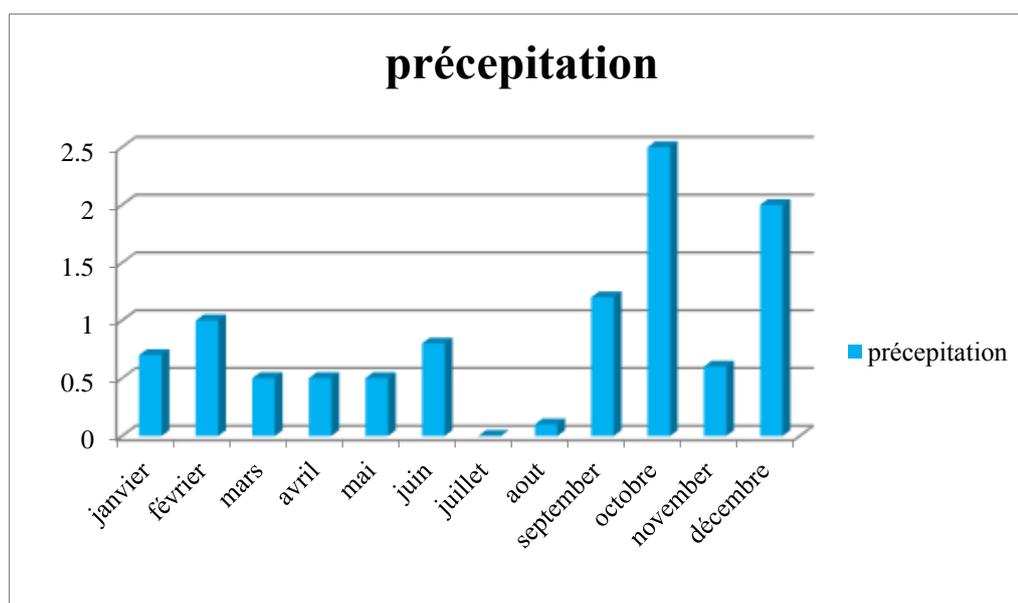


Figure 16 La quantité de précipitations enregistrées au cours de la période (2008-2019)

3-Hydrogéologie :

La science qui étudie l'eau souterraine. Son domaine d'étude repose essentiellement sur deux branches des sciences de la Terre, la géologie et l'hydrologie, mais aussi sur de nombreuses autres branches comme la géostatistique, la physique, la chimie, la biologie, la géochimie, l'hydrochimie, la géophysique, l'hydrodynamique, l'hydraulique souterraine, l'analyse numérique ainsi que des techniques de modélisation. À ce titre, l'hydrogéologie est par excellence une interdisciplinaire. En outre, des recherches et des études récentes révèlent que le désert contient une grande réserve d'eau souterraine.

La région d'étude est caractérisée par une surface très étendue .La wilaya d'illizi présente des ressources en eaux souterraines qui diffèrent d'une région à une autre.

Où nous trouvons dans la zone d'étude deux parties ;

1-La partie septentrionale se caractérise par un important réservoir qui est le Continental Intercalaire (région d'In Amenas).

2-Les parties centrales et méridionales se caractérisent par des nappes locales telles que la napped'Inféro-Flux, le Dévonien inférieur, de Cambro-ordovicien et du Carbonifère.

Tableau 9 les principales ressources en eau exploitées dans la wilaya [21]

N°	Nom de nappe	Localisation	Profondeur (m)
01	Cambro - Ordovicien	Tin Alkoum, Djanet, Tarat	100-600
02	Dévonien Inférieur	Illizi, Issendjel, Lahdeb Laarach	350-1450
03	Des formations Carbonifères	In Aménas – Ohanet	800-1100
04	Du continental Intercalaire (C.I)	Deb Deb - Bordj Omar Driss	400-1000
05	Du Complexe Terminal (C.T)	Bordj Omar Driss	250-400
06	Inféro - Flux	Les remplissages alluvionnaires des oueds	15-70

Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons traité de nombreux aspects, ainsi que de certaines caractéristiques de la zone d'étude, car la région d'illizi est caractérisée par des saisons presque distinctes car elle est caractérisée par un climat sec et chaud en été et froid en hiver.

Quant à la géologie, on retrouve deux parties, à savoir Le socle cristallin et La couverture sédimentaire, Quant à l'hydrogéologie, elle se distingue également par deux époques le paléozoïque et le mésozoïque, Et aussi certains des principaux facteurs climatiques tels que la température, les précipitations, la vitesse du vent et d'autres qui affectent le rendement de la station.

.Et que la nappe exploitée dans la région est Dévonien Inférieur.

Chapitre 4

Présentation de STEP

I-Introduction

Dans ville d'Ilizi, il existe une station d'épuration qui fonctionnée à épurée les eaux usées et les eaux de pluie de la ville grâce au processus lagunage naturel, et qui est entré en service en (24-07-2018).

Ce procédé contribue à réduire la pollution résultant des eaux usées, qui constituent une menace pour le milieu récepteur, cette STEP Equipée d'un laboratoire d'analyse qui a pour but de calculer le rendement de la STEP d'une façon générale.

Dans ce chapitre, nous toucherons la définition de la station d'épuration pour ville d'Ilizi et son mode de fonctionnement.

1-L'état de l'assainissement :

Ilizi est une zone en développement constant, connaissant une augmentation de la population et des services publics, il est donc plausible qu'il y ait des problèmes avec le réseau d'égouts, long de 171 km, et ce dernier dispose de 9 stations de pompage.

Le réseau d'égouts de la ville souffre de plusieurs problèmes qui ont nécessité l'intervention des services concernés par la désinfection (ONA), et le tableau suivant montre le nombre de plaintes reçues de citoyens et les interventions pendent 2020 :

Tableau 10 indiquant le nombre intervention et réclamation Pour l'année 2020

Mois	j	f	m	a	m
Nombre des réclamations	18	108	66	72	98
Nombre des interventions	129	126	105	108	125

2-Présentation de la station d'épuration d'ILLIZI :

Une station d'épuration permet de traiter les eaux usées qu'elles soient d'origines industrielles ou qu'elles proviennent des activités quotidiennes de l'homme.

Une station d'épuration est une installation de plusieurs dispositifs et de procédés bien spécifique ; chaque procédé a pour rôle d'éliminer ou de diminuer le taux d'un polluant présent dans l'eau usée. Equipée d'un LABORATOIR D'ANALYSE qui a pour but de calculer le rendement de la STEP d'une façon générale.

La station d'épuration des eaux usée de la ville d'ILLIZI a été dimensionnée pour une capacité de 40000équivalent habitant avec un débit nominal égal à 6400 m³/j, un débit moyen a temp sec égale les 267 m³/h et un débit de point a temp sec atteindre les 417 m³/h. d'une point de vue qualitative , la station a été dimensionné pour traiter les eaux caractériser par des charge

polluante de DCO, DBO₅, MES, Nt, NH₄⁺ et Pt ne dépasse pas les 4000 kg/j, 2000 kg/j, 2800 kg/j, 600 kg/j et 160 kg/j respectivement. La station reçoit les effluents de la commune d'ILLIZI par pompage arrivés de deux stations, la station de pompage « final » et la station de pompage « Tinemri ». La conception de la STEP consiste d'un ouvrage de prétraitement qui contient un système de by-pass, un dégrilleur automatique et un autre manuel, un déshuileur, un dessableur avec un système d'extraction des sables automatique, un classificateur à sable et un débit mètre pour mesurer les effluents entrants. En aval de cet ouvrage on trouve la filière de traitement biologique qui consiste à deux filles d'eau, chaque fille contient un bassin anaérobie, un bassin facultatif et un bassin de maturation. En fin on trouve un seul bassin de stockage qui collecte les eaux de deux filles, un débit mètre et une station de pompage pour l'évacuation des eaux épurées vers Oued ILLIZI, 2.5 Km loin de la station. La station a été réalisée pour des objectifs bien déterminés, la protection des nappes souterraines contre la pollution, la lutte contre les maladies à transmission hydrique et la réutilisation des eaux usées épurées en agriculture. [22]

3-Localisation de STEP :

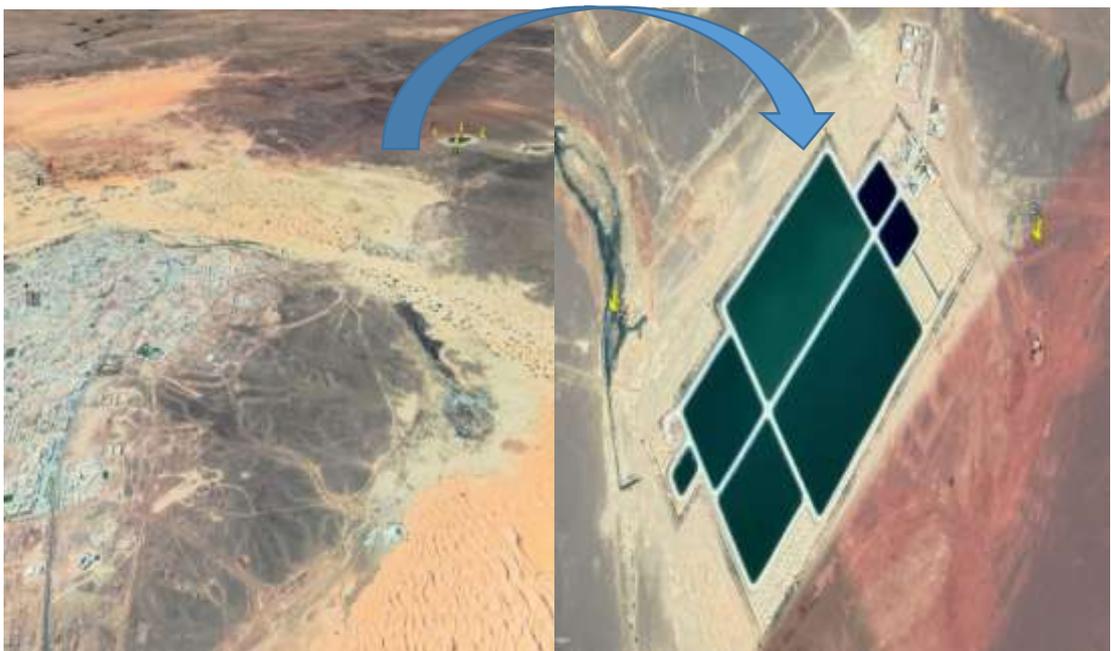


Figure 17 Vue de la station d'épuration d' Illizi

La station d'épuration d' Illizi est située à 10 km à l'ouest de la ville sur la route de daïra Bordj Omar Driss et est conçue pour recevoir un débit de 6400 m³/jour. Elle a été réalisée et installée par l'Entreprise par Chiali Académie.

4- Définition des ouvrages :

4.1-Ouvrages d'arrivée :

L'entrée de la station est équipée pour recevoir le débit total au moyen d'un barrage seuil pour tous les débordements, dont la limite est de 417 m³/h et d'un barrage en aluminium installé sous forme de bandes pour assurer un isolement complet de la station.

Il contient également un tube à décharge latérale qui fonctionne pour laisser passer les flux liquides et assurer le passage des flux en cas de blocages et d'accidents, et les déchets liquides sont mesurés et enregistrés par une sonde à ultrasons placée dans le sens du prétraitement. [23]

4.2-Dégrillage :

Le tri est effectué sur deux lignes parallèles :

- La ligne principale est équipée d'un tamis mécanique à nettoyage automatique pour un fonctionnement simple et puissant.
- La ligne secondaire est équipée d'un portail manuel.

Afin de permettre une sauvegarde totale lors de la maintenance du réseau, chaque réseau doit pouvoir accepter un débit de pointe jusqu'à ce que 417 m³/h soient acceptés.

Le paramètre de dimensionnement :

➤ **Grille automatique :**

Tableau 11 : Les paramètres de grille automatique. [23].

Désignation	unité	Valeur horizon 2037
Débit de point admis	m ³ /h	417
Entrefer pour un dégrillage automatique	mm	20
Epaisseur minimale des barreaux	mm	10
Vitesse de passage entre les barreaux	m/s	Q _{moy} : 0.5-1 Q _p : max 1-2
vitesse d'approche	m/s	0.3-0.7
Coefficient de colmatage	%	30-70
Matériau de confection	/	Acier inoxydable (inox316L)

➤ **Grille manuelle :**

Tableau 12 Les paramètres de grille manuelle[23].

Désignation	unité	Valeur horizon 2037
Débit de point admis	m ³ /h	417
Entrefer pour un dégrillage manuelle	mm	40
Epaisseur minimale des barreaux	mm	10
Matériau de constriction	/	Acier inoxydable (inox316L)

Les ordures sont soulevées de la grille à main à l'aide du rataux en acier inoxydable qui fait partie de la fourniture. Les déchets collectés lors du tri sont récupérés et transférés vers la benne d'évacuation via un tapis roulant.

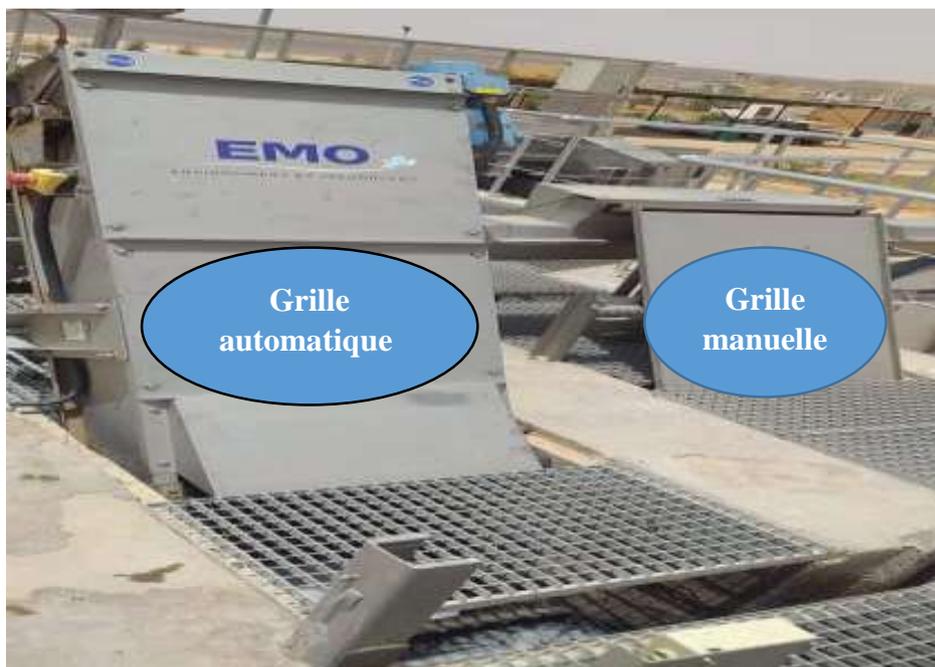


Figure 18 Grille automatique - Grille manuelle

4.3- Dessablage- déshuilage:

A la fin de l'étape de tamisage, l'effluent est dirigé vers la structure de sablage et de déshuilage pour élimination par décantation des résidus plus denses (sable) et flottation des déchets plus légers (graisse) grâce à l'aération de l'eau le long de la paroi du puisard.

L'étape de ponçage et de graissage est réalisée dans une structure à deux rangées (O₂) chaque rangée gérant un débit total de 417 m³/h. La coque est équipée d'aérateurs submersibles pour assurer l'émulsification et la flottation des graisses contenues dans le plan d'eau. .

Les matériaux légers et graisseux sont collectés par un système de raclage mécanique. Les matériaux collectés sont déposés directement dans un réservoir de stockage.



Figure 19 Dessablage- déshuilage

4.3.1-Conception de l'ouvrage :

- Zones d'aération et de tranquillisation distincte.
- Système d'aération et de brassage.
- Raclage de surface des graisses flottées.
- Accès aux aérateurs, aux motoréducteurs et au chemin de roulement des racleurs.
- Système de relevage des aérateurs bassins pleins.
- Forme de radier adaptée à la reprise des sables décanté.

Tableau 13 Les paramètres de Dessableur- déshuileur[23].

Désignation	unité	Valeur horizon 2037
Débit max admis par file	m ³ /h	417
Charge hydraulique	m ³ /m ² /h	22
Tempe de séjour au débit de pointe	mn	>6

4.3.2-Refus de sable :

L'auge est équipée d'un pont racleur sur lequel une pompe à sable pneumatique de type élévateur est suspendue dans un mouvement de va-et-vient, et les particules de sable accumulées au bas de la structure sont extraites par une pompe à sable de type pneumatique,

et retournés à un classificateur et récupérés dans une benne d'au moins 3 mètres installée sur une remorque à roues. Le classificateur est installé sur des palettes en béton posées sur une dalle pour y placer le seau de broyage de sable. [23]

4.3.3-Refus des huiles :

Les huiles et graisse extraites sont déversées dans une fosse de stockage. Au droit de cette fosse, une pompe installée pour assurer la reprise des graisses stockées et d'alimenter directement la citerne.



Figure 20 Refus des huiles et sable

5-Traitement des effluents par lagunage:

Le traitement s'effectue sur deux lignes parallèles comprenant chacune d'elles :

1. 1. Étang anaérobie ou lac primaire
2. 2. Bassin ou lac secondaire en option
3. 3. Bassin de finition ou triple lac.

N.B Les interconnexions existent entre les deux lignes après chaque ouvrage.

5.1- Bassin anaérobique ou lagunage primaire:

Les traitements primaires regroupent les procédés physiques ou physico-chimiques visant à éliminer par décantation une forte proportion de matières minérales ou organiques en suspension. A l'issue du traitement primaire, seules 50 à 60 % des matières en suspension sont éliminées. Ces traitements primaires ne permettent d'obtenir qu'une épuration partielle des eaux usées. Ils ont d'ailleurs tendance à disparaître en tant que seul traitement, notamment lorsque l'élimination de la pollution azotée est requise. Le traitement primaire devra répondre aux conditions de dimensionnement suivantes :

Tableau 14 Les paramètres de Bassin anaérobique[23].

Désignation	unité	Valeur horizon 2037
Débit nominal par ligne	m ³ /h	140
Débit max par ligne	m ³ /h	215
Nombre de file	U	2
Tempe de passage sur Débit nominal	J	30
Surface	m ²	3367
Volume d'eau	m ³	8418
Tempe de séjour	J	2
Profondeur	m	3.5
Hauteur d'eau	m	2.5

5.2 Bassin facultatif ou Lagunage secondaire :

Les traitements secondaires recouvrent les techniques d'élimination des matières polluantes solubles (carbone, azote, et phosphore). Ils constituent un premier niveau de traitement biologique.

Le traitement secondaire répondre aux conditions de dimensionnement suivantes:

Tableau 15 Les paramètres de Bassin facultatif [23].

Désignation	unité	Valeur horizon 2037
Débit nominal par ligne	m ³ /h	140
Débit max par ligne	m ³ /h	215
Nombre de file	U	2
Tempe de passage sur Débit nominal	J	15
Surface	m ²	35741
Volume d'eau	m ³	42890
Tempe de séjour	J	15
Profondeur	m	2.5
Hauteur d'eau	m	1.2

5.3 Bassin de maturation ou Lagunage tertiaire :

Le traitement tertiaire permet de garantir un niveau de traitement supérieur de la pollution, notamment lorsque l'eau épurée est rejetée en milieu particulièrement sensible

. Le traitement tertiaire répondre aux conditions de dimensionnement suivantes:

Tableau 16 Les paramètres de Bassin de maturation [23].

Désignation	unité	Valeur horizon 2037
Débit nominal par ligne	m ³ /h	140
Débit max par ligne	m ³ /h	215
Nombre de file	U	2
Tempe de passage sur Débit nominal	J	10
Surface	m ²	11656
Volume d'eau	m ³	11656
Tempe de séjour	J	4
Profondeur	m	2.2
Hauteur d'eau	m	1

5.4- Bassin de stockage:

Le bassin de stockage d'eau traitée dans lequel, l'eau est conservée et réutilisée à des fins agricoles, par exemple.

Le bassin de stockage répond aux conditions dimensionnelles suivantes :

Tableau 17 Les paramètres de Bassin de stockage [23]

Désignation	unité	Valeur horizon 2037
Débit nominal par ligne	m ³ /h	280
Débit max par ligne	m ³ /h	430
Nombre de file	U	1
Tempe de passage sur Débit nominal	J	10
Surface	m ²	578
Volume d'eau	m ³	/
Tempe de séjour	h	10
Profondeur	m	5.5
Hauteur d'eau	m	4

6- Dispositif de reprise des boues :

Cet équipement est indépendant, doté d'une pompe ayant un débit d'aspiration d'au moins 15 m³/h et d'un moteur thermique d'une puissance suffisante pour permettre l'extraction des boues vers les étangs de séchage à une distance maximale des lacs.

Des tubes d'aspiration et d'évacuation des boues font partie de la fourniture. Les boues sont transportées du bord des lacs aux étangs de séchage par un réservoir monté sur une remorque à roues. Dans ce cas, le volume minimum du réservoir est de 10 m³. [23]

6.1-Lits de séchage des boues :

Lite de dépôt de boue de 3000 m² est deux ouvrages de 1500 m². Ces travaux en exploitant et en fixant une parcelle de terrain du site, qui permet également de stocker des boues liquides jusqu'à 30 cm de hauteur.

- Infiltration des granulés de fond et d'extrémité par membrane synthétique
- une couche de gravier
- Filtre à sable et couche d'accès avec armature en béton, largeur 3,00 m

Tableau 18 caractéristique de Lits de séchage. [23]

caractéristique	Unité	valeur
Nombre d'aires de séchages	U	2
Surface unitaire	m ²	1500
Hauteur de remplissage d'une lise de séchage	m	0.40
Hauteur minimum merlon périphérique	m	0.60

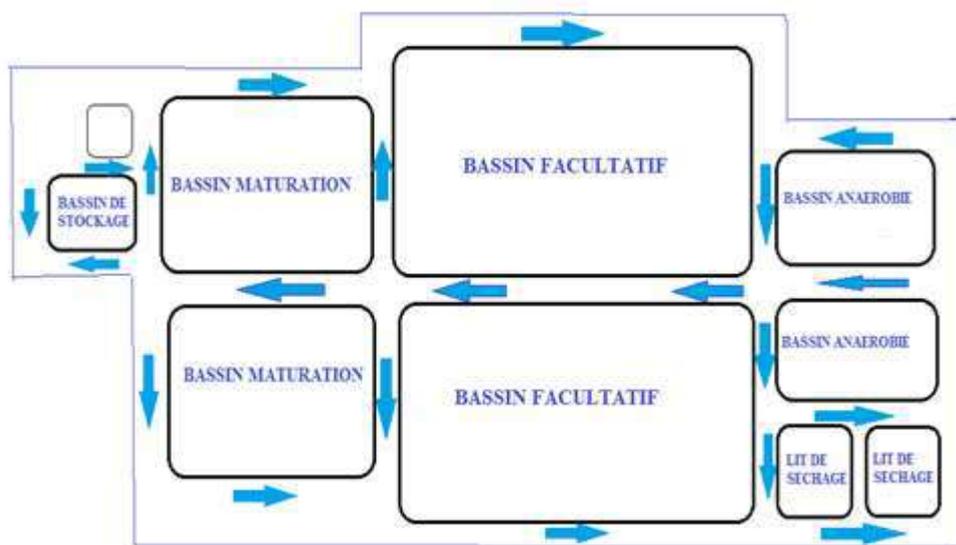


Figure 21 schéma de fonctionnement de la STEP d'Illizi

Conclusion :

Le but de la station d'épuration d'Ilizi n'est pas de produire l'eau consommable sur la nature mais acceptable par la nature (milieu rejet) c'est à dire éliminer toute la matière physique, chimique et biologique dans les eaux usées qui sont dangereux sur la nature.

Chapitre 5

Discussion de résultat

I. Introduction :

Dans cette partie nous présenterons les résultats relatifs aux analyses physique-chimique des différents effluents venant à la STEP de ILLIZI pour but d'évaluée la performance épuratoire de la STEP et d'étudier l'impact des facteurs climatiques sur la performance.

1- Principe d'échantillonnage :

Vu que les effluents à l'entrée de la STEP d'ILLIZI venant par pompage, l'échantillonnage à ce niveau ce fait manuellement selon la procédure de l'ONA une fois par heure pendant les heures de travail (8 heures), par contre cette opération au niveau de la sortie de la STEP ce fait par un préleveur automatique programmé pour prélevé un échantillon chaque une heure pendant 24 heures.

Cet échantillon sera conservé au réfrigérateur après avoir effectué quelques analyses journalières (la température et le pH), chaque volume prélevé sera bien mélangé avec tous les prélèvements précédents pour constituer l'échantillon composite à analyser par la suite.

Dans cette étude, les choix des sites de prélèvement ont été fixés en raison d'évaluer le niveau de pollution à l'entrée de la station et le rendement d'élimination des pollutions afin de donner une bonne appréciation des performances épuratoires de la STEP.

Deux points du prélèvement ont été choisis à savoir :

- Un prélèvement de l'eau brute après le prétraitement.
- Un prélèvement de l'eau épurée à la sortie du bassin de stockage.

Les analyses réalisées au niveau du laboratoire permettre la détermination des caractéristique physicochimique des eaux usées selon deux types d'analyse:

Des analyses quotidiennes : CE, T°, pH et O₂ dissout.

Une analyses complètes, s'effectue une fois par un mois selon la fréquence d'analyse de l'ONA et qui consiste à la mesure de: MES, DBO₅, DCO, Nt, NTK, NO₂⁻, NO₃⁻, NH₄⁺, Pt, PO₄³⁻. Avec une deuxième campagne d'analyse pour dans le même mois pour les MES, DBO₅ et DCO.

2. Les méthodes d'analyses :

2.1. Les analyses des paramètres physiques :

2.1.1. Le potentiel en hydrogène (pH) :

Le pH est la mesure de la concentration en ions hydrogène (H⁺) de la solution, il est mesuré à l'aide d'une électrode de pH liées au multi paramètres (figure 22). Le mode opératoire est le suivant :

- Vérifier les diverses connexions : secteur, électrodes, etc...

- Dégager l'électrode de son support.
- Oter 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.

2.1. 2. Conductivité électrique (CE) :

La valeur de la conductivité électrique est probablement l'une des plus simples et des plus importantes pour le contrôle de la qualité des eaux usées. Elle traduit le degré de minéralisation globale, et renseigne sur le taux de salinité, elle est mesurée par une sonde de conductivité électrique liée au multi paramètre (figure 22) ; le mode opératoire est le suivant :

- 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 multi paramètre; 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, l'unité est S/cm ou $\mu\text{S}/\text{cm}$.
- La mesure terminée, éteindre l'instrument et, si nécessaire, nettoyer la sonde.
- Après chaque série de mesure, rincer l'électrode à l'eau déminéralisation.

2.1.3. L'oxygène dissous O₂ :

La concentration réelle en oxygène dépend en outre de la température, de la pression de l'air, de la consommation d'oxygène due à des processus microbiologique de décomposition ou une production d'oxygène, par exemple par les algues. Pour mesurer la concentration d'oxygène dissout dans l'eau on utilise une sonde liée au multi paramètre (figure 22). Le mode opératoire est le suivant : Plonger l'électrode dans l'échantillon et lire la teneur d'O₂ dissous dans cet échantillon directement sur l'appareil, l'unité est mg/l.

2.1.4 Température :

La température est un paramètre physique de l'eau jouant un grand rôle dans la solubilité des gaz dans l'eau et sur la vitesse des réactions chimiques et biochimiques. Pour mesurer la température il faut rincer l'électrode dans l'échantillon et lire la température relative à cet échantillon directement sur le multi paramètre (figure 22) en °C.



Figure 22 multi paramètre de paille.

2.2 Les analyses des paramètres chimiques :

2.2.1. Détermination de la DCO :

C'est la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder la matière polluante en utilisant du dichromate de potassium dans une solution d'acide sulfurique et un composé à base d'argent est ajouté comme catalyseur, un composé de mercure est incorporé. L'oxydation s'effectue de l'échantillon effectuée avec des tubes LCK 114 dans un réacteur (figure 23) pendant 15 minutes

à 170 °C pour les chauffer. Les valeurs sont données par le spectrophotomètre de la marque Hach DR 3900 (figure 24).

Le calcul de DCO est réalisé à partir de la quantité de dichromate réduit sachant que 1mol de dichromate ($Cr_2 O_7^{2-}$) est équivalente à 1.5 mol de O_2



Figure 23 Thermo reactor HACH LANGE HT 200 S



Figure 24 Spectrophotomètre HACH LANGE DR 3900

2.2.2. Demande biochimique en oxygène (DBO₅) :

C'est la quantité d'oxygène consommée par les bactéries en 5 jours dans des conditions définies (l'obscurité et à 20 °C) pour la dégradation des matières organiques continues dans l'eau. La DBO₅ est représentative de la pollution organique biodégradable.

Le mode opératoire est le suivant:

- Prendre les échantillons de l'entrée et la sortie de la STEP.
- Mettre en marche le DBO mètre placée à l'intérieur de l'incubateur régler à 20°C ;
- Remplir une bouteille en verre marron avec le volume adéquate de l'échantillon.
- Introduire un barreau magnétique dans chaque flacon.
- Placer ces dernières dans l'incubation pendant une heure pour permettre à l'échantillon d'atteindre une température de 20°C.
- Ajouter deux pastilles de l'hydroxyde de potassium (KOH).
- La lecture se fait après 5 jours à la même heure (la valeur s'affiche en mg d'O₂/l).

2.2.6 Matières en suspensions (MES):

Ce sont des matières solides contenues dans les eaux qui sont séparables par filtration, décantation ou centrifugation.

La mesure des concentrations en MES se fait par deux méthodes selon la charge des eaux, pour les eaux usées brute la séparation des MES de l'eau se fait par centrifugation. L'échantillon est mis en rotation à grande vitesse. L'application de la force centrifuge sur les particules solides permet de les rassembler dans le fond du tube sous forme d'un culot, ce dernier sera récupéré dans un creuset en porcelaine et mis à sécher à 105°C. Le résidu sec est ensuite pesé. Il correspond aux MES contenues dans l'échantillon. Pour réaliser ce protocole on a besoin des matériels suivants :

- Matériels courants de laboratoire
- Etuve 105°C (figure 28)
- Balance de précision du laboratoire (figure 26)
- Un dessiccateur
- Pissettes d'eau distillée
- Une centrifugeuse (figure 25)

La teneur en MES est calculée à partir de la formule suivante :

$$[\text{MES}] = (M1 - M0) \cdot 1000 / V \quad \text{en mg/l}$$

M0 : la masse en milligrammes du creuset en porcelaine vide (la tare).

M1 : la masse en milligrammes du creuset et de son contenu après séchage à 105°C.

V : le volume en millilitre de la prise d'essai.

Pour les eaux épurées le matériel suivant est nécessaire :

- Matériels courants de laboratoire
- Dispositif de filtration sous vide (pompe à vide) (figure 27).
- Papiers filtres à 0,45 µm
- Etuve 105°C
- Balance de précision du laboratoire
- Un dessiccateur

Le mode opératoire est le suivant :

- Sécher le filtre dans l'étuve à 105°C pendant 1 à 2h.

- Placer le filtre sur le support de filtration ensuite connecter l'appareille d'aspiration sous vide (pompe à vide)
- Verser progressivement l'échantillon sur le filtre jusqu'à ce que le dispositif soit vidé.
- Retirer avec précaution le filtre, placer le filtre sur le support de séchage ensuite sécher le filtre dans l'étuve à 105°C pendant 1 à 2h.
- Retirer le filtre de l'étuve, le laisser refroidir dans un dessiccateur
- Peser le filtre

L'expression des résultats ce fait comme suite :

La teneur en MES est calculée à partir de la formule suivante :

$$[\text{MES}] = (M1-M0)*1000/V \text{ en mg.l-1}$$

M0 : la masse en milligrammes du filtre avant filtration.

M1 : la masse en milligrammes du filtre près filtration.

V : le volume en millilitre de la prise d'essai.



Figure 25 Centrifugeuse



Figure 26 Balance de précision



Figure 27 pompe à vide



Figure 28 étuve

2.2.4. Azote Kjeldahl (NTK) :

L'azote kjeldahl représente les formes réduites de l'azote, soit l'azote organique et l'azote ammoniacal. Le dosage de l'azote kjeldahl repose sur la transformation des composés azotés dosables par minéralisation de l'échantillon.

L'échantillon est minéralisé à chaud en présence d'acide sulfurique et d'un catalyseur (sélénium) puis distillé, l'ammoniac est recueilli par une solution d'acide borique indicateur.

Dosage de l'ion ammonium du distillat par titrimétrie avec l'acide chlorhydrique.

Réactifs :

L'eau utilisée pour la préparation des réactifs est de l'eau distillée.

- Acide chlorhydrique $\rho=1,18\text{g/l}$
- Hydroxyde de sodium $c(\text{NaOH})= 500\text{mg/l}$
- Acide chlorhydrique $c(\text{HCl})=0,1\text{mol/l}$ (elle se prépare par dilution à partir de l'acide chlorhydrique $\rho=1,18\text{g/l}$)
- Acide chlorhydrique $c(\text{HCl})=0,02\text{mol/l}$ (elle se prépare par dilution à partir de l'acide chlorhydrique $\rho=1,18\text{g/l}$)
- Bleu de méthylène, solution à $1,5\text{g/l}$
- Rouge de méthyle, solution à $0,5\text{g/l}$
- L'acide borique indicateur (H_3BO_4)

Préparation :

Dissoudre 20g d'acide borique dans de l'eau chaude ;

Amener à température ambiante ;

Ajouter 10ml de la solution rouge de méthyle ;

Ajouter 2ml de la solution bleu de méthylène ;

Diluer et compléter à un litre.

- Mélange catalyseur (1000g sulfate de potassium et 10g de sélénium)
- Solution de contrôle Acétanilide à 50mg/l : peser 0.4827 g d'acétanilide en poudre et diluer dans 1L d'eau distillé. Conserver à 4°C stable 1 mois

Appareillage :

- Réfrigérateur
- Balance analytique, précision $\pm 0,0001$ g
- Un agitateur
- Minéralisateur –digesteur
- Distillateur Automatique
- Burette

La figure 29 montre l'appareillage utilisé.



Figure 29 Dispositif NTK

Accessoire et verreries du laboratoire :

- Barreaux magnétiques
- Entonnoir en verre
- Fioles jaugées de 1000ml
- Eprouvettes graduées de 50ml et 100ml

Préparation et Conservation des échantillons :

Nature du récipient : matière plastique (exp. polyéthylène) ou bien en verre borosilicate.

Technique de conservation : acidifier à un pH compris entre 1 et 2 avec acide sulfurique ou bien congeler à -20°C.

Durée de conservation : 01 mois.

Mode opératoire :

Pour la détermination de l'azote kjeldahl en doit passer par trois étapes minéralisation, distillation et titration.

Minéralisation :

- homogénéiser l'échantillon
- Préchauffer l'appareil de digestion sur position 08 (environ 05min)
- Transférer quantitativement l'échantillon mesuré, dans le tube de digestion ou minéralisation (on introduit une prise d'essai de (50ml)
- Faire un blanc (100ml) et solution de control (50ml) avec chaque série de détermination
- Faire un essai témoin solution de contrôle qualité (50 ml) d'acétanilide
- Ajouter de 5g de mélange catalyseur (sélénium)
- Ajouter 10ml de l'acide sulfurique pur ($d = 1,84$)
- Placer les modules d'aspiration avec les joints montés sur support des tubes
- Placer le tube de digestion dans le thermo- réacteur de digestion
- Dès que les fumées blanches apparaissent augmenter la température sur position 09.
- Lorsque les fumées disparaissent complètement, et le minéralisât s'éclaircit poursuivre le chauffage pendant 60 min.
- A la fin le minéralisât devient incolore
- Laisser refroidir a la température ambiante

Distillation par entraînement à la vapeur d'eau :

- Placer le tube contenant l'échantillon dans le distillateur
- Distiller l'échantillon.

En cas d'utilisation d'un distillateur semi-automatique l'ajout des réactifs se fera manuellement comme suit :

200 ml d'eau distillée + 50 ml hydroxyde de sodium dans chaque tube de digestion

50 ml d'acide borique indicateur dans le récipient de récupération du distillat

Titrage :

Titre le distillat avec de l'acide chlorhydrique à 0,02 N ou 0,1N dans le cas des concentrations supérieur à 100 mg/l. le titroline utilisé pour le titrage est présenté dans la figure 30



Figure 30 Titroline

Exploitation et interprétation des résultats :

$$\text{NTK (mg/L)} = (V1 - V2) \times 14,01 \times C \times 1000 / V0$$

V0: volume (ml) de la prise d'essai

V1 : volume (ml) de la solution d'acide chlorhydrique utilisé pour le titrage.

V2 : volume (ml) de la solution d'acide chlorhydrique utilisée pour le titrage du blanc.

C : concentration (mol/l) de la solution chlorhydrique utilisée pour le titrage.

14,01 : la masse atomique d'azote.

2.2.5. Dosage des éléments azotés et éléments phosphoriques :

Le dosage d'azote total (Nt), Nitrate (NO_3^-), Nitrite (NO_2^-), Azote ammoniacal (NH_4^+), Phosphore total (Pt) et Ortho phosphate (PO_4^{3-}) ce fait par les méthodes HACH, ou les réactifs sont préparé dans des tubes LCK destinée à l'utilisation direct selon les étapes mentionnées dans chaque boîte.

Les références des tubes LCK de chaque paramètre sont citées dans le tableau 19 Ou la réalisation de ces analyses ce fait par un spectrophotomètre (figure 24) et un thermo réacteur (figure 23)

Tableau 19 références des tubes LCK utilisé.

Paramètre	Référence LCK	La gamme d'analyse
Azote total (Nt)	238	5 - 40 mg/l
Nitrate (NO_3^-)	340	5 – 35 mg/l
Nitrite (NO_2^-)	341	0.015 – 0.6 mg/l
Azote ammoniacal (NH_4^+)	303	2 - 47 mg/l
Phosphore total (Pt)	349	0.15 – 4.50 mg/l
Ortho phosphate (PO_4^{3-})	349	0.15 – 4.50 mg/l

3- analyses des résultats des eaux brutes et épurées:

Cette partie se repose sur l'évaluation de rendement épuratoire spécifique à la STEP de ILLIZI. Le travail porte sur le suivi et l'évaluation des paramètres suivant: le potentiel hydrogène (pH), la conductivité (CE), la demande chimique en oxygène (DCO), la demande Biochimique en oxygène (DBO_5), les matières en suspension (MES), les éléments azotés (Nt, NO_3^- , NO_2^- et NH_4^+) est les éléments phosphoriques (Pt et PO_4^{3-}).

3.1. Potentiel hydrogène (pH) :

La figure 31 représente la variation de pH de l'eau à l'entrée et à la sortie de la STEP en fonction de temps :

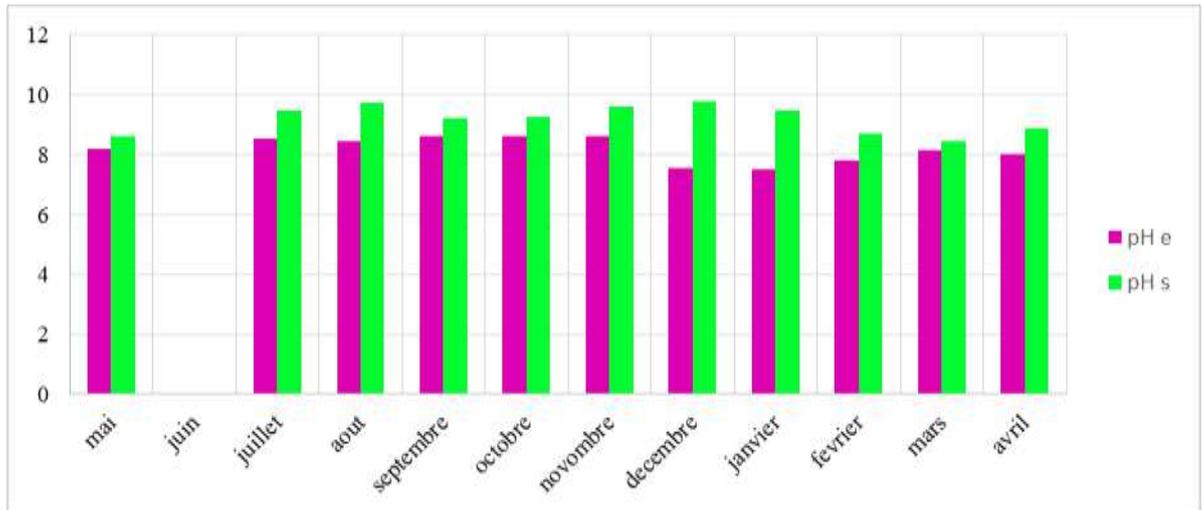


Figure 31 Variation de pH de l'eau à l'entrée et à la sortie de la STEP

Les valeurs de pH des eaux usées avant épuration (les eaux brutes) sont comprises entre 7,52 et 9.76. L'épuration employée au niveau de la STEP a augmenté les valeurs de pH

Nous justifions cette augmentation d'oxygène au cours du processus d'épuration par le processus de photosynthèse réalisé par les algues présentes dans le bassin facultatif.

3.2. La conductivité :

La figure 32 présente la variation de la conductivité de l'eau à l'entrée et à la sortie de la STEP.

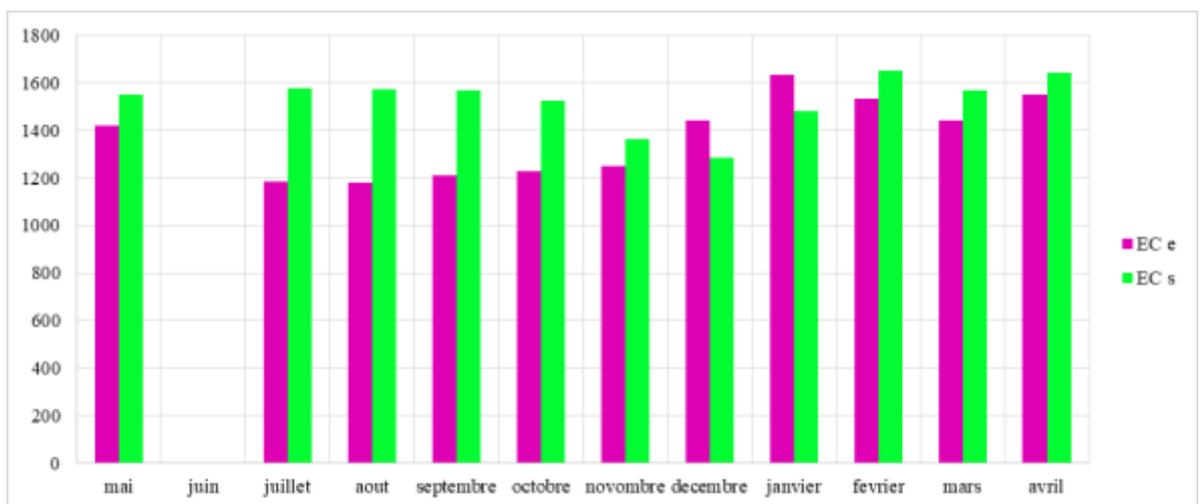


Figure 32 Variation moyennes de la conductivité à l'entrée et à la sortie de la STEP

D'après le graphe ci-dessus, on remarque que l'eau brute possède une gamme de conductivité qui varie dans l'intervalle (1179-1635 $\mu\text{s}/\text{cm}$) avec une valeur moyenne de 1256.55 $\mu\text{s}/\text{cm}$. Par contre pour l'eau épurée présentent des valeurs de conductivité relativement élevée par rapport

à ceux d'entrée cette conductivité varie entré (1284-1649 $\mu\text{s}/\text{cm}$) avec une valeur moyenne de 1398.59 $\mu\text{s}/\text{cm}$.

3.3 .L'oxygène dissout :

La figure 33 représente la variation de l'O₂ dissout l'eau à brute et l'eau épurée.

D'après les résultats obtenus, on remarque que les teneurs en oxygène dissout des eaux brutes varient entre (1.32 -3.23 mg/l) et pour les eaux traitées entre (4.25-10.57 mg/l).

D'après le diagramme, les teneurs en O₂ dissout enregistrées à l'exutoire sont nettement supérieures à celles à l'entrée, qui est contrôlée par les algues en soustrayant l'oxygène, qui est nécessaire au développement de micro-organismes aérobies assurant l'oxydation des substances minérales et la décomposition de la matière organique, ce qui conduit à une bonne épuration biologique des eaux usées

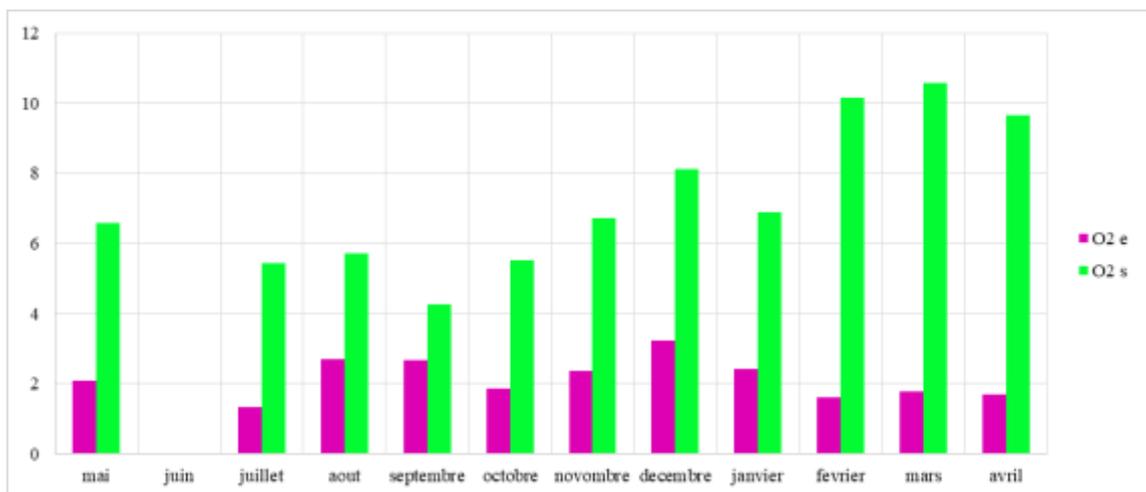
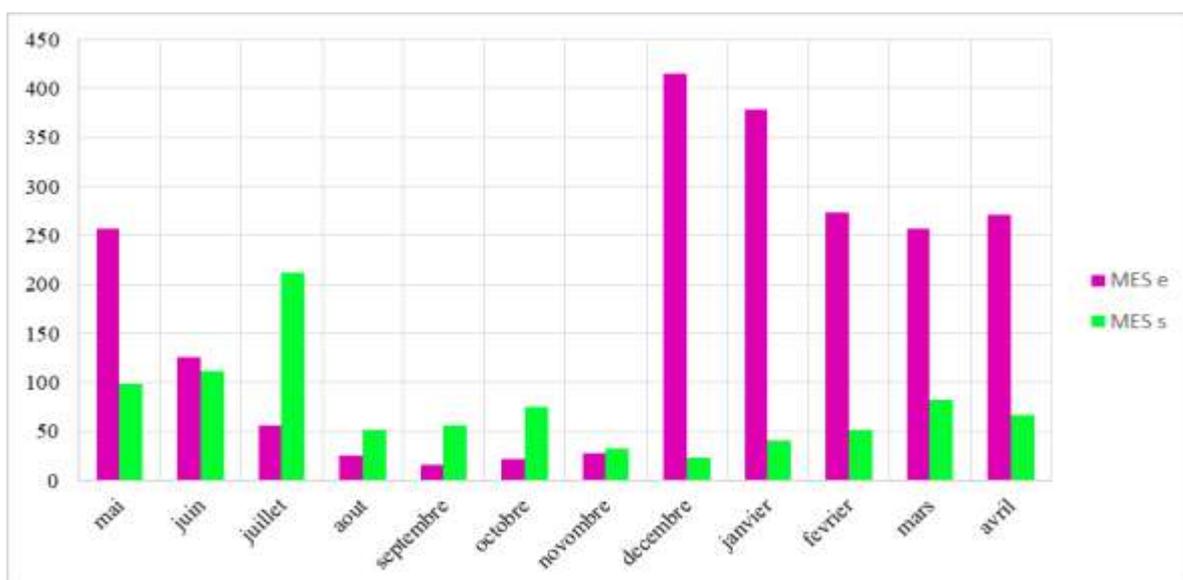


Figure 33 Variation d'O₂ dissout des eaux brutes(E) et des eaux traitées(S)

3.4. Les matières en suspension (MES) :

En examinant les résultats trouvés, on remarque que les valeurs de MES à l'entrée de la station oscillent entre (28.05 - 257.28mg/l) dans la période du mai à novembre, et entre (257- 414.76) dans les mois (décembre à avril) avec une moyenne à l'entrée estimer 176,99 mg/l.

A la sortie de la station, ont remarqué une diminution importante de la teneur en MES dans les eaux épurée par rapporte à l'entrée ou il est enregistré une valeur de MES dans l'intervalle (32.25 - 211.44 mg/l) et (22.57 - 82.2) dans la mémé période mentionnée précédemment avec une moyenne de sortir 74,81mg/l, cette valeur est non conforme à la norme algérienne de rejet (35 mg/l). La figure suivante représente la variation de MES à l'entrée et à la sortie de la STEP



La figure34 Variation de MES au niveau de la STEP

3.5. Demande biologique en oxygène (DBO₅) :

La figure 35 donne la variation de la concentration de la DBO₅ dans les eaux entrées et les eaux sorties.

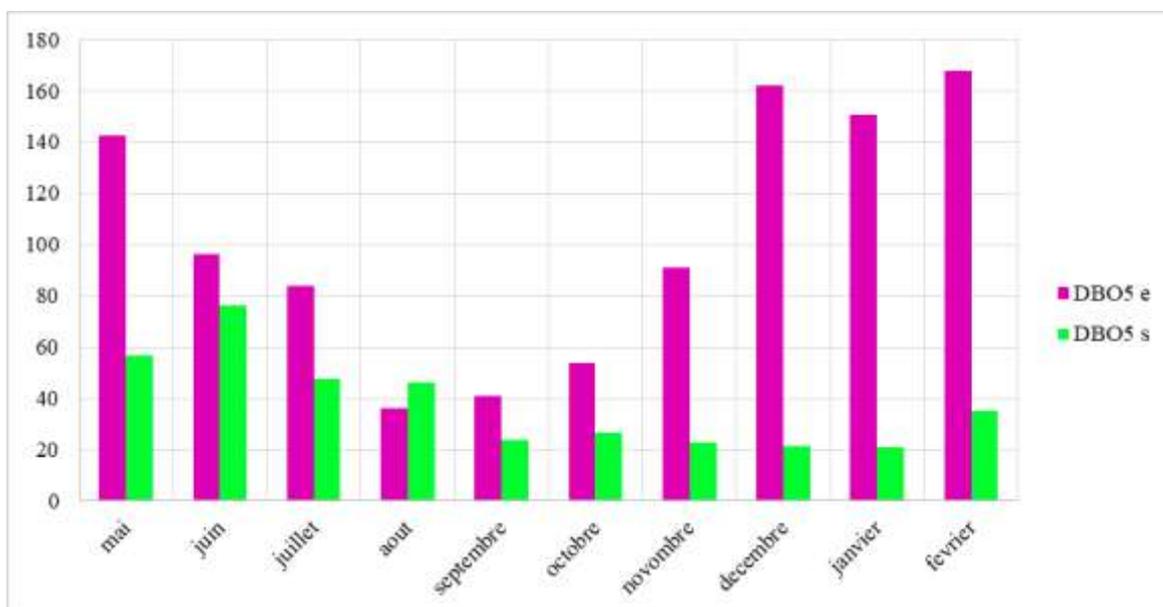


Figure35: Variation mensuelle de la demande biologique en oxygène (DBO₅) à l'entrée et la sortie de la STEP

On remarque que la concentration de la DBO₅ de l'eau brute pendant les mois (mai jusqu'à septembre) entre (142.42- 40.76 mg/l) et entre (53.78 - 168 mg/l) dans les mois entre (novembre jusqu'à février) avec une valeur moyenne de l'entrée 102.542 mg/l.

Et pour les eaux épurées la variation de la DBO₅ varie entre (20.83 -76.25 mg/l) avec une valeur moyenne de 37.76 mg/l ce qui est non conforme pas à la norme Algérienne et OMS (30 mg/l).

3.6. La demande chimique en oxygène (DCO) :

La figure suivante représente la variation de la concentration de la DCO à l'entrée et à la sortie de la STEP.

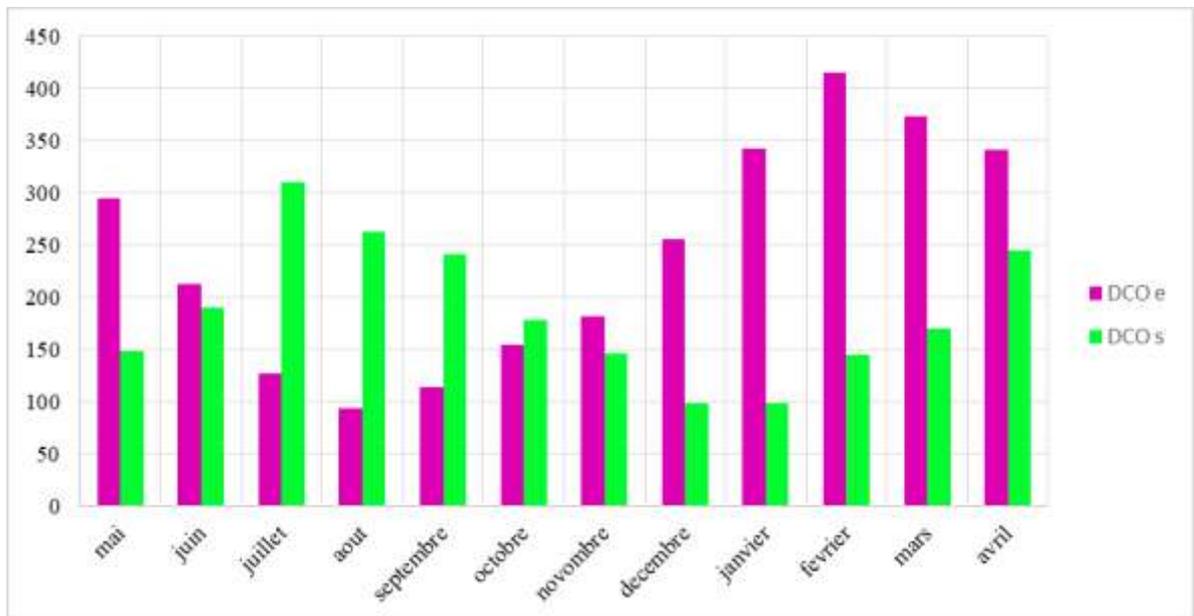


Figure 36 Variation mensuelle de la demande chimique en oxygène (DCO) à l'entrée et la sortie de la STEP

D'après le graphe ; On remarque que les valeurs de la DCO de l'eau brute sont variables. Elles oscillent entre [93.87 mg /l -415 mg /l] avec une moyenne de (243.49 mg /l).Et pour les eaux traitée les valeurs de la DCO comprises entre [98.34 mg/l -310.43 mg/l] avec une moyenne de 156.76 mg O₂/l.

La valeur de la DCO d'eau épurée n'est pas confirmée à la norme de rejets algériens (120 mg /l), ainsi que celles de l'OMS (< 90 mg /l).

3.7 L'Azote total :

La figure suivante représente la variation de la concentration de l'Azote total à l'entrée et à la sortie de la STEP en fonction de temps.

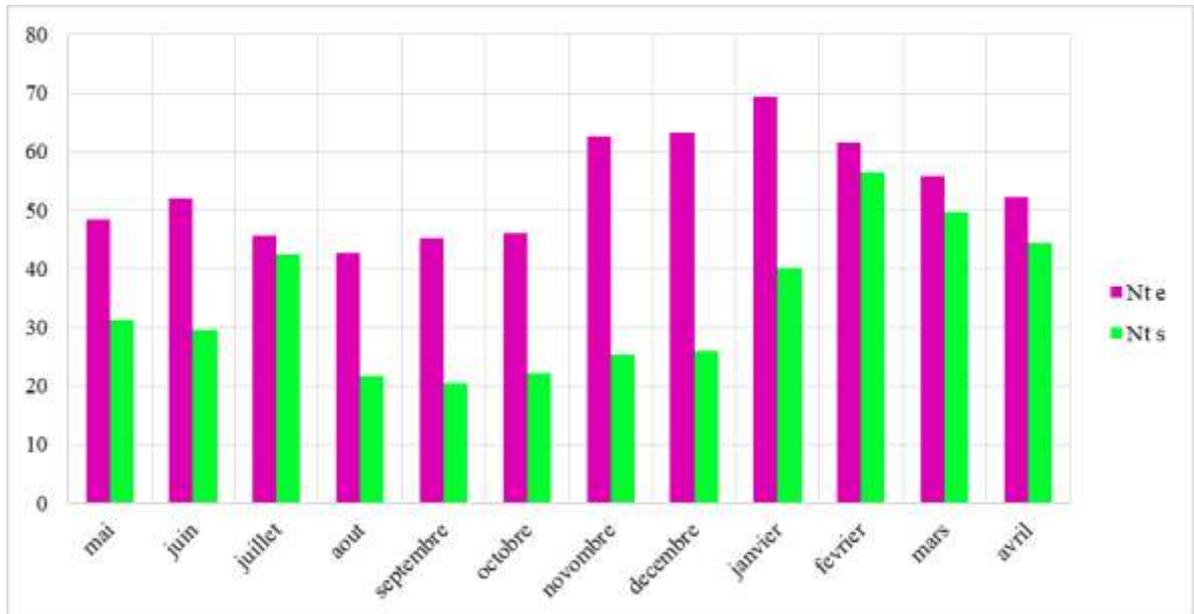


Figure37 Variation mensuelle de l'Azote total l'entrée et la sortie de la STEP

On remarque, les valeurs de l'Azote total augmenter et diminué entre [42.7-69.28] mg/l à l'entrée avec un moyenne égalé 52.56 mg/l. Tandis que les valeurs à la sortie varient entre [20.42-56.55]mg/L avec une moyenne de 34.13mg/L.

Ces valeurs supérieures aux normes algériennes et norme d'OMS (15 mg/l).

3.8. Les nitrite (NO₂⁻) :

La figure 38 représente la variation de la concentration des nitrites à l'entrée et à la sortie de la STEP. On remarque que la concentration de la Nitrite de l'eau brute pendant les mois (mai - juin) entre (0.369- 0.755 mg/l) successivement, et Puis stabilisée dans les mois (juillet jusqu'à octobre) à valeur 0.1 mg/l Et continue d'osciller dans les mois (novembre - mai) Entre les valeurs (0.18 à 0.32) mg/l avec une valeur moyenne de l'entrée 0.23 mg/l.

Et pour les eaux épurée ;les valeurs Nitrite sont remarquer décroissantes dans les mois (mai à octobre) Avec des valeurs entre (0.37 -0.12 mg/l)Pour Revenir augmenter légèrement dans les mois restants Où les valeurs sont prises en sandwich entre 0.14 et 0.21mg/l avec une valeur moyenne de 0.1 mg/l.ce qui est conforme à la norme Algérienne et OMS (1 mg/l).

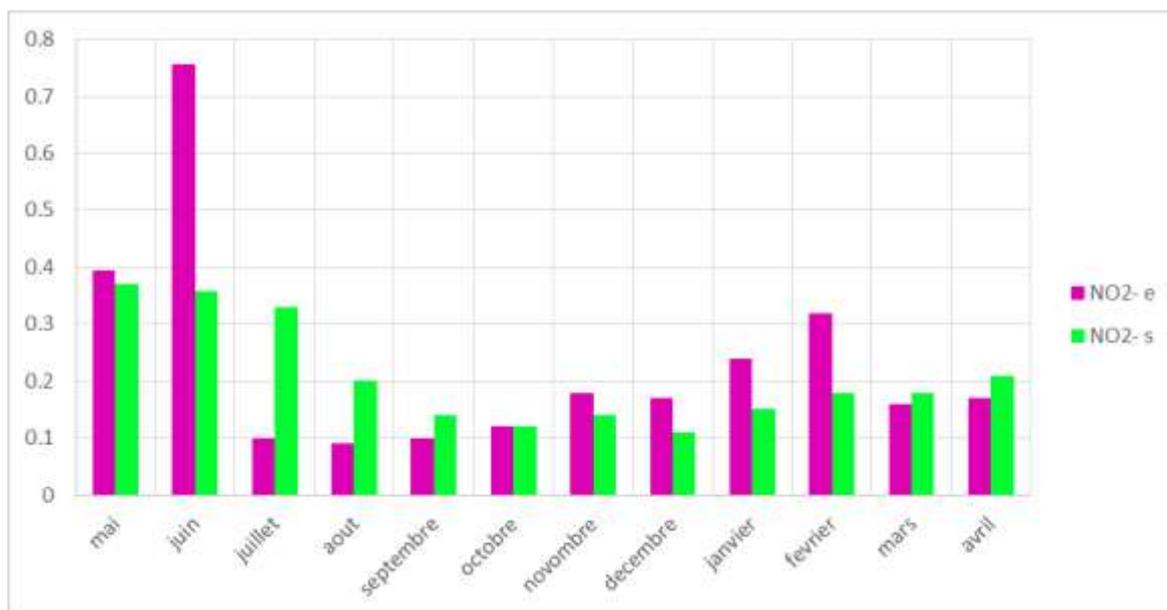


Figure 38 Variation mensuelle de Nitrite l'entrée et la sortie de la STEP

3.9 Les nitrate (NO₃⁻) :

La figure suivante représente la variation de la concentration des nitrates à l'entrée et à la sortie de la STEP.

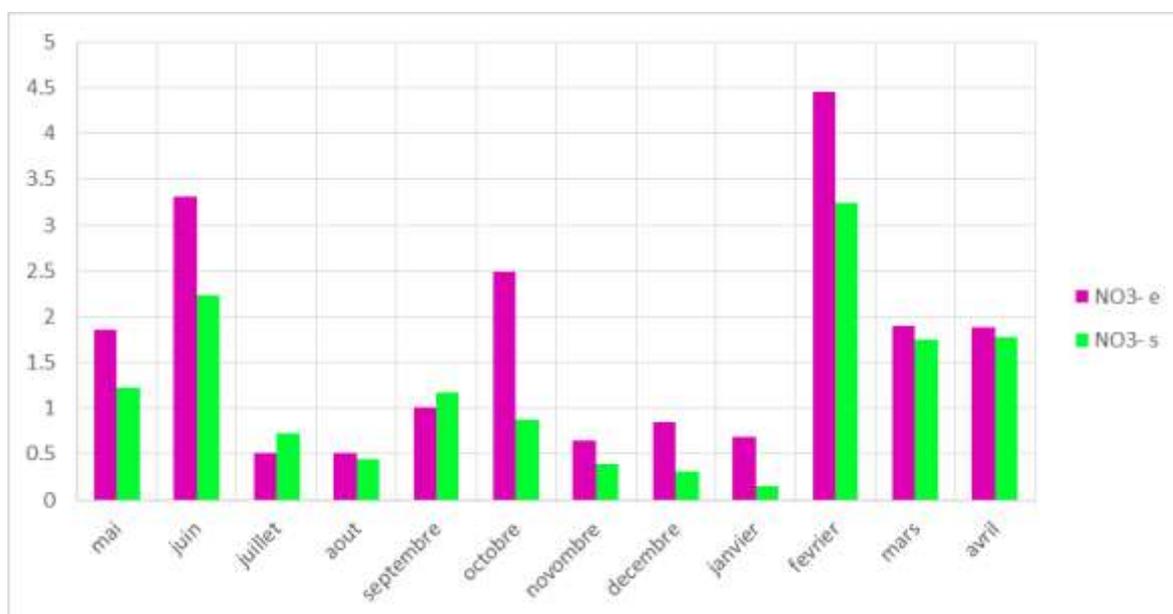


Figure 39 variations de la concentration des nitrates à l'entrée et à la sortie de la STEP

D'après les résultats obtenus nous observons que les valeurs mensuelle des Nitrate varient dans les mois et osciller entre valeurs d'un minimum de 0.51 mg/l à un maximum de 4.46 mg/l pour les eaux brutes (soit une moyenne de 1.67mg/l) et entre 0,15 mg/l et 3,24 mg/l pour les eaux traitées (soit une moyenne de 1,19mg/l).

Les valeurs des nitrates (NO_3^-) dans l'eau épurée non confirmer pas aux les normes de rejet algérienne et l'OMS (soit <1 mg/l).

3.10. Azote ammoniacal (NH_4^+):

La figure suivante représente la variation de la concentration d'Azote ammoniacal à l'entrée et à la sortie de la STEP

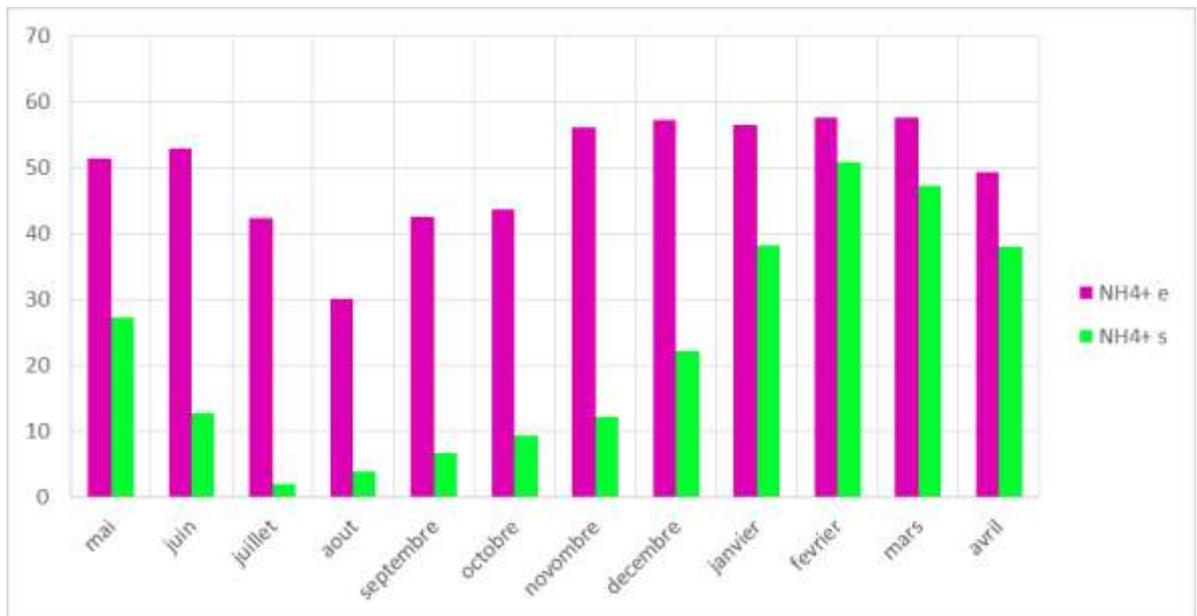


Figure 40 Variation mensuelle d'Azote ammoniacal l'entrée et la sortie de la STEP

D'après les résultats obtenus, on remarque que la concentration de la NH_4^+ de l'eau brute varie entre [30.13-57.73] mg/l avec une valeur moyenne de 49.82 mg/l et pour les eaux épurées varie entre [2.06-50.85] mg/l avec une valeur moyenne de 22.58 mg/l ce qui n'est pas conforme aux normes (<0.5 mg/l).

3.11. L'Azote Khejda (NTK) :

La figure 41 représente la variation de la concentration de l'Azote à l'entrée et à la sortie de la STEP. On remarque variante dans les valeurs enregistrées à l'eau entrée de STEP Où pris en sandwich entre [42.1- 68.35] mg/l avec en moyenne 51.82 mg/l, et entre [19.11-53.13] avec en moyenne 32.89 mg/l dans l'eau épurée ce qui est non conforme à la norme (30mg/l).

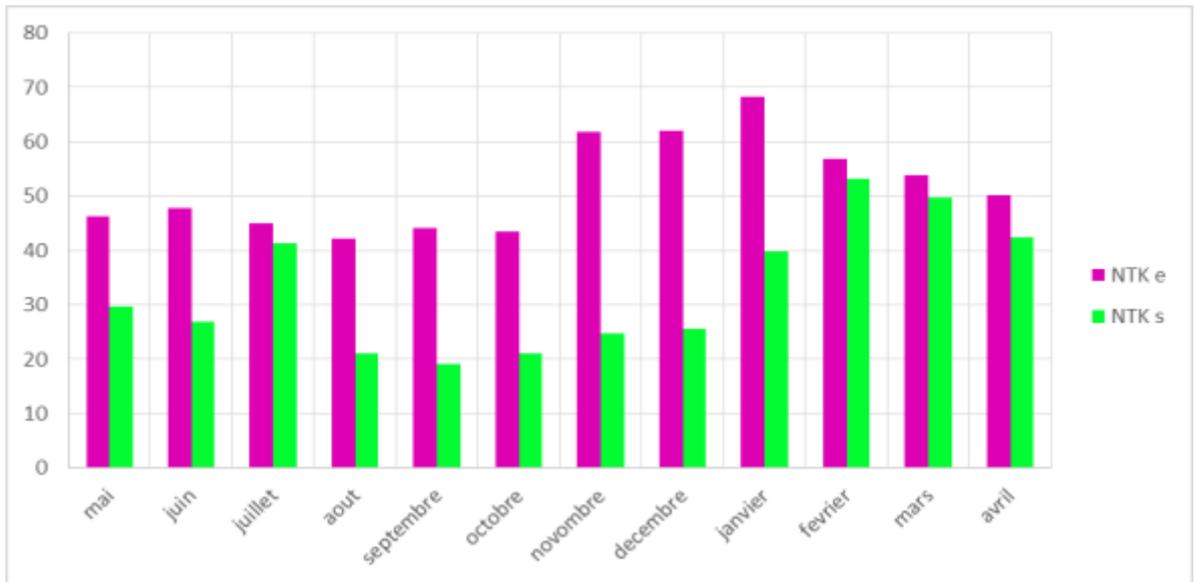


Figure 41 Variation mensuelle de l'NTK à l'entrée et la sortie de la STEP

3.12. Le phosphore total (Pt):

La figure 42 représente la variation de la concentration du phosphore total à l'entrée et à la sortie de la STEP

Les résultats de l'analyse des phosphore à l'entrée de la station oscillent entre [4.3 à 14.07] mg /l, et les concentrations à la sortie varient entre [1.77-8.13]mg/l. Ces valeurs de sont conformes aux normes de rejet algérienne (10 mg/l).

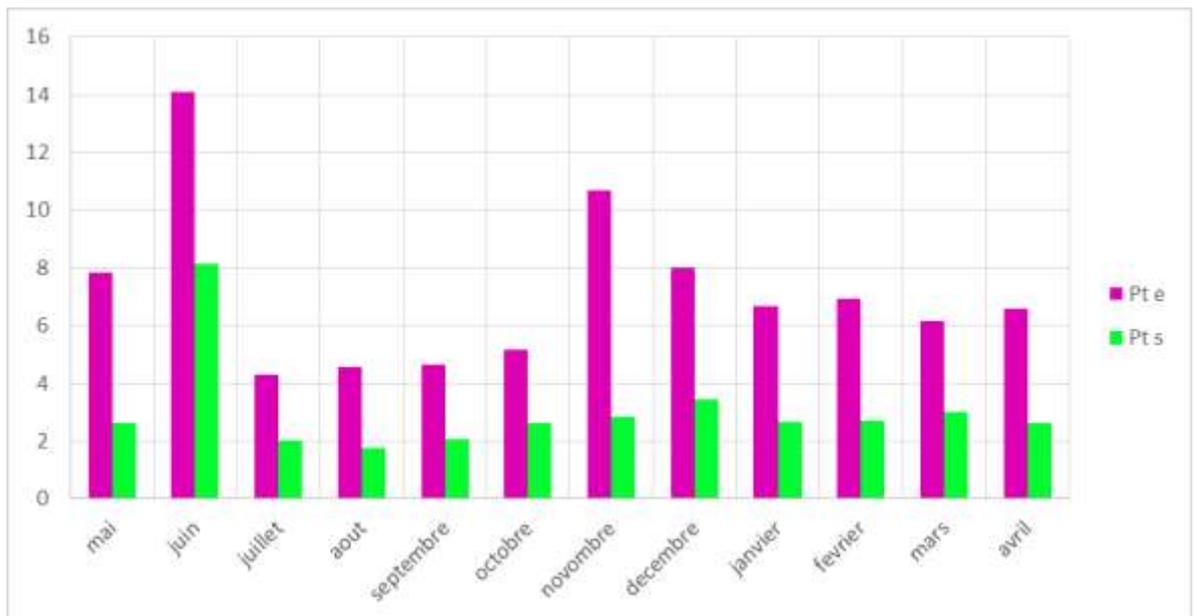


Figure 42 Variation mensuelle de phosphore totale l'entrée et la sortie de la STEP

3.13. L'Ortho phosphate :

La figure 43 représente la variation de la concentration du L'Ortho phosphates à l'entrée et à la sortie de la STEP.

D'après les résultats obtenus de la figure 43 on remarque que :

- Les valeurs des ortho phosphates (PO_4^{3-}) des eaux brute varient entre 3.01 - 6.54 mg/l avec une valeur moyenne de 4.48 mg/l.
- Pour les eaux épurées, les concentrations oscillant entre 0.31 - 2.73 mg/ l, avec une valeur moyenne de 1.46 mg/l, ce qui est conforme à la norme algérienne ($< 2 \text{ mg/l}$).

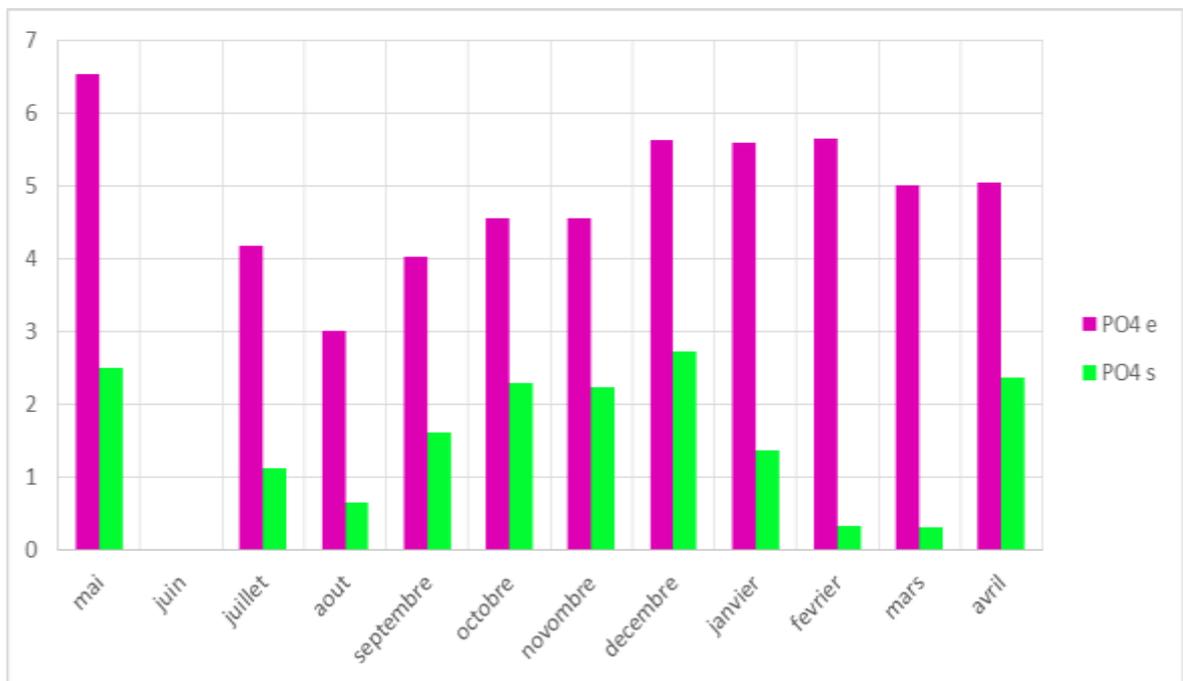


Figure 43 Variation mensuelle de Ortho phosphates l'entrée et la sortie de la STEP

4-évaluation de rendement :

Le calcul du rendement épuratoire de principaux paramètres chimiques de pollution se fait par la relation suivante :

$$R(\%) = \frac{(Q_e \cdot C_e - Q_s \cdot C_s)}{Q_e \cdot C_e} * 100$$

Où :

R(%) : le rendement épuratoire des principaux paramètres chimiques considéré en (%).

Q_e : le débit d'eau à l'entrée de station en **m³/h**.

C_e : la concentration des paramètres à l'entrée de station en **mg/l**.

Q_s : le débit d'eau à la sortie de station en m^3/h .

C_s : la concentration des paramètres à la sortie station en mg/l .

Le tableau 20 présente un résumer des rendements épuratoire mensuel ou en remarque une variation saisonnière dans la performance de la STEP. Une enquête avec l'effectives de la station montre que plusieurs facteurs influencé sur le rendement de la STEP, dans le quelle deux types des facteurs externe (les facteurs climatique et les facteurs d'exploitation au niveau de réseau d'assainissement) sont étudiée dans la prochaine partie de ce chapitre

Moins	MES (%)	DBO ₅ (%)	DCO (%)	Nt (%)	NO ₂ ⁻ (%)	NO ₃ ⁻ (%)	NH ₄ ⁺ (%)	NTK (%)	Pt (%)	PO ₄ ³⁻ (%)
Mai	67,8	66,48	57,58	45,91	21,35	44,75	55,46	46,16	72,01	67,74
Juin	41,9	48,49	41,56	62,87	69,09	55,88	84,39	63,25	62,33	/
Juillet	-21,93	81,7	21,06	70,06	-6,57	53,97	98,43	70,41	84,98	91,27
Aout	-22,36	24,06	-66,21	69,7	-32,08	47,56	92,15	70,18	76,88	86,97
Septembre	-113	63,71	-31,9	71,98	13,2	28,18	90,25	73,12	72,41	75,23
Octobre	-161,29	62,66	12,64	63,8	24,22	73,22	83,94	63,37	61,45	61,95
Novembre	11,29	80,5	38,09	68,76	39,99	53,7	83,15	69	79,65	62,01
Décembre	94,96	87,86	64,36	61,91	40,11	66,24	64,09	61,91	60,41	55,12
Janvier	89,63	86,46	71,83	43,18	38,78	78,71	33,64	42,84	60,7	76,04
Février	81,28	78,69	64,81	7,36	43,27	26,73	11,16	5,66	60,53	93,94
Mars	68,31	/	54,95	11,67	-11,45	8,75	18,69	8,27	51,67	93,87
Avril	76,66	/	31,67	18,87	-18,13	9,46	26,24	19,33	62,01	55,12

4.1. L'impact des facteurs externe sur le rendement épuratoire :

Dans cette partie en vas étudier l'impact de changement climatique et l'impact des problèmes au niveau de réseau d'assainissement sur le rendement de la STEP. Pour cela, une série de la variation mensuelle d'évaporation et des périodes d'insolation comme des facteurs climatiques, et la variation des débits à l'entrée de la STEP comme une indication d'état de réseau d'assainissement correspond à la période dans laquelle la performance de la station a été étudiée. Le tableau 21 présent les données utilisées dans cette partie.

Tableau 21 série des facteurs externes.

Mois	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc
Evaporation (mm)	165,8	197,9	286,6	334,8	426,7	460,8	474,6	439	374,3	290,8	201,9	147,9
Insolation (heures)	264	252	263	232	289	301	356	346	356	270	258	268
Débit (m³/j)	4191	1721	1347	1378	1629	1709	1795	1936	3291	4186	4392	3982

4.1-1 L'impact des facteurs climatiques :

- **La demande chimique en oxygène DCO :**

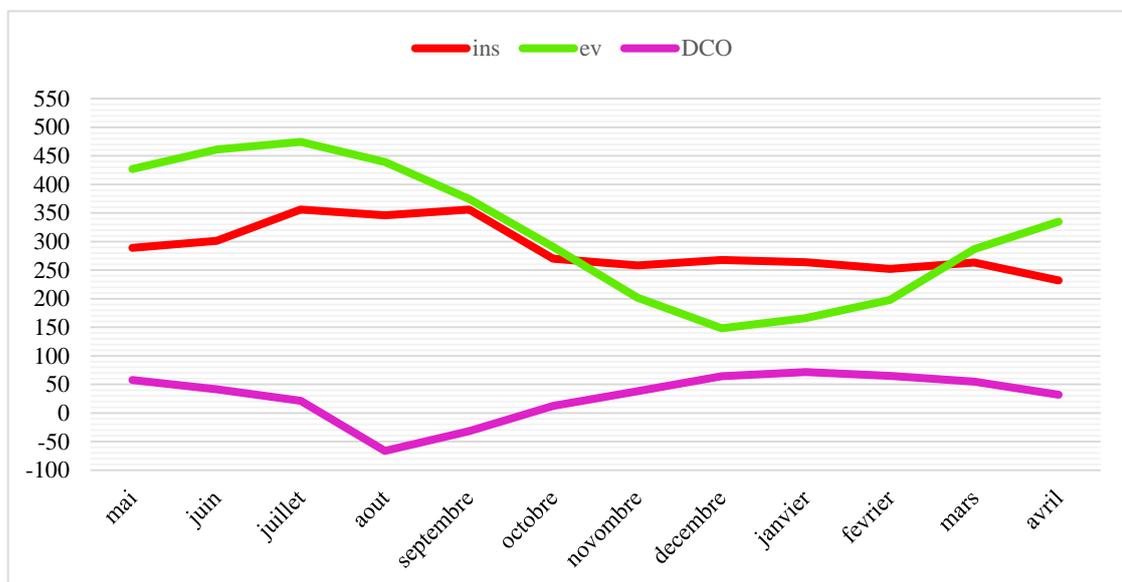


Figure 44 : le changement du rendement DCO en termes de mois avec l'évaporation et l'ensoleillement pour l'année 2019

La figure 44 représentant l'évolution du rendement mensuel de DCO ainsi que la variation mensuel de l'évaporation moyenne et l'ensoleillement. Nous constatons qu'il a une relation directe entre le rendement DCO et l'évaporation, comme nous notons que sa valeur est de 57,58, puis il diminue à 41,55 en juin, et il diminue davantage en août et septembre, accompagné d'une diminution de la période d'ensoleillement, et cela est dû à la période pendant laquelle le soleil reste brillant sur les bassins, qui affectent la croissance des algues par la lumière du soleil et le processus de photosynthèse, qui conduit à la production d'oxygène nécessaire à l'oxydation des

métaux et non -substances métalliques telles que NO_3^- et NO_2^- . Quant à la relation de la demande chimique en oxygène avec l'évaporation, c'est une relation inverse, où la valeur de l'évaporation augmente et le retour de la demande chimique en oxygène diminue, et cela est dû à la diminution du niveau de l'eau et par conséquent la diminution du pourcentage d'oxygène, ainsi que du pourcentage de substances minérales.

- **Azote totale Nt :**

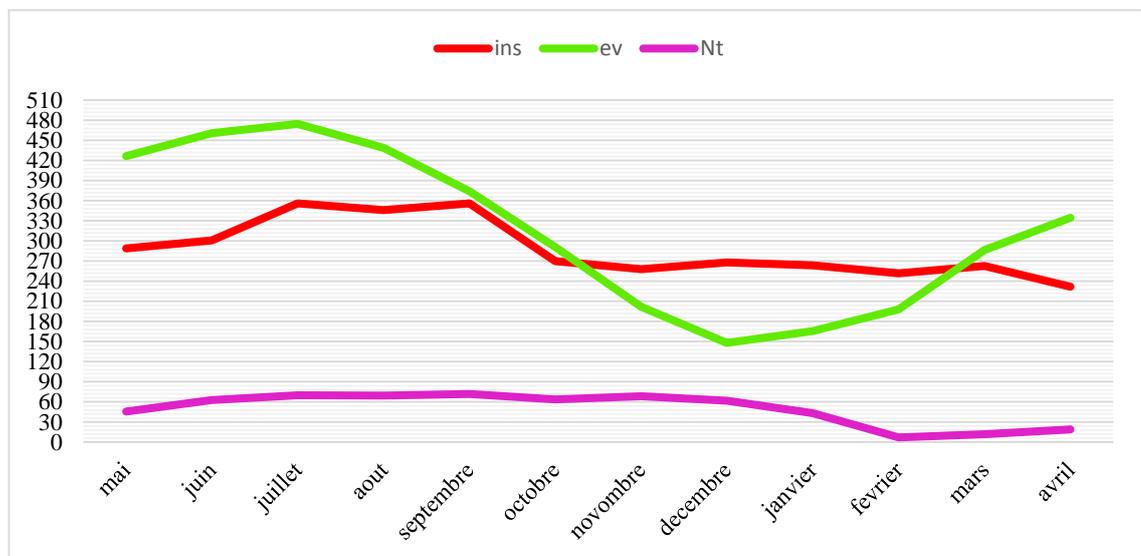


Figure 45 : les changements du rendement de Nt azote totale en termes de mois avec l'ensoleillement et d'évaporation. Pour l'année 2019

Nous remarquons une courbe représentant les changements du rendement en Nt azoté en termes de mois et basée sur les changements du taux d'ensoleillement et d'évaporation.

Comme nous notons qu'il existe une relation directe entre le rendement Nt et l'ensoleillement. Au fur et à mesure que la valeur de l'ensoleillement augmente pour atteindre 365 en juillet, accompagnée d'une augmentation du rendement Nt. La valeur de l'ensoleillement a été presque établie, et la valeur de RNt est fixée avec elle en août et en septembre, et la valeur de RNt continue fluctuer jusqu'en avril, et tout cela est dû à la durée de l'ensoleillement, qui affecte fortement les algues, qui à leur tour soustrait l'oxygène nécessaire pour oxyder l'azote de l'ammoniac NH_4^+ en nitrite NO_2^- puis en nitrate NO_3^- , que les plantes absorbent, ce qui contribue à leur croissance. Quant au coefficient d'évaporation, il y a aussi une proportion directe, car lorsque la valeur d'évaporation augmente, la valeur de l'azote augmente pour augmenter la concentration dans l'eau.

- **Le métier en suspension .MES :**

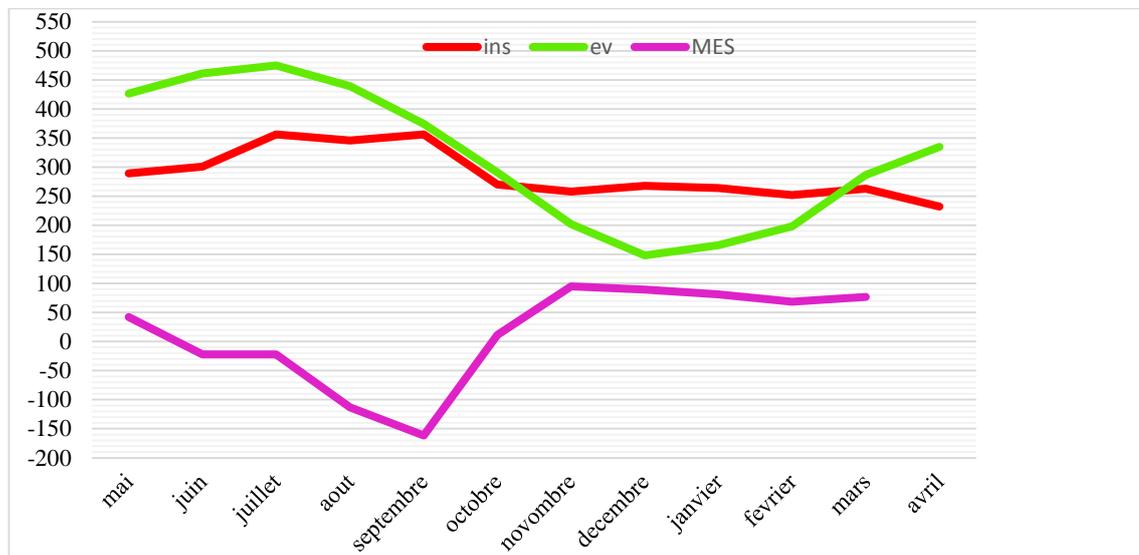


Figure 46 les changements de rendement de MES en termes de mois avec l'évaporation et insolation pour l'année 2019

Nous remarquons une courbe qui représente les changements de rendement de MES en termes de évaporation a mois pour l'année 2019, où nous trouvons qu'il existe une relation directe entre le rendement de MES et l'évaporation, car ils diminuent ensemble de juin à septembre puis augmentent en novembre. . Ceci est dû au faible niveau d'eau dans les bassins, ce qui entraîne une augmentation de la concentration et une élévation du niveau de MES.

- **La demande biologique en oxygène DBO₅ :**

Nous avons une courbe qui montre les changements dans le rendement de la demande biologique en oxygène en termes de mois pour l'année 2019, ainsi que les changements dans le degré d'évaporation et la durée d'insolation

Où l'on note qu'il existe une relation inverse entre le rendement de la demande biologique en oxygène et la durée d'ensoleillement, car il diminue au mois de mai à juin pour atteindre 48,48 et cela est dû à l'augmentation de la période d'ensoleillement dans le même mois, ce qui affecte à son tour les algues présentes dans l'eau et après exposition à la lumière, il excrète de l'oxygène, ce qui augmente le rendement de la demande biologique en oxygène utilisé par les bactéries pour éliminer la matière organique, tandis que la mesure de la demande biologique en oxygène se fait dans le sombre et après cinq jours

Quant à la relation du rendement de la demande biologique en oxygène avec la valeur de l'évaporation, il existe une relation directe, où l'on note que la valeur de l'évaporation monte à 474,6 au mois de juillet puis diminue au mois d'août à décembre, accompagné d'une modification du rendement de la demande biologique en oxygène, et cela est dû à l'évaporation des eaux des bassins et à l'augmentation de la concentration de ces dernières.

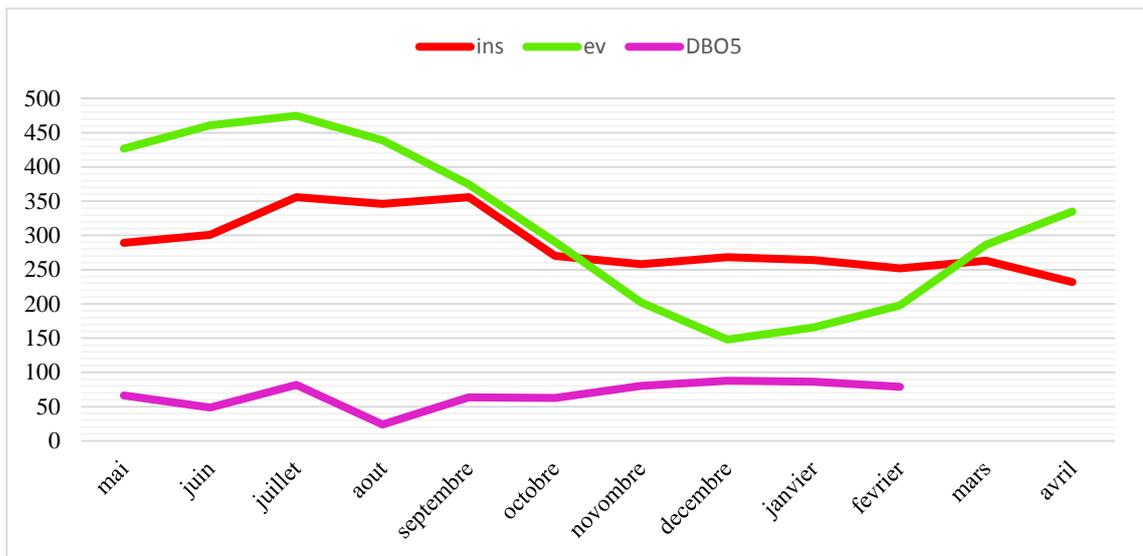
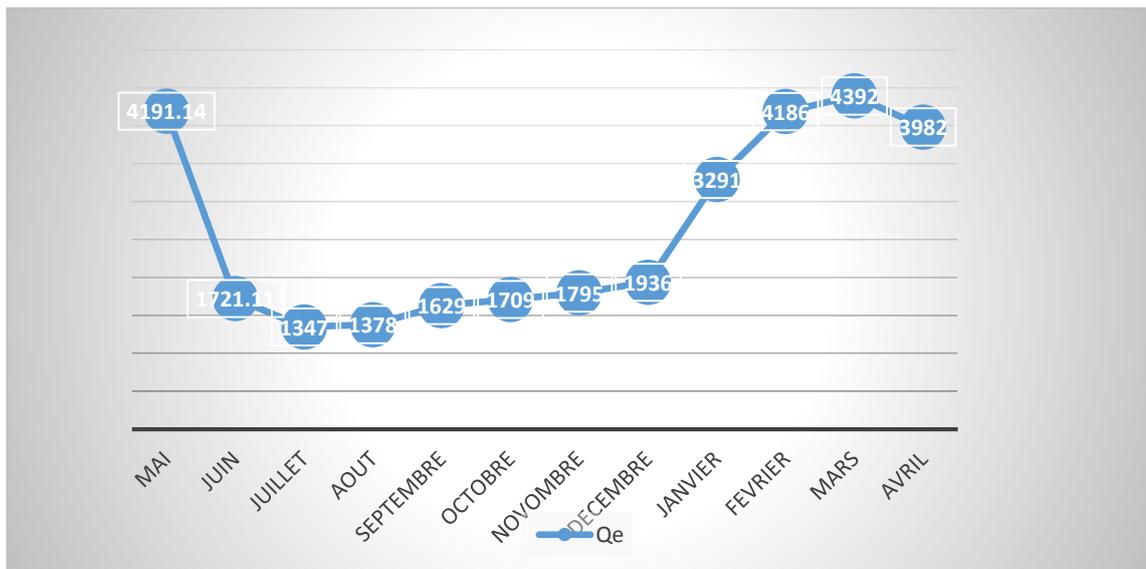


Figure 47 changements dans le rendement de la demande biologique en oxygène en termes de mois avec l'évaporation et insolation pour l'année 2019

4.2 L'impact des facteurs d'exploitation :

Le rendement de la station est affecté par les facteurs d'exploitation, qui sont nombreux, et nous mentionnons l'écoulement de la station, car il est considéré comme un élément majeur dans cet aspect



La figure 48Le débit d'eau entrée de la STEP en fonction de temps

La figure 48 représente le débit d'eau entrée de la STEP en fonction de temps.

On remarque la valeur de débit dans le mois mai 4191.14m³ et puis diminuée et comprises [1721.11-1795] entre les mois [juin –décembre] et Puis il augmente à nouveau pendant les mois restants [janvier-avril] pour atteindre la valeur maximale au mois de mars à valeur 4392 m³.

L'interprétation de la courbe de débit entrée à la station par rapport a les courbe DBO₅. DCO. MES. Nt Comme suit:

pour les courbe de DCO;DBO₅ et MES; la courbe de débit proportion aux courbes susmentionné car la concentration dès cette Matériaux contrôler par les valeur de débit , augmentation de débit corresponde a une augmentation des concentration et vice versa.

Quant à l'évolution du débit total d'azote avec l'apport de la station, une relation inverse a été observée en raison de la multiplication des algues qui libèrent de l'oxygène, ce qui contribue à l'oxydation de l'azote.

Conclusion :

Après avoir étudié les performances de la station et sur la base des résultats obtenus, nous avons constaté que son rendement est également quelque peu faible par rapport aux normes autorisées par l'Organisation mondiale de la santé et Les valeurs limitent des paramètres de rejet dans un milieu récepteur.

Nous concluons également que les performances de la station sont fortement affectées par des facteurs climatiques tels que la vitesse du vent, ainsi que la durée d'ensoleillement et d'évaporation, qui affectent de 50 % sur les performances et les précipitations d'un faible pourcentage, qui peut atteindre 5 % en raison de la rareté des pluies... Il existe également des facteurs d'exploitation qui affectent la station, notamment des problèmes dans les canaux de drainage Sanitaires, ainsi que les stations de pompage et leurs problèmes, ainsi que l'apport d'épuration, qui a un rôle majeur dans les travaux de ce système.

Conclusion générale

A travers l'étude que nous avons réalisée dans le but de connaître et d'évaluer les performances de la station d'épuration de la ville d'Ilizi, qui utilise la technologie des lagunages naturelles dans son travail, où nous avons surveillé les principaux facteurs de pollution, qui sont MES, DCO, DBO₅, Et un autre, comme (l'oxygène dissous. pH, conductivité électrique) et à la fin de l'étude, nous avons atteint ce qui suit : Le rendement de la performance de l'usine pour les analyses des paramètres de base était de 19% pour les matières en suspension, 25% pour la demande chimique en oxygène, 68% pour la demande biologique en oxygène et azote avec 19%. Par conséquent, nous constatons que le rendement de la plante est faible et n'est pas équivalent aux normes de rejet algériennes et de l'OMS.

- ✓ Les facteurs d'exploitation et le climat affectent fortement le rendement de la station.
Recommandations.
- ✓ Diagnostiquer les performances de la station pour découvrir les lacunes et trouver des solutions pour augmenter ses performances.
- ✓ Restructuration de l'usine en augmentant le nombre de bassins.
- ✓ Maintenance régulière et permanente de l'équipement de la station.

Références bibliographiques

- [1] Gaid A. 1984 .« Épuration biologique des eaux usées urbaines tome I ».édition OPU, Alger.
- [2] BOUCHIKHI Mohammed.2019. « Etude de performances épuratoires de la station d'épuration par lagunage aéré de la ville Tamanrasset ».diplôme de Master. Centre Universitaire Amine Elokhal Elhadj Moussa EgAkhamouk – Tamanghasset (Page 6-11)
- [3] Dr. BESSEDIK MADANI. « Traitement des eaux usées ». Université Tlemcen
- [4] ABED Imane .2020. « Evaluation du Rendement de la Station d'Épuration d'Ammi Moussa, Wilaya de Relizane ». Diplôme de Licence professionnelle. Université Akli Mohand oulhadj Bouira (Page6)
- [5]Labbaci,H.,Boumenkar,T. 2019. « Analyse des anomalies et redimensionnement de la STEP de la Wilaya de SKIKDA » diplôme de Master. Université badji Mokhtar Annaba (page7)
- [6] Raymond DESJARDINS. « Traitement des eaux », 2ème édition
- [7]GAGUI-Rabah.2017« Étude des processus biologique d'épuration des eaux usées appliquée à la région saharienne ». Diplôme de Master. Université de Kasdi Merbah (Page6)
- [8] <http://dspace.univeloued.dz/bitstream/123456789/3434/1/627.08-082.pdf>
- [9]BENELMOUAZ ALI.2015 « Performances épuratoires d'une station d'épuration de Maghnia ». Diplôme de Master .Universite Abou Bekr Belkaid.
- [10] Rotbardt A.2011. « Rapport final: Réutilisation des eaux usées traitées-perspectives » France (2011)
- [11] « Gaïd A. « Traitement des eaux usées urbaines » France (2007)
- [12] « Journal Officiel de la République Algérienne, 2006 »
- [13] Dr.Saggai Soufian.2021. «Épuration et Réutilisation des Eaux Résiduares » Université Kasdi Merbah
- [14]Marie-Noëlle PONS, Mehdi BELHANI, Jacques BOURGOIS, Estelle DUPUIT 2008. « Analyse du cycle de vie, Épuration des eaux usées urbaines » page 4
- [15] Rouin, N., Bounedjar, W.2019. « Traitement des eaux usées par boues activée, Cas de la station d'épuration de la ville de Ain Defla ». Diplôme du Master. Université Djilali Bounama Khemis Miliana (Page 13-17)
- [16] Boumediene, M. E. A. (2013). « Bilan de suivi des performances de fonctionnement d'une station d'épuration a boues activées: cas de la step Ain el houtz » diplôme de licence en Hydraulique. Universite Abou Bekr Belkaid (Page13)

- [17]BAALI, S., BOUSSEBSSI, W.2018. « L'étude comparative entrel'efficacité de deux stations d'épuration utilisant l'épuration par filtre plantes de Macrophytes ». Master Professionnel. Université de Kasdi Merbah, Ouargla (page 6-12)
- [18] NABILA GHERARA.2019. Étude des performances de la station d'épuration des eaux usées de la région, HAOUD BERKAOUI. Mémoire master. Université de Kasdi Merbah (Page 12-13)
- [19].KOUADRI Saber.2017. « Modélisation et protection contre les inondations cas de la ville d'illizi ». Université de Kasdi Merbah, Ouargla (page6)
- [20] MAKHLOUFI NABIL.2020 « contribution à l'étude d'élimination du fer en solution par des procédés physico- chimiques. Application a des eaux de boisson de sud d'Algérie (cas de la ville d'illizi) ». Thèse de Doctorat, Université de Kasdi Merbah, Ouargla (page12-13)
- [21] khadraoui Ahmed.2016 « Etude Hydrogéologique de la région d'illizi ». Diplôme du Master en géologie. Université de Kasdi Merbah. (Page 31-34)
- [22] « La note informative de marché de la STEP d'illizi »
- [23].OFFICE NATIONAL D'ASSAINISSEMENT (ONA) « réalisation de la station d'épuration des eaux usées par lagunage naturel de la ville d'illizi wilaya d'illizi »
- [24]HAOULI, Z., BENFIALA, I.2017. « Le Rendement épuratoire de la station d'épuration de la ville de Guelma ». Master hydraulique urbaine. Université Badji Mokhtar- annaba
- [25]Babou Lylia 2018 « Suivi des paramètres physico-chimiques et biologiques des eaux brutes et traitées de la STEP Est de Tizi-Ouzou ». Diplôme de Master En Eau et Environnement. Université Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou
- [26]Zegait, R., Kouadri, S., Kateb, S., & Azlaoui, M. (2021). Reliability and Problems of Wastewater Treatment Processes in the Algerian Sahara. In Wastewater Treatment. IntechOpen.
- [27] benalia ouanouki. Gestion de l'environnement .traitement des eaux usées

Résume

Dans ce travail, nous avons évalué l'efficacité d'une usine de traitement des eaux usées dans la ville d'ILLIZI qui utilise la méthode du lac naturel.

Dans cette étude, qui a été menée sur les résultats des analyses obtenues pour l'année 2019 pour demande biologique en oxygène, demande chimique en oxygène, solides en suspension, azote et autres facteurs.

Afin d'évaluer la performance de la station, nous avons interprété les résultats en fonction des facteurs d'exploitation de la station ainsi que des facteurs climatiques prévalant dans la région.

Les mots clés : lagunage, STEP, ILLIZI, les eaux usées

Summary

In this work, we evaluated the efficiency of the sewage treatment plant in the city of ILLIZI which uses the lagooning natural method.

In this study, which was carried out on the results of the analyzes obtained for the year 2019 for Biological oxygen demand, chemical oxygen demand, suspended solids, nitrogen and other parameters.

In order to evaluate the performance of the station, we interpreted the results according to the operating factors of the station as well as the prevailing climatic factors in the region.

Key words: lagooning, STEP, ILLIZI, Wastewater

المخلص

في هذا العمل قمنا بتقييم كفاءة محطة معالجة مياه الصرف الصحي في مدينة إيزي التي تستخدم طريقة البحيرة الطبيعية.

في هذه الدراسة التي أجريت على نتائج التحليلات التي تم الحصول عليها لعام 2019 للطلب البيولوجي الطلب الكيميائي للأكسجين ، والمواد الصلبة العالقة ، والنيتروجين وغيرها من العوامل على الأكسجين ، من أجل تقييم أداء المحطة ، قمنا بتفسير النتائج وفقاً لعوامل تشغيل المحطة وكذلك العوامل المناخية السائدة في المنطقة

الكلمات المفتاحية: البحيرات الطبيعية, محطة المعالجة , إيزي , مياه الصرف الصحي.