

UNIVERSITE Saad DAHLAB- BLIDA1

Faculté de Technologie

Département des Sciences de l'Eau et Environnement



MEMOIRE DE MASTER

Filière : **Hydraulique**

Spécialité : **Ressources Hydrauliques**

Thème:

Evaluation de l'efficacité de l'épuration des eaux usées de la station d'épuration de la ville de Blida- Beni Mered

Présenté par:

MOUSSA Sihem

AIT OUADDOUR Hakima

Devant le jury composé de:

Mr. REMINI B.	Professeur	USDBlida1	President
Mr. KHOULI M/R.	M.A.A	USDBlida1	Examineur
Mr. BENSAFIA D.	M.C.B	USDBlida1	Promoteur
Mr. BOURDJIHENE F.	Ingénieur-Doctorant	CTH Blida	Co-promoteur

Promotion 2021/2022

Remerciements

Nous rendons grâce à Dieu de nous avoir donné le courage et la patience pour faire ce travail, en espérant qu'il sera le but de nouvelles perspectives.

Nous exprimons nos vives gratitudees

À notre promoteur, Monsieur BENSALIA Djillali, pour avoir accepté de nous encadrer, pour ses aides et sa patience et pour ses conseils précieux qui nous ont été très utiles.

Merci infiniment Monsieur.

À notre Co-promoteur Monsieur BOURDJIHENE Fahim, pour son aide pratique et ses encouragements.

Nous adressons également nos sincères remerciements aux membres du jury, qui ont accepté d'évaluer ce travail et nous faire part de leurs critiques qui ne feront qu'améliorer son qualité.

Nos remerciements s'adressent également à toute l'équipe de la station d'épuration de Beni Mered, qui a participé activement à notre stage effectué dans cette station.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail:

À ce qui sont les plus chers à mon cœur: mes parents, qui ont le plus grand mérite pour qui je suis aujourd'hui. Aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour éternel et ma considération pour les sacrifices que vous avez consenti pour mon instruction et mon bien être. Je vous remercie pour tout le soutien et l'amour que vous me portez depuis mon enfance et j'espère que votre bénédiction m'accompagne toujours. Que ce modeste travail soit l'exaucement de vos vœux tant formulés, le fruit de vos innombrables sacrifices ;

*À mes très chers frères : M'hamed et Rida ;
À toute ma famille ;*

À ma défunte chère sœur et ma copine DJERRAH Lynda que dieu ait son âme et l'emmène au paradis ;

À tous mes ami(e)s sans exception : merci pour les bons moments qui ont contribué à rendre ces années inoubliables.

À tous ceux qui tiennent une place dans mon cœur ;

À tous ceux qui m'ont aidé à accomplir ce travail, de près ou de loin, par un mot ou par un geste ;

À tous ce qui je n'ai pas cités et qui ont une grande place dans mon cœur.

Sihem.

Dédicace

Je dédie ce mémoire :

À mes chers parents,

Pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse, leur soutien et leurs prières tout au long de mes études.

A ma très chère mère,

Je suis là pour toi et grâce à toi, merci d'être toujours là pour moi.

A mes chères sœurs,

Pour leurs encouragements permanents, et leur soutien moral.

A mon grand-père « ABED »

Zu' Allah t'accorde Son vaste paradis.

A mes chers amis

Merci d'être à mes côtés tout au long de ces années, merci pour votre amour et amitié.

A mon meilleur,

Merci pour toi d'être mon meilleur jusqu'à la fin.

Hakima

Résumé :

L'objectif de ce travail consiste à évaluer la performance épuratoire de la station d'épuration des eaux usées de la ville de Blida situé à Béni-Mered.

Plusieurs paramètres physico-chimiques et biologiques et leur évaluation ont été suivis. Les résultats de dosage de DBO₅ ; MES ; DCO ; Température ; pH; Conductivité électrique ; Azote total ; Phosphore total ; Nitrites ; Nitrates et leur traitement ont montré que les rejets sont conformes aux normes de rejet.

Mots clés : Eaux usées ; boues activés ; DBO₅ ; MES ; pH ; rendement épuratoire ; performance.

المخلص:

الهدف من هذا العمل هو تقييم أداء التطهير لمحطة معالجة مياه الصرف الصحي لمدينة البلدية الواقعة في بني مراد.

تم إتباع العديد من المتغيرات الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية وتقييمها من خلال نتائج اختبار DBO₅ ; MES ; DCO ; درجة الحرارة ; الاس الحموضة ; نيترات ; نترت ; الفوسفور ; وأظهرت معالجتها أن التصريفات تتوافق مع معايير التفريغ.

الكلمات المفتاحية :

مياه الصرف الصحي; الحمأة المنشطة, DBO₅, DCO, MES, كفاءة التنقية, أداء.

Abstract:

The objective of this work is to evaluate the purification performance of the wastewater treatment plant of the city of Blida located in Beni-Mered.

Several physico-chemical and biological parameters and their evaluation were followed the results of dosage of BOD₅, TSS, COD, Temperature; pH; Electrical conductivity; Total nitrogen; Total phosphorus; Nitrites; Nitrates and their treatment showed that the rejections are in conformity with the standards of rejection.

Keywords: Wastewater; activated sludge; BOD₅; TSS; COD; pH; purification efficiency; performance.

Liste des abréviations

MES : Matières en suspension.

DBO₅ : Demande Biologique en Oxygène.

DCO : Demande Chimique en Oxygène.

STEP : Station d'épuration des eaux usées.

NO₃⁻ : Nitrates.

NO₂⁻ : Nitrite.

P_T: Phosphore total.

N_T: Azote total.

CE : Conductivité électrique.

pH : Potentiel d'hydrogène.

EE : Eaux Epurées.

EB : Eaux Brutes.

Sommaire

Introduction général	1
Chapitre I : Généralités sur les eaux usées	
I.1 Introduction	2
I.2 Définition des eaux usées	2
I.3 Origine et nature des eaux usées.....	2
I.3.1 Eaux usées domestique	3
I.3.2 Eaux usées industrielle.....	3
I.3.3 Eaux de ruissellement	3
I.3.4 Effluents agricoles	3
I.3.5 Eaux parasites.....	3
I.4 Nature de la pollution	3
I.4.1 Pollution organique	4
I.4.2 Pollution microbiologique.....	4
I.4.3 Pollution minérale	4
I.5 Principaux paramètres de pollution	4
I.5.1 Paramètres physico-chimiques	5
I.5.1.1 Température	5
I.5.1.2 Conductivité électrique.....	5
I.5.1.3 Oxygène dissous	5
I.5.1.4 Matières en suspension	5
I.5.1.4.1 Matières volatiles en suspension	6
I.5.1.4.2 Matières minérales	6
I.5.1.5 La turbidité.....	6
I.5.1.6 Potentiel d'hydrogène	6
I.5.1.7 Potentiel redox.....	6
I.5.2 Paramètres de pollution.....	7
I.5.2.1 Demande Biochimique en Oxygène	7
I.5.2.2 Demande Chimique en Oxygène.....	7
I.5.2.3 Coefficient de biodégradabilité	7
I.5.2.4 Azote total	8

I.5.2.5	Phosphore total.....	9
I.5.2.6	Nitrates.....	9
I.5.2.7	Sulfate.....	9
I.5.3	Paramètres microbiologiques (Bactériologiques).....	10
I.5.3.1	Coliformes.....	10
I.5.3.2	Les streptocoques fécaux.....	10
I.5.3.3	Clostridium sulfito-réductrices.....	11
I.5.4	Equivalent habitant.....	11
I.6	Impacte de la pollution des eaux sur l'environnement.....	11
I.7	Norme de rejet.....	12
I.7.1	Normes internationales.....	12
I.7.2	Normes de rejet en Algérie.....	13

Chapitre II: Procédés d'épuration des eaux usées

II.1	Introduction.....	15
II.2	Prétraitement.....	16
II.2.1	Dégrillage.....	17
II.2.2	Tamisage.....	18
II.2.3	Dessablage.....	18
II.2.4	Déshuilage-Dégraissage.....	18
II.3	Traitement primaire.....	19
II.3.1	Décantation physique.....	19
II.3.2	Décantation physico-chimique.....	19
II.4	Traitements biologiques.....	20
II.4.1	Procédés biologiques extensifs.....	20
II.4.1.1	Lagunage (culture libre).....	20
II.4.1.2	Lagunage naturel.....	21
II.4.1.3	Lagunage aéré.....	22
II.4.1.4	Lagunage (culture fixe).....	22
II.4.1.4.1	Cultures fixes sur support fin.....	22
II.4.1.5	Procédés biologiques intensifs.....	24
II.4.1.5.1	Disques biologiques.....	24
II.4.1.6	Lits bactériens.....	24
II.4.1.7	Boues activées.....	25

II.5	Décantation secondaire	26
II.6	Les traitements tertiaires.....	26
II.6.1	Elimination de l'azote.....	26
II.6.2	Elimination du phosphore	27
II.6.3	Désinfection.....	27
II.7	Traitement des boues	28
II.7.1	Epaississement	28
II.7.1.1	Epaississement statique gravitaire	28
II.7.1.2	Epaississement dynamique.....	29
II.7.2	Déshydratation	29

ChapitreIII: Description de la Ville de Beni Mered

III.1	Introduction	31
III.2	Données de base.....	32
III.2.1	Eaux brutes à traiter	32
III.2.1.1	Charges hydrauliques.....	32
III.2.1.2	Charge polluante	32
III.2.2	Qualité du traitement.....	33
III.3	Les installations de la STEP	33
III.3.1	Description des ouvrages de traitement de la filière eaux	33
III.3.1.1	Les stations de relèvement.....	33
III.3.1.2	Ouvrage de réception.....	33
III.3.1.3	Traitement des eaux.....	34
III.3.1.3.1	Prétraitement	34
III.3.1.3.2	Dessablage et déshuilage	34
III.4	Traitement biologique.....	36
III.4.1	Traitement primaire	36
III.4.1.1	Bassin d'aération.....	37
III.4.1.2	Dégazage	38
III.4.1.3	Clarificateur (décantation secondaire)	38
III.4.1.4	Désinfection des effluents	39
III.4.1.5	Evacuation de l'eau épurée	41
III.5	Description des ouvrages de traitement de la filière boues	42
III.5.1	Extractions des boues en excès	42

III.5.2	Épaississement gravitaire	42
III.5.3	Stabilisation des boues	42
III.5.4	La déshydratation des boues	43
III.5.5	Stockage des boues déshydratées	43

Chapitre IV : Matériels et méthodes

IV.1	Introduction	45
IV.2	Prélèvement et échantillonnage	45
IV.3	Protocole Des Analyses physico-chimiques	47
IV.3.1	Température	47
IV.3.2	pH	47
IV.3.3	Oxygène dissous	47
IV.3.4	Conductivité	47
IV.3.5	Matière Insoluble Décantable (M.I.D)	48
IV.3.6	Les Matières En Suspension (MES)	49
IV.3.7	La Demande Chimique en Oxygène DCO	50
IV.3.8	La Demande Biologique en Oxygène DBO ₅	51
IV.4	Analyse spectrophotométriques	53
IV.4.1	Principe	53
IV.4.2	Mesure de l'azote total	54
IV.4.3	Mesure de phosphore total	54
IV.4.4	Mesure de l'azote ammoniacal.....	55
IV.4.5	Mesure de nitrates	55
IV.4.6	Mesure de nitrites	56

Chapitre V : Performance de la STEP de BLIDA

V.1	Introduction	57
V.2	Performances de la station d'épuration de l'année 2022	57
V.2.1	Température	57
V.2.2	Potentiel Hydrogène	57
V.2.3	Conductivité électrique :.....	58
V.2.4	Oxygène dissous.....	59
V.2.5	Matières en suspension	59
V.2.6	Demande Chimique en Oxygène.....	60
V.2.7	Demande Biologique en Oxygène.....	61

V.2.8	Azote totale.....	62
V.2.9	Phosphore totale	62
V.2.10	Nitrites	63
V.2.11	Nitrates	64
V.2.12	Azote ammoniacal.....	64
V.3	.Performances de la station d'épuration de l'année 2021	65
V.3.1	Température	65
V.3.2	Potentiel Hydrogène	66
V.3.3	l'oxygène dissous.....	66
V.3.4	conductivité	67
V.3.5	Matières en suspension	68
V.3.6	Demande Chimique en Oxygène	68
V.3.7	La demande biologique en oxygène	70
V.3.8	Phosphore totale	71
V.3.9	Azote totale	71
	Conclusion Général	73

Liste des Figures

Figure II-1:Etapes d'une filière de traitement des eaux	16
Figure II-2: Schéma d'un dégrilleur	18
Figure II-3: dégraisseurs	18
Figure II-4:: Schéma de prétraitement	19
FigureII-5:agun naturel	19
FigureII-6: lagunage naturel Ghardaïa	21
Figure II-7 :Les mécanismes en jeu dans les bassins de lagunage naturel	21
Figure II-8: Principe d'un lagunage aéré	22
Figure II-9: Photo d'une Lagune aérée	22
Figure II-10/ Infiltration percolation étanchée et drainée	23
Figure II-11: système drainé sur sol en place	23
Figure II-12: Système drainé avec un massif drainant étanché par une membrane Imperméable	23
Figure II-13: Schéma de principe d'une filière type de disques biologiques	24
Figure II-14: Lit bactérien	25
Figure II-15: schéma de principe des boues activées	25
Figure II-16: décanteur secondaire «clarificateur»	26
Figure II-17: Schéma simplifié d'un épaisseur	28
Figure II-18: Déshydratation des boues	29
Figure III-1: La situation géographique de la wilaya de BLIDA	31
FigureIII2:Localisation de la STEP de Beni Mered	32
Figure III-3: Dégrilleur automatique fin	34
Figure III-4: désableur- déshuileur	35
Figure III-5: déshuileur :	35
Figure III-6: Stockage des graisses	36
FigureIII-7: Classificationdessables	36
Figure III-8: Décanteur primaire de la STEP de Béni Mered	37
Figure III-9: Bassin d'aération de la STEP de Béni Mered	38
Figure III-10: Clarificateur de la STEP de Béni Mered	39
Figure III-11: Bassin de désinfection a chicanes	40
Figure III-12: Opération d'injection de l'eau de javel	41
Figure III-13: Evacuation des eaux épurées	41
Figure III-14: Filtre à bandes paresseuses	43
Figure III-15: Zone de stockage des boues déshydratées	44
Figure IV-1: Préleveur automatique	46
Figure IV-2: Prélèvement manuel	46
Figure IV-3: pH-mètre	48
Figure IV-4: Conductivimètre	48
Figure IV-5: Cônes D'Imhoff	49
Figure IV-6: Méthode de filtration	50
Figure IV-7: Kit de mesure de la DCO LCK514	51
Figure IV-8: DBO mètre	52

Figure IV-9: Mesure de la DBO5	53
Figure IV-10: Spectrophotomètre	54
Figure V-1: Variation journalière de la température à l'entrée et à la sortie de la STEP (Période du 10/01/2022 au 24/04/2022).	57
Figure V-2: Variation journalière de pH à l'entrée et à la sortie de la STEP (Période du 10/01/2022 au 24/04/2022).	58
Figure V-3: Variation journalière de la Conductivité électrique à l'entrée et à la sortie de la STEP(Période du 10/01/2022 au 24/04/2022).	58
Figure V-4: Variation journalière de l'oxygène dissous à l'entrée et à la sortie de la STEP (Période du 10/01/2022 au 24/04/2022).	59
Figure V-5: Variation journalière des MES à l'entrée et à la sortie de la STEP(Période du 10/01/2022 au 24/04/2022).	60
Figure V-6: Variation journalière de la DCO à l'entrée et à la sortie de la STEP(Période du 10/01/2022 au 24/04/2022).	61
Figure V-7: Variation journalière de la DBO5 à l'entrée et à la sortie de la STEP(Période du 10/01/2022 au 24/04/2022).	61
Figure V-8: Variation mensuelle de l'Azote totale (NT) à l'entrée et à la sortie de la STEP(Période du 10/01/2022 au 24/04/2022).	62
Figure V-9: Variation mensuelle de Phosphore totale(PT) à l'entrée et à la sortie de la STEP (Période du 10/01/2022 au 24/04/2022).	63
Figure V-10:Variation mensuelle de nitrites à l'entrée et à la sortie de la STEP (Période du 10/01/2022 au 24/04/2022).	63
Figure V-11: Variation mensuelle des Nitrates (NO₃-) à l'entrée et à la sortie de la STEP (Période du 10/01/2022 au 24/04/2022).	64
Figure V-12: Variation mensuelle de l'Azote ammoniacal (NH₄⁺) à l'entrée et à la sortie de la STEP (Période du 10/01/2022 au 24/04/2022).	65
Figure V-13: Variation journalière de la température à l'entrée et à la sortie de la STEP (période du 07/10/2021 au 24/12/2021)	65
Figure V-14: Variation journalière de pH à l'entrée et à la sortie de la STEP (Période du 07/10/2021 au 24/12/2021)	66
Figure V-15: Variation journalière de l'oxygène dissous à l'entrée et à la sortie de la STEP (Période du 07/10/2021 au 26/12/2021)	67
Figure V-16: Variation journalière de conductivité à l'entrée et à la sortie de la STEP (Période du 07/10/2021 au 24/12/2021)	67
Figure V-17: variation journalière de MES à l'entrée et à la sortie de la STEP(Période du 07/03/2021 au 24/12/2021)	68
Figure V-18: variation journalière de la DCO à l'entrée et à la sortie de la STEP (Période du 07/03/2021 au 24/12/2021)	69
Figure V-19: variation journalière de DBO5 à l'entrée et à la sortie de la STEP (Période du 07/03/2021 au 24/12/2021)	70
Figure V-20: Variation mensuelle de phosphore totale P_T à l'entrée et à la sortie de la STEP (Période du 07/03/2021 au 24/12/2021)	71
Figure V-21: Variation mensuelle de l'azote à l'entrée et à la sortie de la STEP (Période du 11/10/2021 au 24/12/2021)	71

Introduction Générale

Introduction Générale

Les dernières années ont été marquées en Algérie par un effort important et croissant consacré à la lutte contre la pollution, surtout devant l'augmentation démographique et le développement industriel. Les rejets des eaux usées fortement chargées de polluants sont rejetées directement dans le milieu naturel (rivière, oued ; mer) ce qui nuit à la santé publique et à l'environnement.

L'eau est la source de toute vie sur terre mais jusqu'à quand on pourra bénéficier de ce miracle. Mis à vu le stress hydrique et sans oublier toute forme de pollution causée par l'homme et ses activités qui nuit à la terre.

Dans le domaine de la protection et de la valorisation des ressources en eau, cet effort s'est matérialisé par un large développement d'installation des stations d'épuration des eaux usées qui permettent d'éliminer toute sorte de polluant afin de protéger les milieux récepteurs et préserver les nappes libres et souterraines. Ces eaux épurées peuvent être réutilisé en agriculture ou dans le domaine de l'industrie.

L'Algérie est engagé à réaliser un vaste programme d'installation et d'exploitation des STEP qui compte actuellement 154 stations d'épuration des eaux usées sur tout le territoire national à fin de rendre les eaux rejets conformes aux normes de l'OMS pour préserver la qualité d'eau et protéger l'environnement et la santé humaine.

Dans ce contexte, nous avons choisit d'étudier le fonctionnement de la station d'épuration de la ville de Blida en vue de vérifier sa performance, son rendement épuratoire et de répondre à la question du rôle et de l'objectif atteint par cette installation très couteuses sur la protection de l'environnement. C'est ainsi que notre est structuré comme suit :

- Le premier chapitre présentera les généralités des eaux usées ;
- Le deuxième chapitre sera consacré à la description du procédé d'épuration des eaux usées ;
- Le troisième chapitre décrira la station d'épuration de la ville de Blida ;
- Le quatrième chapitre traitera le matériels et méthodes utilisés ;
- Quant au cinquième chapitre, il étudiera la performance épuratoire de la station d'épuration de la ville de Blida ;
- Enfin, nous terminons par une conclusion générale.

Chapitre I : Généralités sur les eaux usées

I.1 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].

I.2 Définition des eaux usées :

Les eaux usées, ou les eaux résiduaires, sont des eaux chargées de résidus, solubles ou non provenant 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[2].

I.3 Origine et nature des eaux usées

On peut classer comme eaux usées, les eaux d'origine urbaines constituées par des eaux ménagères (lavage corporel et du linge, lavage des locaux, eaux de cuisine) et les eaux vannes chargées de fèces et d'urines ; toute cette masse d'effluents est plus ou moins diluée par les eaux de lavage de la voirie et les eaux pluviales. Peuvent s'y ajouter suivant les cas les eaux d'origine industrielle et agricole. L'eau, ainsi collectée dans un réseau d'égout, apparaît comme un liquide trouble, généralement grisâtre, contenant des matières en suspension d'origine minérale et organique à des teneurs extrêmement variables. En plus des eaux de pluies, les eaux résiduaires urbaines sont principalement d'origine domestique mais peuvent contenir des eaux résiduaires d'origine industrielle d'extrême diversité. Donc les eaux résiduaires urbaines (ERU) sont constituées par :[3]

Des eaux résiduaires ou eaux usées d'origine domestique, industrielle et/ou agricole,

Des eaux pluviales ou de ruissellement urbain.

I.3.1 Eaux usées domestique

Elles proviennent des différents usages domestiques de l'eau et sont essentiellement porteuses de pollution organique. Elles se répartissent en eaux ménagères (qui ont pour origine les salles de bains et les cuisines), qui sont chargées de détergents, de graisses, de solvants, de débris organiques... et en eaux vannes (provenant des sanitaires) contenant des matières organiques biodégradables et des micro-organismes, chargés de diverses matières organiques azotées et de germes fécaux. [4]

I.3.2 Eaux usées industrielle

Les eaux d'origine industrielle ont généralement une composition plus spécifique et directement liée au type d'industrie considéré. Indépendamment de la charge de la pollution organique ou minérale, de leur caractère putrescible ou non, elles peuvent présenter des caractéristiques de toxicité propre liées aux produits chimiques transportés. [5]

I.3.3 Eaux de ruissellement

Elles regroupent les eaux de pluies et celles utilisées pour le lavage des espaces publics. [4]

I.3.4 Effluents agricoles

Les effluents agricoles renferment diverses substances, d'origine agricole ou animale. Il s'agit de solutions d'engrais lessivées par les sols fertilisés, des produits phytosanitaires (pesticides) et des déjections animales (purins et lisier de bétail) [6].

I.3.5 Eaux parasites

Elles proviennent des remontées des nappes sous-terraines ou des fuites des conduits d'alimentation en eau potable (AEP), ces eaux s'infiltrent dans les collecteurs et se mélangent aux eaux usées et les diluent, ce qui influe par la suite sur le fonctionnement de la station d'épuration [6].

I.4 Nature de la pollution

On entend par la pollution de l'eau, la modification néfaste de la composition des eaux par l'ajout des substances susceptibles d'altérer leur qualité, leur aspect esthétique et compromettre leur consommation. La pollution se manifeste généralement sous quatre formes principales :

- Organique ;
- Microbiologique ;

- Minérale ;
- Toxique (minérale et organique).

A chacune de ces formes de pollution correspond nécessairement une modification du milieu récepteur qui se traduit indirectement et à plus ou moins long terme, par des conséquences néfastes sur l'individu[6].

I.4.1 Pollution organique

La pollution organique constitue souvent la fraction la plus importante d'autant plus que dans son acceptation la plus large, cette forme de pollution peut être considérée comme résultant de diverses activités (urbaines, industrielles, artisanales et rurales) chaque activité rejette des composés spécifiques biodégradables ou pas. On distingue pour les eaux usées urbaines les matières organiques banales (protides, lipides, glucides), les détergents (anioniques, cationiques, non ioniques), les huiles et goudrons. Il est à noter l'existence d'autres substances organiques utilisées ou fabriquées industriellement, c'est le cas des phénols, des aldéhydes et des composés azotés.[6]

I.4.2 Pollution microbiologique

Cette pollution est due à la présence d'une multitude d'organismes vivants dans les eaux

Usées apportés par les excréments d'origines humaine ou animale. Ces bactéries jouent le rôle de témoins de pollution.[4]

I.4.3 Pollution minérale

Il s'agit d'effluents constitués essentiellement de métaux lourds en provenance des industries métallurgiques et de traitement de minerais. On peut citer à titre d'exemple le plomb, le cuivre, le fer, le zinc, le mercure etc. Il y'a aussi le cas de certains sels provenant de l'agriculture. Ces substances suscitées peuvent causer :

- Des problèmes sur l'organisme de l'individu,
- Perturbation de l'activité bactérienne en station d'épuration,
- Affectation des cultures agricoles.

Ces éléments sont non biodégradables et de ce fait un traitement tertiaire devient plus que nécessaire.[6]

I.5 Principaux paramètres de pollution

L'évaluation de la pollution d'une eau usée brute se fait d'après la détermination d'un certain nombre de paramètres physico-chimiques et microbiologiques caractérisant cette eau usée.

I.5.1 Paramètres physico-chimiques

I.5.1.1 Température

La température agit, comme un facteur physiologique, sur le métabolisme de croissance des microorganismes vivants dans l'eau. Elle joue un rôle important dans la solubilité des sels et surtout des gaz (en particulier l'Oxygène) dans l'eau, ainsi que la détermination du pH et la vitesse des réactions chimiques [7] tout en étant indispensable dans la nitrification et la dénitrification biologiques. La nitrification est optimale pour des températures allant de 28 à 32°C, mais elle est fortement réduite pour des températures entre 12 et 15°C et elle s'arrête pour des températures inférieures à 5°C[8].

I.5.1.2 Conductivité électrique (CE)

La conductivité est la propriété que possède une eau à favoriser le passage d'un courant électrique. Elle fournit une indication précise sur la teneur en sels dissous (salinité de l'eau). La conductivité s'exprime en micro Siemens par centimètre et elle est l'inverse de la résistivité qui s'exprime en ohm par centimètre. La mesure de la conductivité permet d'évaluer la minéralisation globale de l'eau[9]. Sa mesure est utile car au-delà de la valeur limite de la salinité correspondant à une conductivité de 2500 µSM/cm, la prolifération de microorganismes peut être réduite d'où une baisse du rendement épuratoire.

I.5.1.3 Oxygène dissous

Les concentrations en oxygène dissous (O₂ dissous) constituent l'un des plus importants paramètres de qualité des eaux dans la mesure où il est indispensable à la vie aquatique et à la dégradation des polluants biodégradables permettant l'autoépuration. L'oxygène dissous dans les eaux des STEP provient essentiellement de l'atmosphère, de l'activité photosynthétique des algues et des systèmes d'aération. La concentration en oxygène dissous varie de manière journalière et saisonnière, car elle dépend de nombreux facteurs tels que la pression partielle en oxygène de l'atmosphère, la température de l'eau, la salinité, la pénétration de la lumière, l'agitation de l'eau et la disponibilité en nutriments. Cette concentration en oxygène dissous est également fonction de la vitesse d'appauvrissement du milieu en oxygène par l'activité des organismes aquatiques et les processus d'oxydation et de décomposition de la matière organique présente dans l'eau. Globalement, plus la concentration en oxygène dissous est proche de la saturation, plus l'aptitude des bassins à absorber la pollution est importante.

I.5.1.4 Matières en suspension (MES)

Ce sont des particules solides très fines et généralement visibles à l'œil nu, théoriquement non solubilisées ou colloïdales[10]. Elles représentent, la fraction constituée par l'ensemble des particules, organiques(MVS) ou minérales (MMS), non dissoutes de la pollution. Elles constituent un paramètre important qui marque bien le degré de pollution d'un effluent urbain ou même industriel. Les MES s'expriment par la relation suivante :

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

Où : MMS : fraction minérale

MVS : fraction organique

I.5.1.4.1 Matières volatiles en suspension (MVS)

Elles représentent la fraction organique des MES et sont obtenues par calcination de ces MES à 550°C pendant 2 heures. La différence de poids entre les MES à 105°C et les MES à 550°C donne la perte au feu et correspond à la teneur en MVS en mg/l d'une eau[11].

I.5.1.4.2 Matières minérales (MMS)

Elles représentent le résultat d'une évaporation totale de l'eau, c'est-à-dire son extrait sec constitué à la fois par les matières en suspension et les matières solubles telles que les chlorures, les phosphates, etc. L'abondance des matières minérales en suspension dans l'eau augmente la turbidité, réduit la luminosité et par ce fait abaisse la productivité d'un cours d'eau, entraînant ainsi une chute en oxygène dissous et freinant les phénomènes photosynthétiques qui contribuent à la aération de l'eau. Ce phénomène peut être accéléré par la présence d'une forte proportion de matières organiques consommatrices d'oxygène [11]

I.5.1.5 La turbidité

La turbidité représente l'opacité d'un milieu trouble, elle est exprimée en NTU (Nephelometric Turbidity Unit). C'est la réduction de la transparence d'un liquide due à la présence de matières non dissoutes. Elle est causée, dans les eaux, par la présence de matières en suspension (MES) fines, comme les argiles, les limons, les grains de silice et les microorganismes. Une faible part de la turbidité peut être due également à la présence de matières colloïdales d'origine organique ou minérale[9].

I.5.1.6 Potentiel d'hydrogène

Il traduit l'acidité ou l'alcalinité du milieu. C'est un des paramètres très déterminants dans le processus d'élimination des pathogènes, des nutriments, mais aussi du contrôle des odeurs. Un pH trop acide inhibe l'activité des bactéries méthanogènes et engendre des odeurs désagréables. Toutefois, un pH trop basique réduit l'activité microbienne.

Le pH d'un effluent urbain classique est légèrement alcalin, de l'ordre de 7,5 et 8. Celui des effluents industriels peut-être, par contre, extrêmement variable, Les rejets peuvent présenter des fluctuations importantes de pH au cours d'une même journée, notamment quand il s'agit d'effluents industriels. Comme on peut le remarquer, à certains moments de la journée, le pH des eaux usées est acide puis basique, ces variations peuvent affecter le bon fonctionnement de l'épuration biologique.[12]

I.5.1.7 Potentiel redox

Les mesures du potentiel d'oxydoréduction à l'entrée de la station d'épuration permettent d'obtenir des informations sur les éventuels dysfonctionnements du processus de traitement biologique. Risque de fermentation et d'effluent septique pouvant présenter des dangers pour le personnel d'exploitation en particulier des réseaux d'assainissement et de la station Dans ce cas, des capteurs H_2S sont indispensables[12].

I.5.2 Paramètres de pollution

I.5.2.1 Demande Biochimique en Oxygène (DBO)

La Demande Biologique en Oxygène (DBO) est la quantité d'oxygène nécessaire aux micro-organismes pour assimiler la pollution biodégradable sur une période définie. En effet, une période allant de 21 à 28 jours serait nécessaire aux micro-organismes pour assimiler la totalité de la pollution biodégradable. Il a été déterminé qu'une période de 5 jours correspondait à l'assimilation de la pollution biodégradable carbonée (oxydation), et qu'ensuite les micro-organismes assimilaient la pollution biodégradable azotée (nitrification)[12]. Elle est très utilisée pour le suivi des effluents urbains. Elle est exprimée en mgO_2/l .

I.5.2.2 Demande Chimique en Oxygène (DCO)

La DCO est la mesure de la quantité d'oxygène apportée par un réactif chimique (oxydant fort) pour détruire toutes les matières organiques biodégradables et non biodégradables d'une eau[12]. Elle est exprimée en mgO_2/l .

Généralement la DCO est 1,5 à 2 fois la DBO_5 pour les eaux usées urbaines et de 1 à 10 pour les eaux résiduaires industrielles[12]

I.5.2.3 Coefficient de biodégradabilité (DCO/ DBO_5)

Le rapport (DCO/DBO_5) exprime le degré de biodégradabilité de l'eau usée qui représente la capacité d'une substance à être décomposée par les micro-organismes. L'élévation du rapport indique un accroissement des matières organique non biodégradable. Il est donc révélateur de la présence d'une pollution industrielle et nous renseigne sur le type de traitement à adopter :

$$k = \text{DCO} / \text{DBO}_5$$

Rapport : DCO/DBO	Mode de traitement
k=1	Pollution totalement biodegradable
$1 < \text{DCO}/\text{DBO}_5 < 2$	Facilement biodégradable ↔ Traitement biologique (Concerne un effluent urbain)
$2 < \text{DCO} / \text{DBO}_5 < 3$	Traitement biologique associé à un traitement physico-chimique
$\text{DCO} / \text{DBO}_5 > 3$	Traitement biologique impossible Traitement physico-chimique (Concerne un effluent industriel).

DCO = matières organiques biodégradables et non biodégradables

DBO_5 = matières organiques biodégradables

Donc :

- La DCO est toujours supérieure à la DBO_5
- La DBO_5 est une fraction de la DCO

Plus cette fraction est importante, plus les bactéries seront efficaces dans la dégradation de la pollution.

Pour vérifier cette caractéristique, on calcule le rapport entre la DCO et la DBO₅, appelé rapport de biodégradabilité.

DBO/DBO₅ = rapport de BIODEGRADABILITE

Pour une eau usée urbaine, ce rapport est de l'ordre de 2 à 3. L'effluent est considéré alors comme biodégradable.

Si DCO/DBO₅ est supérieur à 3, la pollution est peu ou pas biodégradable.

Pour les effluents d'industries agro-alimentaires, il est de l'ordre de 1,5 à 2. Cela traduit donc une meilleure biodégradabilité, ce qui implique qu'un traitement biologique est parfaitement adapté pour ce type de pollution.

Un rapport supérieur à 3 traduit l'apport d'un effluent industriel plus ou moins difficilement biodégradable. Dans ce cas, le traitement biologique seul risque d'être inadapté (notamment pour des valeurs supérieures à 3,5). Mais au-delà d'un certain seuil plus que la valeur c'est la variabilité qui est importante.[12]

I.5.2.4 Azote total (N_T)

L'azote présent dans l'eau peut avoir un caractère organique ou minéral. L'azote organique est principalement constitué par des composés tels que des protéines, des polypeptides, des acides aminés, de l'urée. Le plus souvent ces produits ne se trouvent qu'à de très faibles concentrations. [8]

L'azote se retrouve dans la nature sous plusieurs formes. On distingue :[3]

- L'azote se retrouve dans la nature sous plusieurs formes. On distingue : l'azote moléculaire (N₂) qui se retrouve sous forme gazeux dans l'atmosphère (78% dans l'air)
- L'azote organique(N) rencontré dans les composés organiques (acides aminés, protéines...)
- L'azote ammoniacal (NH₃⁺) existant sous forme réduite soluble ;

Le nitrate (NO₃⁻) et le nitrite (NO₂⁻) qui sont les formes oxydées sont respectivement stable et instable. Le nitrite est le composé intermédiaire de l'ammoniac en nitrate ;

- L'azote total qui constitue la somme de toutes les formes d'azotes ;
- L'azote Kjeldhal par contre est la teneur de l'azote sous forme organique et ammoniacale

Les réactions réversibles avec l'eau sont fonction également de la température et sont les suivantes :



I.5.2.5 Phosphore total (P_T)

Le phosphore peut exister dans les eaux en solution ou en suspension, à l'état minéral ou organique. Les composés phosphorés qui, sans hydrolyse ou minéralisation, répondent au test spectrophotométriques sont considérés comme étant des ortho phosphatés. L'hydrolyse en milieu acide fait apparaître le phosphore hydrolysable et minéralisation, le phosphore organique. Chaque fraction (phosphore en solution ou en suspension) peut être séparée analytiquement en ortho phosphatés, phosphore hydrolysable et phosphore organique. Suivant les cas, la teneur en phosphates peut être exprimée en mg/l de PO_4 ou de P_2O_5 $1\text{mg/l } PO_4 = 0,747 \text{ mg/l}$; $P_2O_5 = 0,326 \text{ mg/l}$.[8]

I.5.2.6 Nitrates (NO_3^-)

Les nitrates se trouvant naturellement dans les eaux provenant en grande partie de l'action de l'écoulement des eaux sur le sol constituant le bassin versant. Leurs concentrations naturelles ne dépassent pas 3 mg /l dans les eaux superficielles et quelques mg/l dans les eaux souterraines. La nature des zones de drainage joue donc un rôle essentiel dans leur présence et l'activité humaine accélère le processus d'enrichissement des eaux en nitrates. La teneur en nitrates est en augmentation ces dernières années, de l'ordre de 0,5 à 1 mg/l/an, voire 2 mg/l/an dans certaines régions. Cette augmentation a plusieurs origines :

- I Agricole** : agriculture intensive avec utilisation massive d'engrais azoté ainsi que rejets d'effluents d'élevage. Cette source représente les 2/3 de l'apport en nitrates dans le milieu naturel
- II Urbaine** : rejet des eaux épurées des stations d'épuration où l'élimination de l'azote n'est pas total et qui peuvent rejeter des nitrates ou des ions ammonium qui se transformeront en nitrates dans le milieu naturel. Cette source représente les 2/9 des apports ;
- III Industrielle** : rejet des industries minérales, en particulier de fabrication des engrais azotés. Cette source représente 1/9 des apports.[9]

I.5.2.7 Sulfate

La concentration en ion sulfate des eaux naturelles est très variable. Dans les terrains ne contenant pas une proportion importante de sulfates minéraux, elle peut atteindre 30 à 50 mg/L, mais ce chiffre peut être très largement dépassé (jusqu'à 300 mg/L) dans les zones contenant du gypse ou lorsque le temps de contact avec la roche est élevé. La teneur en sulfates des eaux doit être reliée aux éléments alcalins et alcalinoterreux de la minéralisation. Leur présence dans l'eau est généralement due à des rejets en provenance d'ateliers de blanchiment (laine, soie, etc.), d'usines de fabrication de cellulose (pâte à papier, etc.) et d'unités de décoloration. Sont utilisées, par ailleurs, les propriétés réductrices des sulfites dans les eaux de chaudières pour éviter la corrosion liée à la présence d'oxygène dissous ; l'injection dans le circuit se fait habituellement en continu à la concentration de 20 mg. Cependant un excès d'ions sulfites dans les eaux de chaudières peut avoir des effets néfastes car il abaisse le pH et peut alors développer la corrosion. En cas de rejet dans l'environnement, les sulfites se combinent à l'oxygène en donnant des sulfates[8].

I.5.3 Paramètres microbiologiques (Bactériologiques)

Les bactéries sont ubiquitaires dans la nature car il s'agit probablement des premiers êtres vivants apparus sur la terre (archéobactéries). Seules quelques dizaines d'espèces sont adaptées à l'homme : la plupart sont inoffensives ou même utiles, étant commensales et faisant partie des flores cutanées, digestive, buccale, génitale ; certaines sont pathogènes, opportunistes ; une minorité est régulièrement pathogène[8].

Vu leur rôle dans le processus, il nous a paru utile l'étude de quelques bactéries les plus rencontrées :

I.5.3.1 Coliformes

Sous le terme de « coliformes » est regroupé un certain nombre d'espèces bactérie ne s'apparentent en fait à la famille des entérobactéries La définition suivante a été adoptée par l'Organisation Internationale de Standardisation (ISO) :

« Bacille à Gram négatif, non sporogène, oxydase négative, facultativement anaérobie, capable de croître en présence de sels biliaires ou d'autres agents de surface possédant des activités inhibitrices de croissance similaire, et capable de fermenter le lactose (et le mannitol) avec production d'acide et d'aldéhyde en 48 h, à des températures de 35 à 37 C° ». [9]

Les coliformes comprennent les genres :

Escherichia, Citrobacter, Enterobacter, Klebsiella, Yersinia, Serratia.

Le terme de coliformes fécaux ou de coliformes-tolérants correspond à des coliformes qui présentent les mêmes propriétés (caractéristiques de coliformes) après incubation à la température de 44 C

I.5.3.2 Les streptocoques fécaux (SF)

Sont des bactéries a gram positif sphériques à ovoïde formant de chainettes, non sporulées, se cultivant en anaérobiose a 44 c et a ph 9.6 .la recherche de streptocoque fécaux ne doit être considérée que comme un complément à celle des coliformes thermo-tolérant, pour être le signe d'une contamination fécale.

Le genre Streptococcus est vaste et divers, de sorte qu'il est difficile de classer ces bactéries de façon satisfaisante. Les 29 espèces du genre Streptococcus sont subdivisées en 4 groupes principaux :

- ❖ Les streptocoques pyogènes hémolytiques ;
- ❖ Les streptocoques oraux ;
- ❖ Les entérocoques ;
- ❖ Les streptocoques lactiques.

I.5.3.3 Clostridium sulfito-réductrices (CSR)

Les Clostridium sulfito-réducteurs sont souvent considérés comme des témoins de pollution fécale. La forme spore, beaucoup plus résistante que les formes végétatives des coliformes fécaux et des streptocoques fécaux, permettrait ainsi de détecter une pollution fécale ancienne ou intermittente. Sans débattre de l'intérêt réel d'une telle indication concernant la date de pollution, il faut cependant considérer que si les Clostridium sulfito-réducteurs peuvent certes être des germes fécaux, ce sont également des germes telluriques et que, de ce fait, aucune spécificité d'origine fécale ne peut être attribuée à leur mise en évidence. Dans une telle optique d'interprétation, il y a intérêt à ne rechercher que les espèces les plus susceptibles d'être d'origine fécale : c'est le cas en particulier de Clostridium perfringens. (RODIETR, 2005). Selon REJSEK (2002), les spores des bactéries anaérobies sulfitoréductrices et celles de Clostridium perfringens peuvent être intéressantes en tant qu'indicateurs de traitement. Ainsi, elles peuvent montrer l'efficacité d'un traitement de filtration, où elles se comportent comme des kystes de parasites, aussi bien au niveau d'une station de traitement qu'au niveau du sol : signe d'efficacité de la filtration naturelle. De plus, Clostridium perfringens, sous sa forme sporulée, est très résistant à la chloration et va donc se comporter comme les microorganismes plus difficiles à mettre en évidence. Donc la nomenclature sulfitoréducteurs est attribuée à ces germes car ils ont comme point commun de réduire le sulfite de sodium en sulfure selon la réaction suivante :



I.5.4 Equivalent habitant (EH)

Un équivalent habitant correspond à la pollution quotidienne que génère un individu. Chacun est censé utiliser 180 à 300 l d'eau par jour. La quantité de pollution journalière produite par un individu est estimée à 57 g de matières Oxydables (MO), 90 g de matières en suspension (MES), 15 g de matières azotées (MA), et 4 de matières phosphorées (MP). Enfin, la concentration des germes est généralement de l'ordre de 1 à 10 milliards de germes pour 100 ml [13].

I.6 Impacte de la pollution des eaux sur l'environnement

La pollution des eaux est un terme qui signifie un déséquilibre des écosystèmes aquatiques, elle entraîne de nombreux impacts néfastes d'une part sur l'environnement par des altérations des caractéristiques physico-chimiques, qui provoquent la mortalité des êtres vivants. En plus, du

phénomène d'eutrophisation qui cause le développement de phytoplancton et de Macrophytes, et l'hypoxie ou l'anoxie du milieu mortelle pour la faune. D'autre part, cette dégradation des milieux aquatiques provoque des effets désagréables sur les êtres vivants comme les toxicités aiguës et chroniques, qui sont causées par l'introduction de différents produits toxiques dans ces milieux qui circulent dans la chaîne alimentaire. En plus, les perturbations endocriniennes qui agissent sur la reproduction des espèces vivantes et leurs descendances. Enfin, l'eau est le principal vecteur de différents microorganismes tels que les virus, les bactéries, les protozoaires et les helminthes, qui causent de nombreuses maladies (les maladies à transmissions hydriques)[14].

Afin de conserver l'eau il existe certaines stratégies et solutions pour agir contre la pollution de cette richesse. Ce qui est représentés dans la réalisation d'une épuration des eaux avant leur rejet direct aux milieux naturels[14].

I.7 Norme de rejet

La norme est représentée par un chiffre qui fixe une limite supérieure à ne pas dépassée ou une limite inférieure à respecter. Un critère donné est rempli lorsque la norme est respectée pour un paramètre donné Une norme est fixée par une loi, une directive ou un décret de loi.

I.7.1 Normes internationales

Les eaux usées se caractérisent par des paramètres physicochimiques et bactériologiques, qui permettent de déterminer leur éventuelle origine et de connaître l'importance de leur charge polluante. Avant qu'elles ne soient rejetées dans le milieu naturel et ne le dégradent, elles doivent impérativement obéir à des normes établies pour protéger les milieux récepteurs contre la pollution. Les normes Internationales selon l'organisation mondiale de la santé pour les eaux usées sont représentées dans le tableau suivant[15].

Tableau I.1 Normes de rejets internationales

Paramètres	Normes	Unités
T	<30	°C
pH	6,5-8,5	/
DBO ₅	<30	mg/l
DCO	<90	mg/l
MES	<20	mg/l
NH ₄ ⁺	<0,5	mg/l
NO ₂ ⁻	1	mg/l
NO ₃ ⁻	<1	mg/l
P ₂ O ₅	<2	mg/l
Couleur	Incolore	/
Odeur	inodore	/

I.7.2 Norme de rejet en Algérie

Selon les normes Algériennes les valeurs limites maximales de rejet d'effluents sont regroupées dans le tableau I.2.

Tableau I.2: Les valeurs limitent des paramètres de rejet dans un milieu récepteur (Journal Officiel de la République Algérienne, 2006).

Paramètres	Normes	Unités
T ⁰	30	C ⁰
pH	6,9-8,5	/
MES	35	mg/l
DBO ₅	35	mg/l
DCO	80-120	mg/l
Azote total Kjeldahl	30	mg/l
Phosphore total	10	mg/l
Aluminium	3	mg/l
Cyanures	0,1	mg/l
Cadmium	0,2	mg/l
Chrome	0,5	mg/l
Fer	3	mg/l
Manganèse	1	mg/l
Mercuré total	0,01	mg/l
Nickel	0,5	mg/l
Plomb total	0,5	mg/l
Zinc total	3	mg/l
Cuivre total	0,5	mg/l
Huiles et Graisses	20	mg/l
Hydrocarbures	20	mg/l
Phénol	0,3	mg/l

Les rejets en dehors des situations inhabituelles doivent respecter les valeurs (**Tableau I.3**) en

termes de rendement.

Tableau I.3: Normes de rejet en termes de rendement [16]

Paramètre	Charge brute de pollution en kg/j de DBO ₅	Rendement minimum à atteindre
DBO ₅	120 < DBO ₅ ≤ 600	70 %
	> 600	80 %
DCO	Toutes tailles	75 %
MES	Toutes tailles	90 %

En ce qui concerne les valeurs de NTK et P_T aucune valeur n'est imposée en dehors des zones sensibles à l'eutrophisation (tableau 03 et 04) [16]

Tableau I.4: Norme de rejet concernant l'azote et le phosphore

	Paramètre	Capacité de la station	Concentration maximale
Zone sensible à l'azote	NGL	Charge brute** 600 à 6000 kg/j	15 mg/l
	NGL	Charge brute > 6000 kg/j	10 mg/l
Zone sensible au phosphore	P _T	Charge brute 600 à 6000 kg/j	2 mg/l
	P _T	Charge brute > 6000 kg/j	1 mg/l

** Charge brute de pollution organique reçu, en kg/j (exprimé en DBO₅)

Tableau I.5: Normes de rejet en termes de rendement.

	Paramètre	Capacité de la station	Rendement minimum
Zone sensible à l'azote	NGL	Charge brute > 600 kg/j	70 %
Zone sensible au phosphore	P _T	Charge brute > 600 kg/j	80 %

Conclusion :

Ce chapitre a été consacré à la présentation des caractéristiques des eaux usées d'une manière générale, et la description de l'origine de la pollution de ces eaux, on a abordé aussi les normes des rejets des eaux usées Algérienne et de l'OMS. Nous avons dans le chapitre II qui suit, nous décrivons les différents procédés d'épuration.

Chapitre II: Procédés d'épuration des eaux usées

II.1 Introduction :

Les eaux résiduaires regroupent : les eaux usées d'origine urbaines ou domestiques, ainsi que les eaux usées d'origine industrielles et agricoles, ont besoin de subir des traitements divers avant d'être rejetés dans les milieux naturels récepteurs. Ce dernier nécessite une succession d'étapes faisant appel à des traitements physiques, physico-chimiques et biologiques. En dehors des plus gros déchets dans les eaux usées, l'épuration doit permettre, au minimum, d'éliminer la majeure partie de la pollution carbonée.

En effet, ce deuxième chapitre est consacré à l'étude des différentes techniques d'épuration des eaux usées[17].

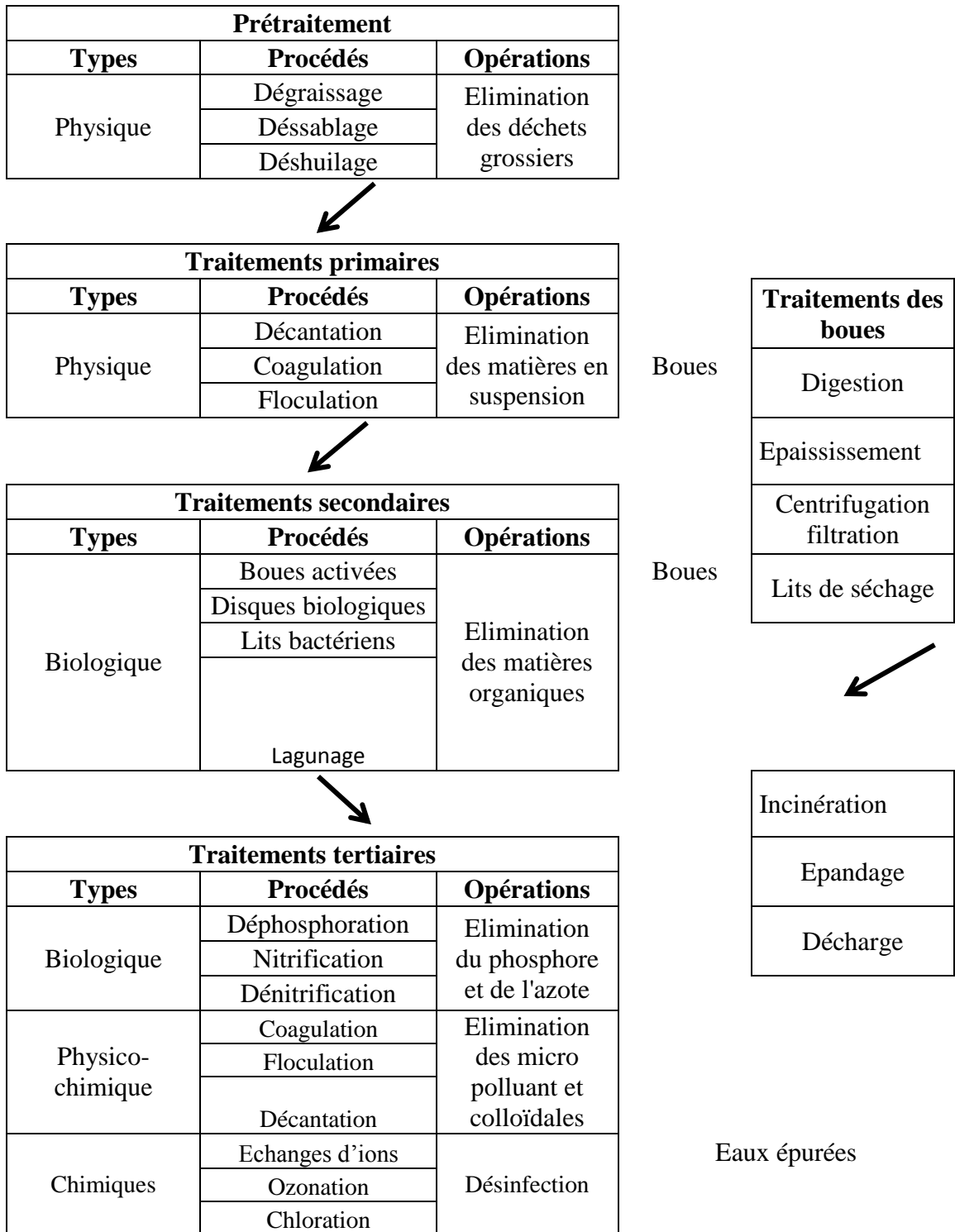


Figure II. 1: Etapes d'une filière de traitement des eaux

II.2 . Prétraitement :

Les collecteurs urbains d'eaux usées véhiculent des matières très hétérogènes et souvent volumineuses, spécialement sur des réseaux unitaires.

Un prétraitement est nécessaire de manière à protéger le relèvement des eaux brutes, les conduites contre les obstructions et les autres appareils de traitement contre l'abrasion, et plus généralement pour éliminer tout ce qui pourrait gêner les traitements ultérieurs.

Les opérations de prétraitement sont les suivantes (une station d'épuration peut comporter une ou plusieurs de ces opérations, suivant son importance et la qualité de l'eau brute) :

- dégrillage ;
- tamisage;
- dessablage ;
- dégraissage ;
- désuilage [17].

II.2.1 Dégrillage :

Le dégrillage consiste à séparer les matières les plus volumineuses charriées par l'eau brute[18].On faisant passer l'effluent d'entrée à travers des barreaux plus ou moins espacés.

Le dégrillage protéger la station contre l'arrivée intempestive des gros objets susceptibles de provoquer des bouchages dans les différentes unités de l'installation. Les éléments retenus sont, ensuite, éliminés avec les ordures ménagères. L'efficacité du dégrillage est en fonction de l'écartement entre les barreaux de la grille ; on distingue:

- Pré dégrillage pour écartement 30 à 100mm;
- Dégrillage moyen pour écartement 10 à 25 mm;
- Dégrillage fin pour écartement 3 à 10 mm;

Il existe plusieurs types de grilles :

- **Les grilles manuelles** sont composées de barreaux droits de section circulaire ou rectangulaire, généralement inclinés sur l'horizontale (60° à 80°). Le nettoyage s'effectue manuellement à l'aide d'un râteau [16].
- **Les grilles automatiques** sont à fonctionnements automatiques par horloge électrique, parfois seule la base d'une élévation de la hauteur d'eau à l'amont. On distingue les grilles à nettoyage par l'amont et celles à nettoyage par l'aval [16].

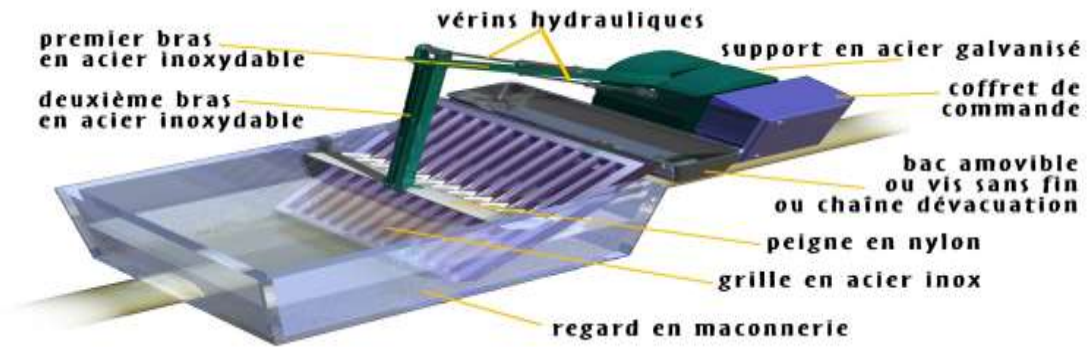


Figure II.2: Schéma d'un dégrilleur [19]

II.2.2 Tamisage

Le tamisage est un dégrillage poussé utilisé dans les stations d'épuration industrielles. Il consiste en une filtration sur toile mettant en œuvre des mailles de différentes dimensions. Il existe un macro-tamisage (mailles $> 0.3\text{mm}$) et un tamisage (mailles $< 100\mu\text{m}$)[20]

II.2.3 Dessablage

Le dessablage a pour but d'enlever l'effluent les sables et les particules minérales plus ou moins fine. Afin de protéger les conduites et pompes contre la corrosion et éviter même le colmatage des canalisations par les dépôts au cours du traitement. [21]

II.2.4 Déshuilage-Dégraissage

Le déshuilage est une opération de séparation liquide-liquide, alors que le dégraissage est une opération de séparation solide-liquide, il s'effectue par flottation. L'injection d'air au fond de l'ouvrage permet la remontée en surface des corps gras. Les graisses sont raclées à la surface, puis stockées avant d'être éliminées (mise en décharge ou incinération).

Ces deux procédés visent à éliminer la présence des corps gras dans les eaux usées, qui peuvent gêner l'efficacité du traitement biologique qui intervient en suite.[21]



Figure II.3: dégraisseurs[19]

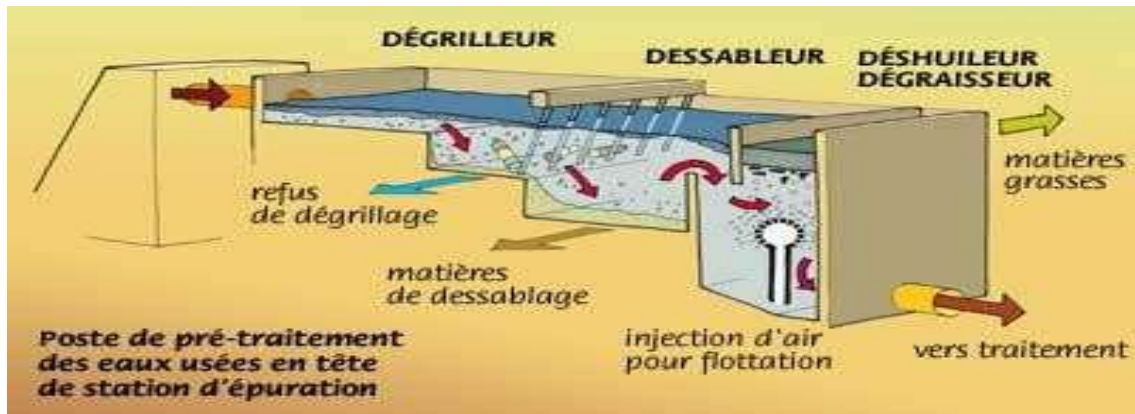


Figure II.4 Schéma de prétraitement [19]

II.3 Traitement primaire :

Il fait appel à des procédés physiques naturels, filtration et décantation plus ou moins aboutie, éventuellement assortie de procédés physico-chimiques, tels que la coagulation-floculation. L'efficacité du traitement dépend du temps de séjour et de la vitesse ascensionnelle (qui s'oppose à la décantation). La décantation primaire permet d'éliminer, pour une vitesse ascensionnelle de 1.2m/h, 40 à 60% de MES, soit 40% de MO, 10 à 30 % de virus, 50 à 90% des helminthes et moins de 50% des kystes de protozoaires et entraîne également avec elle une partie des micropolluants. Les procédés utilisés peuvent être physiques (décantation – flottation) et éventuellement physico-chimiques [22].

II.3.1 Décantation physique :

La décantation est utilisée dans pratiquement toutes les usines d'épuration et de traitement des eaux, c'est un procédé de séparation des matières en suspension et des colloïdes rassemblés en floc dont la densité est supérieure à celle de l'eau ; elle s'effectue selon un processus dynamique, en assurant la séparation des deux phases solide-liquide de façon continue. Les particules décantées s'accumulent au fond du bassin, d'où on les extrait périodiquement. L'eau récoltée en surface est dite clarifiée. Elle est dirigée vers un autre stade d'épuration [22].

II.3.2 Décantation physico-chimique :

Afin de favoriser leur décantation, le décanteur est probablement conditionné avec les réactifs chimiques qui facilitent l'agglomération des particules [23]. Deux techniques sont utilisées [22]:

- **Coagulation** est la déstabilisation de particules colloïdales par l'ajout de réactifs minéraux qui annule les charges électriques des particules en suspension.

Ce procédé est caractérisé par l'injection et la dispersion rapide de produits chimiques : sels minéraux cationiques.[20]

- **Floculation** provoque l'agglomération des particules déchargées par les coagulants. La fraction des floes peut être améliorée par addition de floculant.

Ces particules s'agglutinent pour former un floe qu'on peut facilement éliminer par les procédés de décantation et de filtration[22].

- **Filtration :**

La filtration est un procédé physique destiné à clarifier un liquide, qui contient des matières solides en suspension en faisant passer le mélange liquide-solide à travers un milieu poreux (filtre) qui retient les solides (gâteau de filtration) et fait passer le filtrat [24]

La filtration permet d'obtenir une bonne élimination des bactéries, de la couleur, de la turbidité et, indirectement, de certaines odeurs.[20]

II.4 Traitements biologiques :

Le traitement biologique appelé secondaire a pour objet de poursuivre l'épuration de l'effluent provenant du décanteur primaire. Les procédés les plus couramment utilisés aujourd'hui mettent en œuvre des installations biologiques tant pour l'épuration des eaux usées urbaines que pour certaines eaux résiduaires. Ces traitements reproduisent artificiellement ou non les phénomènes d'autoépuration existant dans la nature. L'autoépuration regroupe l'ensemble des processus par lesquels un milieu aquatique parvient à retrouver sa qualité d'origine après une pollution.

On distingue les procédés biologiques extensifs et intensifs.

II.4.1 Procédés biologiques extensifs :

Ils reposent sur les phénomènes de l'autoépuration naturelle et ils demandent une faible énergie mais exigent, en retour, de grandes superficies et de longs séjours des eaux usées. Du point de vue économique, ils sont moins coûteux. Ce sont le lagunage, l'épandage, etc.

II.4.1.1 Lagunage (culture libre) :

Le lagunage est un système biologique d'épuration où le traitement est assuré par une combinaison de procédés aérobies et anaérobies impliquant un éventail de microorganismes : algues et bactéries.

II.4.1.2 Lagunage naturel :

L'épuration est garanti grâce aux long temps de séjour ans plusieurs bassins étanches disposés en série. Le mécanisme de base sur lequel repose le lagunage naturel est la photosynthèse (voir figure II.5 ; II.6). La tranche d'eau supérieure de bassins est exposée à la lumière ; ceci permet l'existence d'algues qui produisent l'oxygène nécessaire au développement des bactéries aérobies. Ces bactéries sont responsables de la dégradation de la matière organique. Le gaz carboné formé par les bactéries ainsi que les sels minéraux dans les eaux usées permettent aux algues de se multiplier, au fond du bassin où la lumière ne pénètre pas; ce sont des bactéries anaérobies qui dégradent les sédiments issus de la décantation de la matière organique [9].



FigureII 5 : agun naturel



FigureII 6 : lagunage naturel Ghardaïa

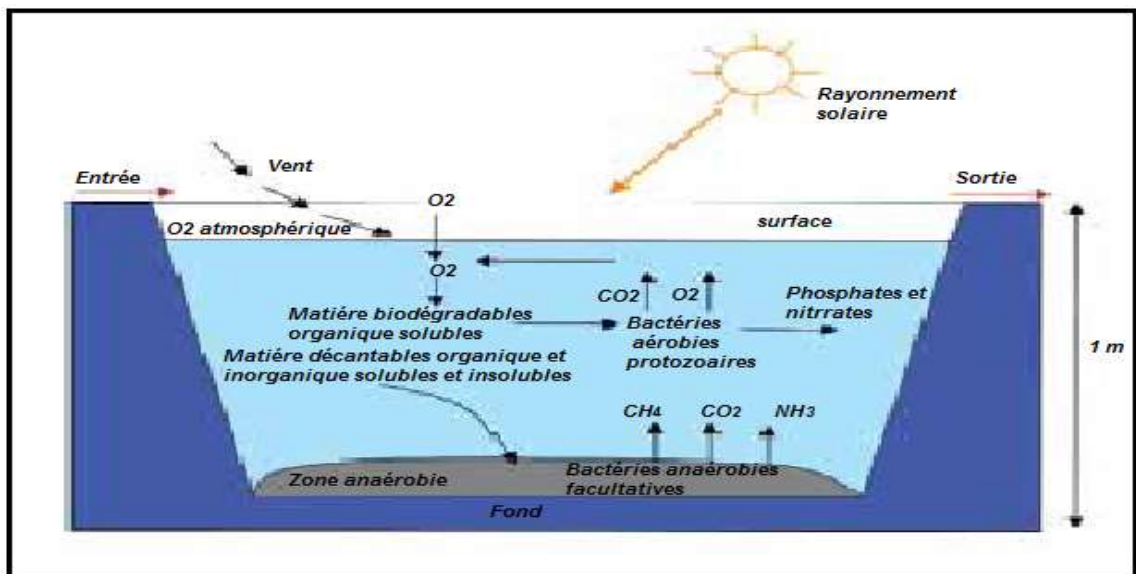


Figure II.7 : Les mécanismes en jeu dans les bassins de lagunage naturel [19].

II.4.1.3 Lagunage aéré :

C'est un ou plusieurs bassins de 2 à 4 mètres de profondeur, dans lesquels l'apport D'oxygène est fourni par un système artificiel (aérateurs de surface, diffuseurs d'air) pour favoriser l'oxydation biologique [9].(voir figure II.8, II.9)

Ce mode d'épuration permet d'éliminer 80 % à 90 % de la DBO, 20 % à 30 % de l'azote et Contribue à une réduction très importante des germes. Il a cependant l'inconvénient d'utiliser des surfaces importantes et de ne pas offrir des rendements constants durant l'année[25].

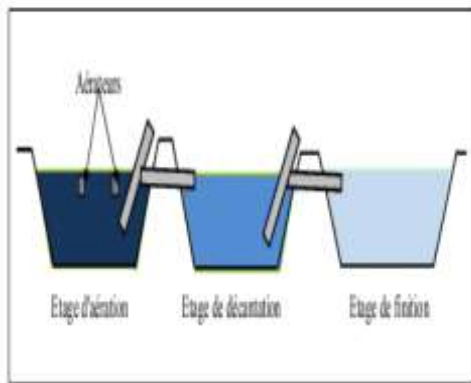


Figure II.8: Principe d'un lagunage aéré [19]

Figure II.9: Photo d'une Lagune aérée [19]

II.4.1.4 Lagunage (culture fixe) :

II.4.1.4.1 Cultures fixes sur support fin :

Les procédés d'épuration à cultures fixées sur support fin se base à faire ruisseler l'eau à Traiter sur plusieurs massifs indépendants. Les deux principaux mécanismes sont :

- **Filtration superficielle :** les matières en suspension (MES) sont arrêtées à la surface du massif filtrant et, avec elles, une partie de la pollution organique (DCO particulaire) ;
- **Oxydation :** le milieu granulaire constitue un réacteur biologique, un support de grande surface spécifique, sur lequel se fixent et se développent les bactéries aérobies responsables de l'oxydation de la pollution dissoute (DCO dissoute, azote organique et ammoniacal). L'aération est assurée par :
 - une convection à partir du déplacement des lames d'eau ;
 - une diffusion de l'oxygène depuis la surface des filtres et les cheminées d'aération, vers l'espace poreux..[26][27]

A partir de ces mécanismes et de principe d'aération on distingue :

Infiltration percolation sur sable :

L'infiltration-percolation d'eaux usées est un procédé d'épuration par filtration biologique aérobie sur un milieu granulaire fin. L'eau est successivement distribuée sur plusieurs unités d'infiltration. Les charges hydrauliques sont de plusieurs centaines de litres par mètre carré de massif filtrant et par jour. L'eau à traiter est uniformément répartie à la surface du filtre qui n'est pas recouvert. La plage de distribution des eaux est maintenue à l'air libre et visible[27].

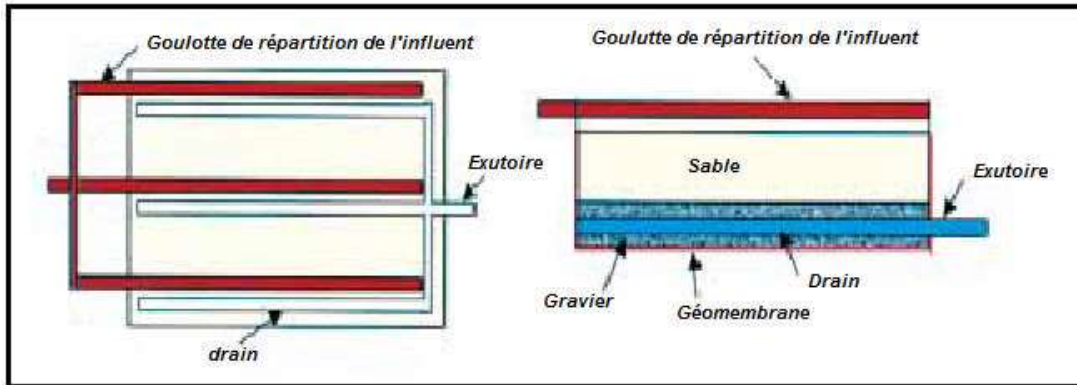


Figure II.10 : Infiltration percolation étanchée et drainée [27]

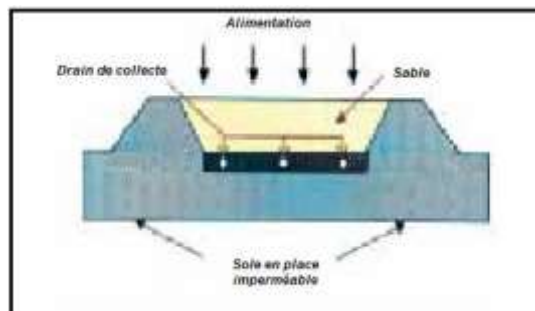


Figure II.11: système drainé sur sol en place

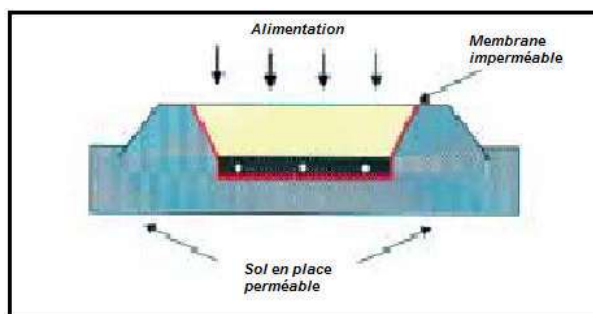


Figure II.12: Système drainé avec un massif drainant étanché par une membrane Imperméable[27]

II.4.1.5 Procédés biologiques intensifs :

Les techniques les plus développées au niveau des stations d'épuration urbaines sont des procédés biologiques intensifs. Le principe de ces procédés est de localiser sur des surfaces réduites et d'intensifier les phénomènes de transformation et de destruction des matières organiques que l'on peut observer dans le milieu naturel [28].

II.4.1.5.1 Disques biologiques (cultures fixées) :

Les disques biologiques ou bio disques sont des disques enfilés parallèlement sur un axe horizontal tournant. Ces disques plongent dans une auge, où circule l'eau à épurer ayant subi une décantation. Pendant une partie de leur rotation ils se chargent de substrat puis ils émergent dans l'air le reste du temps (pour absorber de l'oxygène). Les disques sont recouverts par un bio film sur les deux faces. Ils ont un diamètre de 1 à 3 m, sont espacés de 20 mm et tournent à une vitesse de 1 à 2 tr mn⁻¹. Les boues en excès se détachent du disque et sont récupérées dans un clarificateur secondaire avant rejet dans le milieu naturel

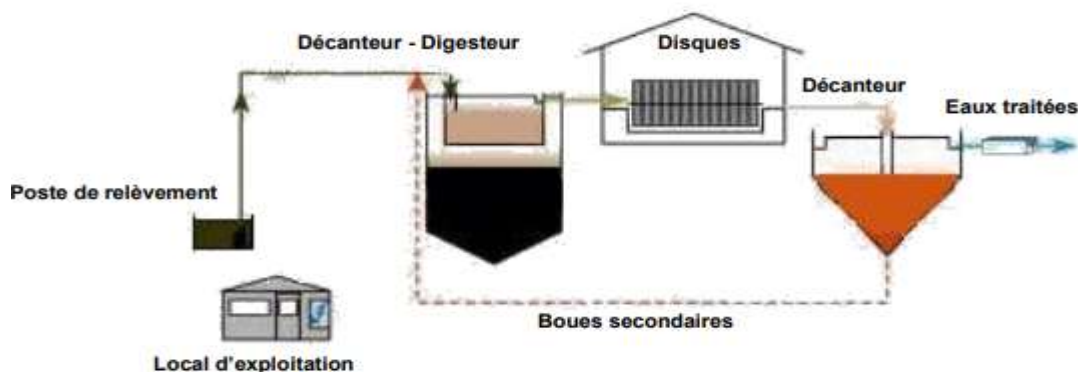


Figure II.13: Schéma de principe d'une filière type de disques biologiques [19]

II.4.1.6 Lits bactériens :

C'est une méthode d'épuration biologique par cultures fixées. Ce système est le plus souvent utilisé pour les eaux très chargées provenant d'industries agroalimentaires, d'apport viticole ou autres...

Il consiste à faire supporter les micro-organismes par des matériaux poreux. L'effluent est distribué par aspersion en surface et l'oxygénation est apportée par ventilation naturelle de bas en haut. L'affluent arrive par la partie supérieure alors que l'effluent est évacué par le fond afin de ne pas perturber la fonction aérobie. De ce fait, ce système présente un inconvénient majeur, en ce sens qu'il nécessite un dispositif de relevage. La biomasse se

développe à la surface du support. Lorsqu'elle devient trop importante, la pellicule bactérienne se détache naturellement ; elle doit alors être séparée de l'effluent par décantation.[20]

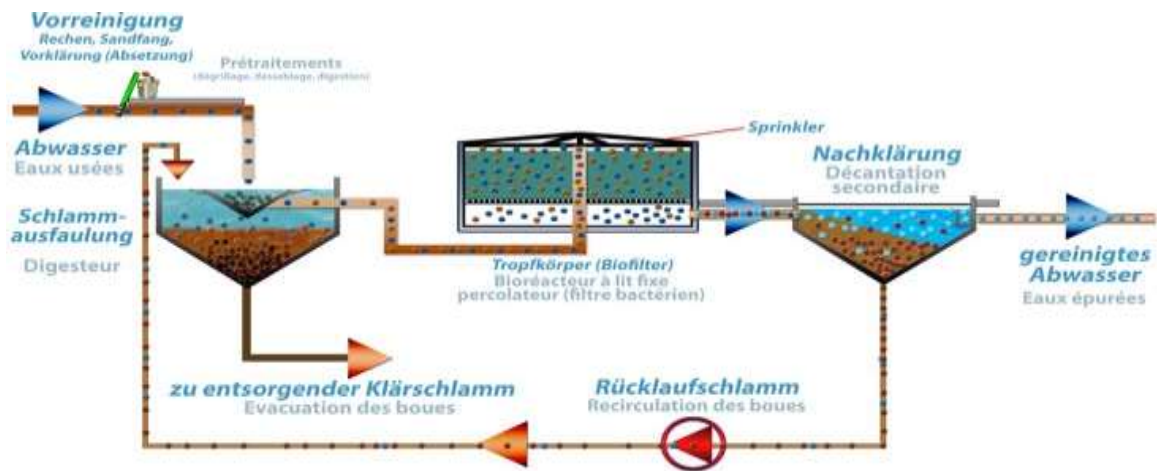


Figure II.14: Lit bactérien [19]

II.4.1.7 Boues activées :

Les cultures libres autrement appelle les boues activées été découvert en 1914 à Manchester. Il constitue le traitement biologique aérobie le plus répandu [29].

Le procédé consiste à provoquer le développement d'une flore bactérienne capable de dégrader des matières organiques polluantes. Dispersée sous forme de flocons (boues activées), dans un bassin brassé et aéré (bassin d'aération) et alimenté en eau à épurer. Dans ce bassin, le brassage a pour but d'éviter les dépôts et d'homogénéiser le mélange des flocons bactériens et de l'eau usée (liqueur mixte) ; l'aération peut se faire à partir de l'oxygène de l'eau, du gaz enrichi en oxygène par (le brassage, l'injection d'air comprimé, voire même d'oxygène pur), a pour but de dissoudre ce gaz dans la liqueur mixte, afin de répondre aux besoins des bactéries épuratrices aérobies.

Selon [30], une épuration biologique (boues activées, puis bassin de clarification) permet d'éliminer 90 % des virus, 60 à 90 % des bactéries, mais par contre a peu d'effet sur les kystes de protozoaires et les œufs d'helminthes.

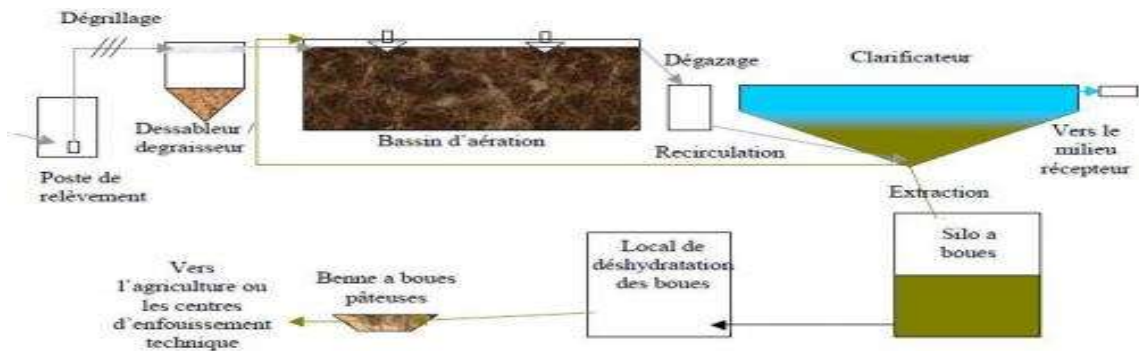


Figure II.15: schéma de principe des boues activées [19]

II.5 Décantation secondaire :

Le clarificateur est un bassin circulaire, équipé d'un pont racleur. La liqueur mixte, venant des bassins biologiques via la deuxième chambre de répartition est séparée en eau épurée et boues biologiques par décantation. Les boues décantées sont siphonnées par une pompe à vide, une partie sera acheminée vers la première chambre du répartiteur assurant la recirculation des boues contenant la culture bactérienne épuratrice. Afin de maintenir la concentration en biomasse nécessaire dans ce bassin, l'autre partie sera transmise au flotteur.

En effet, pour une concentration à l'entrée de 3 à 4 g/l en moyenne, on exige une concentration en sortie inférieure à 30 mg/l; soit un rendement supérieur à 99 % ([31] ;[32]).

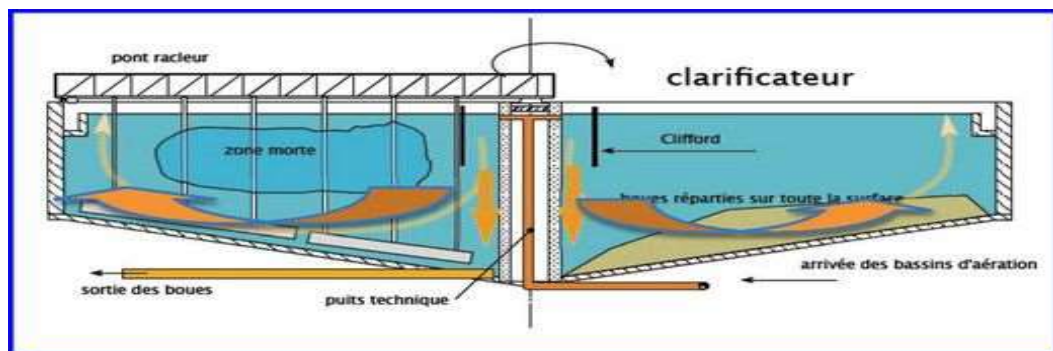


Figure II.16: décanteur secondaire «clarificateur» [19]

II.6 Les traitements tertiaires :

Nommé aussi les traitements complémentaires qui but à l'élimination de la pollution l'azotée et phosphatée ainsi que la pollution biologique des eaux usées domestiques, ayant déjà subi au préalable des traitements primaires et secondaires qui s'avèrent insuffisants pour arriver au bout de ces polluants. Pour cela les traitements tertiaires s'imposent et

deviennent plus que nécessaires, afin de garantir une meilleure protection des milieux naturels récepteurs [20].

II.6.1 Elimination de l'azote :

Les stations d'épuration n'éliminent qu'environ 20 % de l'azote présent dans les eaux usées, par les traitements **de nitrification – dénitrification**. Pour satisfaire aux normes. L'azote subit différentes transformations au cours d'un traitement biologique : passage de la forme nitreuse puis nitrique et de retour à la forme gazeuse. Chacun des composés formés au cours de ces différentes étapes à un poids moléculaire différent.

II.6.2 Elimination du phosphore :

La déphosphoration, peut être réalisée par des voies physico-chimiques ou biologiques. L'élimination du phosphore biologique consiste à provoquer l'accumulation du phosphore dans les cultures bactériennes des boues. Les mécanismes de la déphosphoration biologique sont relativement complexes, et leur rendement variable (en fonction notamment de la pollution carbonée et des nitrates présents dans les eaux usées). Dans les grosses installations d'épuration, ce procédé est souvent couplé à une déphosphoration physico-chimique, pour atteindre les niveaux de rejets requis.

II.6.3 Désinfection :

Dans le cadre d'une réutilisation, les eaux usées nécessitent des traitements supplémentaires, essentiellement pour éliminer les micro-organismes qui pourraient poser des problèmes sanitaires. Ce ne sont pas des traitements d'épuration classiques ; par contre ils sont fréquemment utilisés dans les usines de production d'eau potable. On peut donc supposer qu'ils constituent l'aménagement technique minimum d'une station d'épuration en vue d'une réutilisation.[33]

Il sera réalisé par des traitements de désinfection chimique par:

- a- **Chlore** est un oxydant puissant qui réagit à la fois avec des molécules réduites et organiques, et avec les micro-organismes. Les traitements de purification et de clarification en amont ont une très grande importance pour permettre une bonne efficacité du traitement, et éviter d'avoir à utiliser trop de chlore. D'autant plus que le coût de la décoloration, qui permet de limiter considérablement l'effet toxique de certains produits dérivés formés lors du traitement, est élevé. [21]

- b- **Ozone (O₃)** est un procédé de désinfection utilisé aux États-Unis, en Afrique du Sud et au Moyen-Orient essentiellement. En France, seule la station d'épuration de Saint-Michel-en Grèves (Côtes d'Armor) en est équipée à notre connaissance. Il permet l'élimination des bactéries, des virus et des protozoaires. C'est le seul procédé vraiment efficace contre les virus [34]. Les tests de toxicité effectués sur des poissons, des crustacés et des algues n'ont pas permis de mettre en évidence une quelconque toxicité [35]. On peut également utiliser l'acide préceltique, le dioxyde de chlore et les ferrates.

Il existe aussi des traitements physiques tel que:

c- Rayons ultraviolets : qui consistent à utiliser des lampes à mercure disposées

Parallèlement ou perpendiculairement au flux d'eau. Leur rayonnement s'attaque directement aux microorganismes. Ce traitement est très simple à mettre en œuvre, car il n'y a ni stockage, ni manipulation de substances chimiques et les caractéristiques chimiques de l'effluent ne sont pas modifiées.

d- Filtration : est un procédé physique qui permet de retenir les microorganismes par rétention à l'aide d'un filtre. Qu'elle soit réalisée sur sable ou sur membrane, cette opération garantissant une élimination assez poussée des matières en suspension. L'élimination des virus, des bactéries et des protozoaires est fonction du milieu poreux, de la vitesse de percolation, de l'épaisseur du massif filtrant et du niveau d'oxydation de l'eau filtrée.[20]

II.7 Traitement des boues :

Les boues constituant le résidu principal des stations d'épuration. Le traitement des boues représente 30% de l'investissement dans la construction d'une station d'épuration.

Le traitement des boues a pour objectifs de :

- réduire la fraction organique afin de diminuer leur pouvoir fermentescible et les risques de contamination (stabilisation) ;
- diminuer leur volume total afin de réduire leur coût d'évacuation (déshydratation).

II.7.1 Epaissement :

L'épaississement est la première étape pour réduire le volume des boues tout en augmentant la concentration pour permettre la déshydratation. Clarification permet d'obtenir un surnageant pauvre en matière en suspension, l'épaississeur est alors considéré comme un décanteur, puis sous l'action de la pesanteur, la teneur des boues en matière en suspension progresse[36].

On distingue deux grandes familles de procédés d'épaississement : gravitaire et dynamique.

II.7.1.1 Epaissement statique gravitaire

Il s'effectue par décantation dans une cuve cylindrique à fond conique, sous la seule action de pesanteur. La boue épaissie évacuée par le bas.

L'eau surnageant est récupérée et réacheminée en tête de station. Les boues obtenues sont épaissies avec un facteur de concentration de 2 à 8 fois, correspondant généralement à une siccité maximale de 3 à 3.5%.[37]

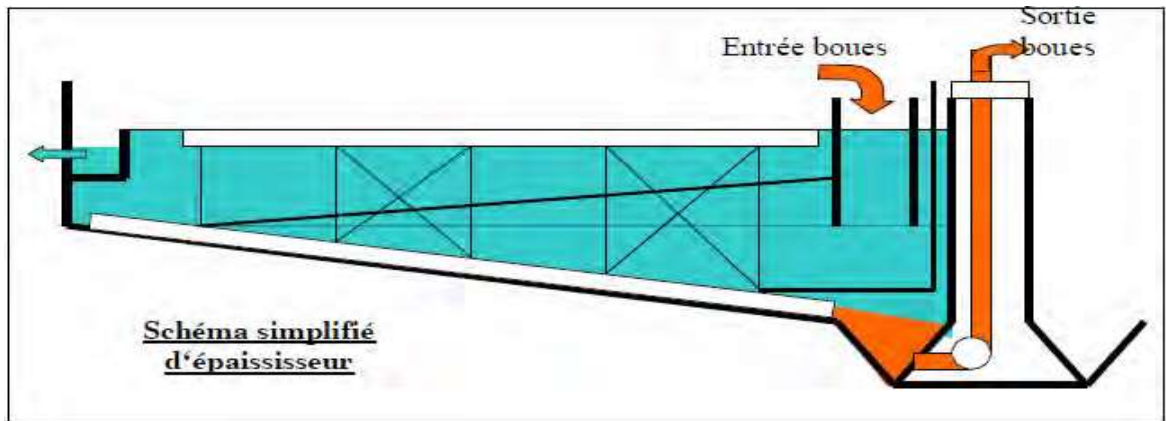


Figure II.17: Schéma simplifié d'un épaisseur [19]

II.7.1.2 Épaississement dynamique :

Les procédés d'épaississement dynamique ou mécanique sont composés de diverses techniques:

- ❖ flottation et centrifugation généralement utilisées pour les installations de moyenne à grosse importance ;
- ❖ égouttage, utilisé pour des petites STEP, souvent avec des boues biologiques d'aération prolongée.

L'égouttage permet une réduction du volume de boues de l'ordre de 6 à 7, soit une siccité de l'ordre de 5-8%. Cette technique utilise environ 5kg de polymère / Tonne Matière Sèche

et une consommation électrique d'environ 30 à 60 kWh/ T Matière Sèche.

II.7.2 Déshydratation :

Les procédés de déshydratation ont pour objectif de faire passer la boue de l'état liquide à une consistance plus ou moins solide, qui devra évidemment répondre aux exigences de la destination finale choisie.[38]



Figure II.18: Déshydratation des boues [19]

Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons présenté les différents procédés que peut comporter une station d'épuration.

Nous avons constaté que l'eau à épurer doit passer par plusieurs étapes successives afin de corriger leurs caractéristiques et ne pas être nuisible à l'environnement et la santé publique.

La première étape est constituée par les prétraitements, la décantation primaire, la deuxième étape est liée à l'épuration biologique et la troisième étape consiste en la désinfection (traitement tertiaire).

Le chapitre **III** est consacré à la description de la station d'épuration de la ville de Blida qui est située au niveau de Beni-Merd.

Chapitre III: Description de la station d'épuration de la ville de Beni Mered

III.1 Introduction

Le site d'implantation de la station d'épuration de Beni Mered est localisé sur le territoire de la commune de Beni Mered dans la wilaya de Blida (voir figure III.1, Figure III.2). Cette station est située à l'Est de la route nationale N° 1 à proximité de l'oued Béni Azza, et il fait partie des ouvrages de protection des cours d'eau contre la pollution, et mise en service depuis 2017. Actuellement, gérée et exploitée par l'office national de l'assainissement (O.N.A), la station d'épuration s'étend sur six (06) hectares. Nous tenons à préciser que cette station reçoit les eaux usées urbaines et industriel.

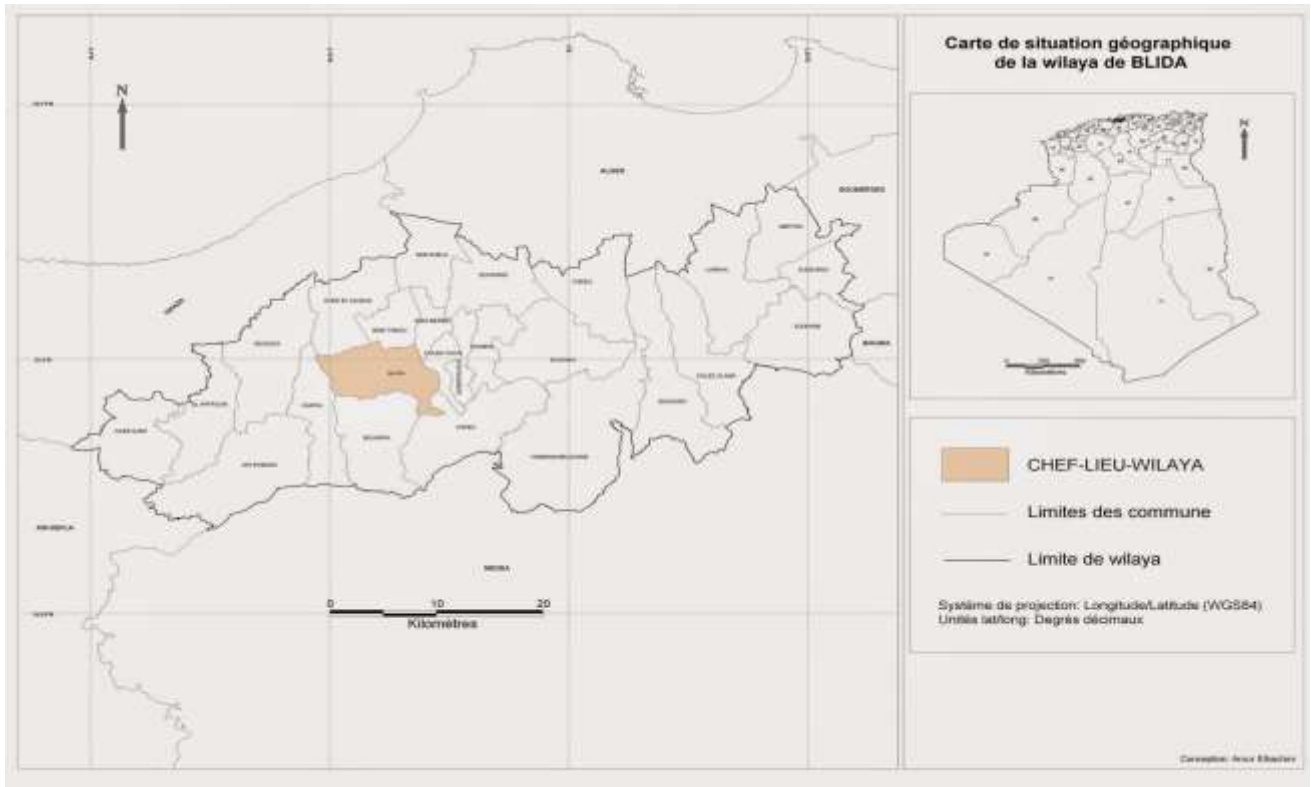


Figure III.1: La situation géographique de la wilaya de BLIDA [19]



Figure III.2: Localisation de la STEPde Beni Mered (Google Maps)

III.2 Données de base

III.2.1 Eaux brutes à traiter

III.2.1.1 Charges hydrauliques

La station d'épuration a été dimensionnée pour une capacité de 383000 équivalents habitants, dont une proportion d'effluents industriels représentant 40 000 équivalents habitants.

Tableau III.1 Charges hydrauliques entrant à la station d'épuration Source : [STEP Beni Mered]

Paramètres	Unité	Valeurs
Pollution domestique	Eq.H	343000
Pollution industrielles	Eq.H	40 000
Capacité de traitement	Eq.H	383 000
Débit moyen journalier	m ³ /j	51560
Débit moyen horaire	m ³ /h	2148
Débit de pointe temps sec	m ³ /h	3310
Débit de pointe temps pluie	m ³ /h	4800

III.2.1.2 Charge polluante

Tableau III.2: Charges polluantes entrant à la station d'épuration Source : [STEP Beni Mered]

Paramètres	Unité	Valeurs
Demande biologique en oxygène (DBO ₅)	kg/j	21065
Demande chimique en oxygène (DCO)	kg/j	52563
Matière en suspension (MES)	kg/j	25278
Azote (NTK)	kg/j	3830
Phosphore (P)	kg/j	766

III.2.2 Qualité du traitement

L'objectif de la station était le traitement du flux par temps sec, le prétraitement été conçu pour traiter le flux estimé par temps de pluie et par temps sec à l'horizon 2030.

Le niveau minimal de traitement exigé est repris dans le tableau suivant :

Tableau III.3: Qualité de traitement par la station Source: [STEP Beni Mered]

Paramètres	Concentration (mg/l) Moyenne 24 temps sec	Rendement minimum en %
DBO ₅	25	80
DCO	125	75
MES	35	90

III.3 Les installations de la STEP :

La STEP de Beni Mered comprend deux filières de traitement la filière eaux et la filière boues. Actuellement, une seule ligne fonctionne.

III.3.1 Description des ouvrages de traitement de la filière eaux :

La station d'épuration de Béni Mered comprend la ligne de traitement des eaux suivante :

III.3.1.1 Les stations de relèvement :

Les stations de relevage permettent de transférer les eaux usées vers la station d'épuration lorsque celle-ci atteint un niveau inférieur aux installations de dépollution, comme dans le cas de la STEP de Beni Mered. L'opération de transfert se fait à l'aide de pompes submersibles au nombre de deux.

❖ Poste de relevage N°18

Il est destiné à recevoir les eaux usées de la station de relevage central et la station de Bouarfa afin de les acheminer vers la station d'épuration de Beni Mered.

❖ Poste de relevage N°22

❖ Il reçoit les eaux usées envoyées par la station de relevage N°22bis et les acheminer vers la station d'épuration.

Au niveau de chaque poste de relevage les effluents sont dégrillés pour permettre la protection des groupes de pompage.

III.3.1.2 Ouvrage de réception :

Les effluents arrivent à la station via trois collecteurs dont deux collecteurs du PRN°18 et un collecteur du PRN°22. Cet ouvrage est équipé d'un déversoir by-pass général de la station, la mesure des débits des effluents by-passés est réalisée à l'aide d'une sonde ultrasons qui mesure la hauteur d'eau sur une lame déversant.

III.3.1.3 Traitement des eaux :

La filière de traitement des eaux s'effectue en trois files, et actuellement une seule file est en service, et comprend donc en totalité et successivement:

III.3.1.3.1 Prétraitement :

Les effluents sont collectés en amont de l'ouvrage de prétraitement, il reçoit un débit de pointe en temps de pluie (4800 m³/h). Cet ouvrage composé de 3 lignes qui assurent les étapes de traitement suivant :

❖ Dégrilleur fin

La STEP de Beni Mered est équipée de quatre dégrilleurs automatique fin, d'une largeur entre deux barreaux de la grille de 10 mm dont un en secours. Les déchets extraits sont recueillis dans une vis convoyeuse puis dans une vis compacteuse à déchets. La vitesse d'approche dans le canal du dégrilleur est de l'ordre de 0,51 m/s.



Figure III.3: Dégrilleur automatique fin Source : [STEP de Beni Mered]

III.3.1.3.2 Dessablage et déshuilage

La station d'épuration est équipée de trois lignes de dessableurs- déshuileurs permettant de recevoir un débit total de 4800 m³/h. cette unité est un ouvrage rectangulaire à flux longitudinal lent, actuellement, deux lignes sont exploitées avec un débit de pointe unitaire de 1600 m³/h.

Les effluents sortant des dégrilleurs fin sont transités vers les ouvrages de dessablages déshuilages qui permettent la décantation des résidus les plus denses transportés par l'effluent (sables et matières lourdes dont la granulométrie est supérieure à 200microns) et la flottaison des déchets plus légers (graisses).

L'élimination du sable évite l'abrasion des équipements, et le dépôt ultérieur de ces particules qui pourrait provoquer des bouchages de canalisations et l'ensablement des ouvrages. L'élimination des graisses favorise le transfert d'oxygène dans les bassins d'aération.

Chapitre III Description de la station d'épuration de la ville de Beni Mered

La flottation des graisses est assurée par l'utilisation d'air sur pressé pour créer un bullage dans le déssableur déshuileur. Les graisses qui flottent en surface sont évacuées par un racleur solidaire du pont. Le sable accumulé au fond déssableur / déshuileur est évacué par un système d'air lift intégré au pont. Des pompes à vide permettent d'aspirer le sable et de le transférer vers le canal de collecte le long du déssableur / déshuileur.



Figure III.4 : déssableur- déshuileur Source : [STEP de Beni Mered]



Figure III.5: déshuileur Source : [STEP de Beni Mered]



Figure III.6: Stockage des graisses



Figure III.7: Classification dessables

Source : [STEP de Beni Mered]

En aval de prétraitements, un dispositif de lames déversant permet de réaliser une équirépartition sur trois files biologiques identiques. Les eaux prétraitées au-delà de 3300 m³/h sont envoyées au réseau de by-pass.

III.4 Traitement biologique :

La chaîne de traitement biologique de la station d'épuration de Beni Mered comprend :

- Décanteurs primaires ;
- Bassins d'aérations ;
- Décanteurs secondaires (clarificateurs);
- Boucle de recyclage des boues.

III.4.1 Traitement primaire :

En amont du traitement biologique, la station d'épuration de Beni Mered est équipée de trois décanteurs primaires ce qui permet de réduire l'importance des ouvrages d'épuration, en particulier l'ouvrage d'aération par l'abattement sur les paramètres MES (55%), DCO (30%) et DBO₅ (30%). Avant le traitement biologique, les effluents transitent dans trois ouvrages de décantation primaire.

Les boues primaires sont raclées vers un puits central, d'où elles sont aspirées pour chaque ouvrage par une pompe équipée d'un secours installée et envoyée vers l'épaississeur en passant par une bêche de mélange des boues mixtes (biologiques et primaires).

Les eaux en surface passent à travers une lame déversant crénelée en périphérie du bassin. Après cette étape, les eaux sont dirigées vers les bassins d'aération.

Tableau III.4: Caractéristique dimensionnelles du décanteur primaire Source : [STEP Beni Mered]

Données	Unité	Valeurs
Nombre d'ouvrage	/	03
Diamètre unitaire	m	33
Volume utile	m ³	2223
Volume total	m ³	6669
Hauteur d'eau en zone périphérique de l'ouvrage	m	2,6



Figure III.8: Décanteur primaire de la STEP de Béni Mered Source : [STEP de Beni Mered]

III.4.1.1 Bassin d'aération :

Le bassin d'aération constitue le cœur du procédé, dans lequel s'effectue l'épuration de l'eau grâce à une population spécifique de bactéries. Cette population bactérienne, appelée biomasse ou boues activées, dégrade et assimile la pollution. Ce mécanisme génère une croissance bactérienne qui permet le renouvellement et le développement continu des bactéries.

Le bassin d'aération a trois objectifs :

- Oxydation des matières carbonées ;
- Oxydation et réduction de matières azotées ;
- Oxydation et réduction du phosphore.

Pour atteindre ces objectifs, trois actions sont nécessaires :

- Aération du bassin ;
- Recirculation des boues ;
- Extraction des boues en excès.

La station d'épuration de Beni Mered est constituée de trois ouvrages de bassin d'aération. L'oxygénation de chaque bassin est assurée par quatre aérateurs de surface d'une puissance nominale unitaire de 55 kw. La valeur d'apport spécifique brute en oxygène maximale est de 1.6 kg d'O₂/kwh.

Les caractéristiques dimensionnelles sont répertoriées dans le tableau III.5 suivant :

Tableau III.5: Caractéristique dimensionnelles du bassin d'aération Source : [STEP Beni Mered]

Données	Unité	Valeurs
Nombre d'ouvrage	U	03
Dimension unitaire	m *m * m	32 x 32 x 4, 65
Volume unitaire	m³	4762
Volume total	m ³	14286
Nombre d'aérateur de surface par bassin	U	04
Puissance absorbé unitaire	Kw	51



Figure III.9: Bassin d'aération de la STEP de Béni Mered Source : [STEP de Beni Mered]

A la sortie du bassin d'aération, les effluents sont déversés en surface par l'intermédiaire d'une lame déversant vers le dégazage.

III.4.1.2 Dégazage :

Le système de dégazage est installé pour faciliter le fonctionnement des clarificateurs, et cet ouvrage est situé entre le bassin d'aération et le clarificateur.

La vitesse de passage est de 28 m/h ce qui permet une bonne séparation des particules gazeuse piégés par les micro-organismes.

III.4.1.3 Clarificateur (décantation secondaire) :

Cette étape de traitement est primordiale pour garantir une qualité de rejet conforme aux normes algériennes et l'OMS.

La liqueur mixte de boues activées ainsi formé dans le bassin d'aération est envoyée vers l'ouvrage de dégazage puis vers la décantation secondaire. Ce dernier est alimenté gravitairement depuis le centre par une conduite d'alimentation, débouchant à l'intérieur de la jupe de répartition. Le but de cette opération est la séparation de l'eau épurée des boues qu'elle contient. La liqueur mixte est introduite au centre, l'eau clarifiée déborde en périphérie et les boues décantées au fond de

Chapitre III Description de la station d'épuration de la ville de Beni Mered

l'ouvrage sont aspirées grâce à un ensemble de tubes verticaux qui balayent toute la surface de l'ouvrage à chaque rotation de celui-ci. Les ouvrages sont également équipés d'un dispositif de raclage de surface. Les flottants ainsi récupérés dans les trémies s'écoulent gravitairement vers le poste à flottants spécifique aux clarificateurs d'où ils seront pompés vers l'épaississement des boues. Les boues aspirées sont envoyées vers un puits à boues. Les puits sont alimentés par une tuyauterie sous radier depuis le fut central des clarificateurs. En sortie des clarificateurs, les épurées sont récupérées par surverse et dirigées vers le poste de désinfection et le comptage de sortie. Les dimensions des décanteurs secondaires sont les suivantes :

Tableau III.6: Caractéristiques des clarificateurs Source : [step Beni Mered]

Données	Unité	Valeurs
Nombre de file	U	3
Diamètre intérieur d'un clarificateur	M	46
Volume d'un clarificateur	m ³	6315
Volume total de clarification	m ³	18945
Hauteur d'eau périphérique	m	3.8



Figure III.10: Clarificateur de la STEP de Béni Mered Source : [STEP de Beni Mered]

➤ Recirculation des boues secondaires

La recirculation des boues collectées dans les clarificateurs a pour but de maintenir la concentration en biomasse épuratrice dans les bassins d'aération.

Le taux de recyclage des boues dans le cas de la station d'épuration de Beni Mered est défini à 200 % du débit de pointe entrant. La recirculation s'effectue directement dans le bassin d'aération.

III.4.1.4 Désinfection des effluents :

La désinfection des eaux épurées consiste à détruire les germes pathogènes de l'effluent.

Chapitre III Description de la station d'épuration de la ville de Beni Mered

La désinfection dans la station de Beni Mered est réalisée par injection d'eau de javel dans un bassin de contact de volume de 2145 m³ avec chicanes permettant un temps de contact de 30 min par rapport au débit maximum.

Les taux de traitement retenus permettent d'atteindre les garanties annoncées, ils sont de :

- 5mg/l de produit actif en moyenne ;
- 10mg/l de produits actifs lors des pointes.

Le réactif à la station d'épuration est stocké dans deux cuves verticales de volume unitaire de 20 m³, soit un volume total de 40 m³, injecté par deux pompes doseuses dont une en secours de débit de 50 à 250 l/h.

L'eau de javel utilisée est un produit commercial classique de densité de 1.22 kg/l avec une concentration en chlore de 13%.

Tableau III.7: Caractéristiques dimensionnelles et fonctionnelles Source : [STEP Beni Mered]

Données	Unité	Valeurs
Nombre d'ouvrage	U	01
Volume	m ³	2145
Débit de pointe maximale	m ³ /h	3310
Temps de contact	mn	39
Taux de chlore actif à injecter (mg Cl actif) en moyenne	mg/l	5
Concentration de l'eau de Javel à 13%	g/l	150
Consommation moyenne journalière hypochlorite de sodium	m ³ /j	3.44



Figure III.11: Bassin de désinfection à chicanes Source : [STEP de Beni Mered]



Figure III.12 : Opération d'injection de l'eau de javel Source : [STEP de Beni Mered]

III.4.1.5 Evacuation de l'eau épurée :

Les eaux épurées, qui sont traitées par la station d'épuration sont rejetées dans l'Oued Béni Azza.



Figure III.13: Evacuation des eaux épurées Source : [STEP de Beni Mered]

III.5 Description des ouvrages de traitement de la filière boues :

III.5.1 Extractions des boues en excès :

Les boues en excès sont extraites des puits à boue dans les clarificateurs des trois files de traitement biologique à l'aide de deux pompes centrifuges dans chaque file, dont une (01) secours automatique. Ces boues sont refoulées vers les ouvrages d'épaississement.

Les boues primaires excès sont extraites de chaque file du centre du décanteur primaire par une pompe volumétrique située dans un local commun aux 03 files au pompage de celles-cinq (01) secours commun automatique est installé. Ces boues sont refoulées vers les ouvrages d'épaississement.

III.5.2 Épaississement gravitaire :

L'épaississement gravitaire permet de concentrer les boues cette technologie offre l'avantage d'une consommation électrique très basse.

Les boues excès sont collectées dans une bêche de mélange permettant le mélange des boues mixtes (boues primaire et flottants). Ces boues ainsi mélangées à l'aide d'un agitateur sont transités gravitairement vers l'épaississeur hersé.

Tableau III.8: Caractéristiques d'épaississeur gravitaire Source: [STEP de Beni Mered]

Données	Unité	Valeurs
Nombre de file	U	01
Diamètre intérieur	M	22
Surface	M ²	380
Volume d'un épaississeur	M ³	1521
Temps de stockage moyen/Pointe	Jour	3.3/ 1.8

Les boues concentrées dans l'épaississeur sont extraites par 03 pompes volumétriques dont une de secours installée. Ces pompes sont équipées d'une vanne et d'un débitmètre électromagnétique sur chaque refoulement vers chaque bassin de stabilisation aérobie.

III.5.3 Stabilisation des boues :

La stabilisation aérobie des boues se fait sur deux ouvrages identiques permettant la réduction de la part organique total. L'aération est assurée par 8 turbines verticales dont le rendement d'oxygénation retenu est de 1,9 kg O₂/KW en condition standards (il n'est pas encore mis en service). Les temps de traitement des boues lors d'une stabilisation aérobie sont 14 jours.

III.5.4 La déshydratation des boues :

La déshydratation des boues en excès est assurée par des filtres à bande. Les boues à traiter après avoir été mélangées avec une solution de polymères sont déversées sur un tapis roulant perméable qui assure l'élimination de l'eau de ces boues au fur et à mesure de leur passage sur le tapis, obtenant à la fin une boue beaucoup plus sèche.

Tableau III.9: Caractéristiques des filtres à bande Source : [STEP de Beni Mered]

Données	Unité	Valeurs
Nombre de filtre	U	04
Largeur de bande	M	2
Masse journalière des boues traitée	Kg*MS/J	21022
Concentration des boues stabilisées	G*MS/l	25
Volume journalier de boues traité	m ³ /j	841



Figure III.14: Filtre à bandes paresseuses Source : [STEP de Beni Mered]

III.5.5 Stockage des boues déshydratées :

Quatre (04) vis de convoyage reprennent les boues déshydratées en sortie de chacun des filtres et alimentent chacune une pompe gaveuse, soit quatre pompes au totale, ceci favorisant un secours total de l'installation.

Ces pompes gaveuses acheminent les boues déshydratées vers différents points de stockage à travers une canalisation commune: soit vers deux (02) bennes de 7 m³ soit vers une aire de stockage bétonnée de 735 m³, permettant un temps de stockage de 7 jours calendaires.



Figure III.15: Zone de stockage des boues déshydratées Source : [STEP de Beni Mered]

Conclusion :

Ce chapitre nous a permis de décrire en détail la station d'épuration de Beni Mered et les conditions de son fonctionnement et divers procédés de traitement des eaux usées, à savoir : le prétraitement, le traitement biologique et le traitement des boues, avec la description des méthodes utilisées par la station.

Le chapitre IV qui suit nous expliquerons comment effectuer les différentes analyses au niveau de laboratoire et leur mode opératoire.

Chapitre IV : Matériels et méthodes

IV.1 Introduction :

Dans toute station d'épuration des eaux usées il est nécessaire d'effectuer des analyses de l'eau brute (l'entrée) et de l'eau traitée (la sortie) afin de déterminer les différents paramètres physicochimiques et bactériologiques permettant d'évaluer le niveau de pollution dans chaque phase de traitement et le rendement d'élimination des pollutions pour donner une bonne appréciation des performances épuratoires de la STEP.

Les analyses sur lesquelles nous parlerons dans cette partie concernent les effluents d'eau usée de la station de Beni Mered. Il s'agit des paramètres suivants : la température, le pH, la DBO₅, la DCO, O₂dissous, les MES, nitrites NO₂⁻, nitrates NO₃⁻, azote ammoniacal NH₄ et le phosphore total P_T.

IV.2 Prélèvement et échantillonnage :

Pour les prélèvements dans la station de Beni Mered nous utilisons deux méthodes:

- Le préleveur automatique (**figure IV.1**) fait un échantillonnage de 24h, chaque heure, Un certain volume d'eau usée est prélevé, à l'entrée de la STEP ainsi qu'à la sortie.
- Le prélèvement manuel qui est effectué par le personnel de laboratoire à la sortie de chaque ouvrage. **Voir figure IV.2**
- **Remarque**
Les détecteurs de gaz toxique sont indispensables lors de la sortie au terrain pour les prélèvements ou bien pour la maintenance.

L'échantillonnage a été effectué du mois de Janvier jusqu'au mois d'Avril 2022, à raison de deux prélèvements par mois. Trois points de prélèvement ont été choisis à savoir :

- Un prélèvement de l'eau brute après l'étape de dégrillage grossier,
- Un prélèvement de l'eau épurée à la sortie du décanteur primaire,
- Un prélèvement au niveau du bassin d'aération afin d'apprécier la qualité des boues,
- Prélèvement au niveau du décanteur secondaire clarificateur,
- Prélèvement au niveau de chicane après l'injection du chlore.



Figure IV.1: Préleveur automatique Source : [STEP de Beni Mered]



Figure IV.2: Prélèvement manuel Source : [STEP de Beni Mered]

IV.3 Protocole Des Analyses physico-chimiques :

IV.3.1 Température :

La température de l'eau joue un rôle majeur sur la vitesse des réactions chimiques et biochimiques et la solubilité des gaz dans l'eau, elle est exprimée en C°.

IV.3.2 pH :

Le ph est une des caractéristiques principales de l'eau. Il donne une indication de l'acidité d'une substance. Il est déterminé à partir de la quantité d'ions d'hydrogène hydronium (H⁺) ou d'ions hydroxyde (OH⁻) contenus dans la substance.

La valeur du pH est à prendre en considération lors de la majorité des opérations d'épuration de l'eau, surtout lorsque celles-ci font appel à une réaction chimique et aussi quand certains procédés nécessitent d'être réalisés avec un pH adéquat.

IV.3.3 Oxygène dissous :

Oxygène dissous est une des caractéristiques importantes de l'eau, qui a une relation contraire avec la pollution des eaux. Il est mesuré en mgO₂/l grâce à un oxymétrie.

IV.3.4 Conductivité :

La conductivité de l'eau reflète sa capacité à conduire le courant électrique. Le transport des charges s'effectue par l'intermédiaire des ions contenus dans l'eau. Unité de conductivité est micro Siemens par centimètre (μS/cm).

- **Principe :**

La méthode est basée sur l'utilisation d'un pH-mètre, oxymétrie et conductimètre pour mesurer respectivement le pH et la température, l'oxygène dissous et la conductivité.

- **Mode opératoire :**

- Vérifier les diverses connexions : secteur, électrodes, etc. ;
- Rincer le vase, le barreau magnétique, l'électrode, avec l'eau distillée ;
- Remplir le bécher avec l'échantillon ;
- Immerger les sondes /électrodes préalablement calibrées dans le bécher dans les secondes qui suivent le prélèvement ;
- Attendre quelques secondes pour que la valeur s'affiche et se stabilise. Enregistrer la valeur ;
- Nettoyer les sondes/électrodes soigneusement avec l'eau distillée et essuyer l'extrémité de l'électrode avec un papier.

Remarque :

La température doit être relevée en même temps que la mesure du pH



Figure IV.3: pH-mètre Source : [STEP de Beni Mered]



Figure IV.4: Conductivimètre Source : [STEP de Beni Mered]

IV.3.5 Matière Insoluble Décantable (M.I.D) :

Un certain volume d'eau est abandonné au repos pendant 30 min. La quantité de matière décantée est déterminée par volumétrie inférieure à 300 ml, Si on obtient une valeur supérieure à 300 donc on à une mauvaise décantation on fait la dilution.

Mode opératoire :

- On verse 1000 ml de l'échantillon dans le cône d'Imhof et on attend environ 30min pour lire les résultats en ml/l grâce à la graduation.



Figure IV.5: Cônes D'Imhoff Source : [STEP de Beni Mered]

IV.3.6 Les Matières En Suspension (MES)

Les MES correspondent à la concentration en élément non dissous d'un échantillon d'eau usée.

Principe

La détermination des MES s'effectue par filtration, le principe de double pesée un volume d'échantillon est filtré sur un filtre de fibre en verre (préalablement pesé à vide) et les résidus sur cette dernière, le rapport de la différence de masse sur le volume d'eau filtré donne la concentration des MES en mg/l.

Appareillage et verrerie:

- Système de filtration sous vide ;
- Filtre en microfibre en verre Wattman ;
- Coupelle en aluminium ;
- Pince ;
- Dessiccateur ;
- Etuve à 105°C ;
- Eprouvette graduée.

Mode opératoire

- Rincer les filtres soigneusement avec l'eau distillée, puis les sécher à l'étuve et les stocker dans le dessiccateur ;
- Peser les filtres à vide et enregistrer la valeur en tant que M_0 ;
- Placer le filtre avec le coté plisser au-dessus dans l'appareil de filtration ;
- Faire passer le volume d'échantillon jusqu'à l'élimination de toute les traces d'eau ;
- Eteindre la pompe à vide et enlever le filtre à l'aide d'une pince et le transférer sur une coupelle de pesé en aluminium ;
- Sécher dans un four à 105 C° pendant minimum 8h puis les laisse refroidir dans le dessiccateur ;
- Peser les filtres et enregistrer la valeur en tant que M_1 .
- Calculer les MES avec la formule suivante :

$$\text{MES (mg/l)} = (M_1 - M_0) \times 1000 / \text{volume de l'échantillon (ml)}$$

Avec :

M_0 = masse initiale du filtre (mg)

M_1 = masse de filtre +résidu sec (mg)



Figure IV.6: méthode de filtration Source : [STEP de Beni Mered]

IV.3.7 La Demande Chimique en Oxygène DCO :

La DCO représente la quantité d'oxygène consommé par les microorganismes pour éliminer la matière organique biodégradable et non biodégradable.

Principe :

La mesure de la DCO est réalisée par analyse spectrophotométrique qui consiste à utiliser un spectrophotomètre et un kit de test spécifique LCK 514



Figure IV.7: kit de mesure de la DCO LCK514 Source : [STEP de Beni Mered]

Mode opératoire :

- Agiter le contenu de kit pour avoir une solution homogène ;
- Pipette soigneusement 2 ml d'échantillon (eaux brutes, eaux épurées) ;
- Fermer la cuve bien nettoyer l'extérieur de la cuve ;
- Mélanger le contenu de kit encore une fois ;
- Chauffer dans le thermostat pendant 2h à 148 °C ;
- Faire sortir la cuve chaude et la mélanger 2 à 3 fois ;
- laisser la cuve refroidir à température ambiante ;
- Bien nettoyer l'extérieur de la cuve ;
- Insérer la cuve dans le compartiment pour cuves de spectrophotomètre et mesurer.

IV.3.8 La Demande Biologique en Oxygène DBO₅ :

La DBO₅ est la quantité d'oxygène consommé par les microorganismes pour éliminer la matière organique biodégradable. La DBO₅ est mesurée au bout de cinq jours à 20°C (température favorable à l'activité des micro-organismes consommateurs d'O₂) et à l'obscurité (afin d'éviter toute photosynthèse parasite) grâce à un DBO mètre.



Figure IV.8: DBO mètre Source : [STEP de Beni Mered]

Principe :

La DBO₅ est mesurée au bout de cinq jours à 20°C (température favorable à l'activité des micro-organismes consommateurs d'oxygène) et à l'obscurité (afin d'éviter toute photosynthèse parasite). Le volume de l'échantillon dépend de la valeur de la DCO d'après la formule suivante :

$$DBO_5 = \frac{1}{2} DCO$$

Il en résulte une plage de mesure DBO allant de 0 à 4000 mg/l

Tableau IV.1: Tableau de choix du volume d'échantillon Source : [STEP de Beni Mered]

Plage de mesure DBO en mg/l	Volume d'échantillon en ml	Dosage de l'inhibiteur de nitrification ATH
0-40	428	10 gouttes
0-80	360	10gouttes
0-200	244	5gouttes
0-400	157	5gouttes
0-800	94	3gouttes
0-2000	56	3gouttes
0-4000	21,7	1goutte

Mode opératoire :

- Bien mélanger l'échantillon d'eaux usées ;
- Mesure avec précision la quantité d'échantillon requise à l'aide d'une fiole jaugée adaptée et un entonnoir verser dans le flacon d'échantillonnage
- Ajouter l'inhibiteur de nitrification dans le flacon d'échantillonnage ;
- Mettre un agitateur magnétique dans le flacon d'échantillonnage ;
- Fermer le flacon à l'aide d'un bouchon en silicone ;
- Ajouter le réacteur KOH dans le bouchon en silicone ;
- Fermer le flacon et placer le dans appareil de mesure DBO₅ oxyton ou DBO mètre.



Figure IV.9: Mesure de la DBO₅ Source : [STEP de Beni Mered]

IV.4 Analyse spectrophotométriques :**IV.4.1 Principe :**

Les analyses spectrophotométriques sont réalisées avec un spectrophotomètre et un kit de test spécifiques. Ces analyses sont très rapide, facile à utiliser et fiable pour mesurer différents paramètres tel que Azote total (NT), phosphore total (PO₄), Nitrate (NO₃-N), Nitrite (NO₂-N), Azote ammoniacal(NH₄).

Un spectrophotomètre est un appareil qui mesure l'absorbance de longueurs d'onde données de la lumière avec une solution spécifique.



Figure IV.10: Spectrophotomètre Source : [STEP de Beni Mered]

IV.4.2 Mesure de l'azote total N_T :

La détermination de l'azote est effectuée par micro méthode par des tests cuve HACH LCK 338 et 238

- **Mode opératoire :**
- Pipetter dans une éprouvette de réaction sèche 0.5 ml d'échantillon, 2 ml de solution A, 1 tablette B ;
- Fermer l'éprouvette de réaction immédiatement, Chauffer l'éprouvette dans le Thermostat pendant 30 minutes à 120 °C ;
- Laisser refroidir à température ambiante ;
- Agiter bien l'éprouvette ;
- Pipetter lentement dans le Test en Cuve: 0.5 ml d'échantillon désagrégé ;
- Pipetter lentement 0.2 ml de solution D ;
- Fermer immédiatement la cuve et mélanger le contenu en la retournant plusieurs fois de suite jusqu'à aucun dépôt ou agrégat ne soit observable ;
- Après 15 minutes, bien nettoyer l'extérieur de la cuve à l'aide d'un papier-mouchoir ;
- Insérer la cuve dans le compartiment pour cuves. DR 1900: Accéder à méthodes LCK/TNT sélectionner le test, appuyer sur mesurer.

IV.4.3 Mesure de phosphore total P_T :

La détermination de phosphore total P_T est effectuée par micro méthode par des tests cuve HACH LCK 350 et 348

Mode opératoire :

- Enlevez délicatement la feuille de protection de bouchon(DosiCapZip) de la cuve ;
- Dévissez le réacteur dans la cuve et fermez la ;
- Prélevez soigneusement 0.5 ml d'échantillon ;
- Revissez immédiatement et serrez le bouchon (DoziCap Zip) sur la cuve; dirigeant le cannelage vers le haut ;
- Mélanger bien le contenu de la cuve ;
- Chauffer dans le thermostat **HT200S (voir figure)** : 15 minutes avec le programme standard HT Thermostat : pour 60 minutes à 100°C (212°F) ou pour 30 minutes à 120°C (248°F) ;
- Laisser refroidir à température ambiante ;
- Vérifiez que le bouchon soit bien serré après refroidissement et mélanger bien le contenu de la cuve ;
- Dévissez le bouchon (DosiCapZip) ;
- Pipetter dans la cuve une fois refroidie: 0.2 ml de réactif B. Fermez immédiatement le réactif B après emploi ;
- Visser le bouchon (DosiCapC) sur la cuve ;
- Agiter plusieurs fois jusqu'à ce que le lyophilisat soit complètement dissous ;
- Après 10 minutes, retourner de nouveau, bien nettoyer l'extérieur de la cuve avec un papier-mouchoir ;
- Insérez la cuve dans le porte cuve de spectrophotomètre et accéder à méthodes LCK/TNT après sélectionnez le test, appuyez sur mesurer.

IV.4.4 Mesure de l'azote ammoniacal (NH₄⁺) :

La détermination d'azote ammoniacal est effectuée par micro méthode par des tests cuve HACH LCK 303 voir annexe

- **Mode opératoire**
- Enlevez délicatement la feuille de protection de (DosiCapZip) de la cuve ;
- Dévissez le bouchon (DosiCap Zip) ;
- Pipetter soigneusement 0.2 ml d'échantillon ;
- Revissez immédiatement et serrez le bouchon (DoziCap Zip) sur la cuve ; dirigeant le cannelure vers le haut ;
- Mélanger bien le contenu de la cuve ;
- Après 15 minutes nettoyer bien l'extérieur de la cuve ;
- Insérez la cuve dans le porte cuve de spectrophotomètre et accéder à méthodes LCK/TNT après sélectionnez le test, appuyez sur mesurer.

IV.4.5 Mesure de nitrates NO₃⁻ :

La détermination de nitrates est effectuée par micro méthode par des tests cuve HACH LCK 339

Mode opératoire

- Pipetter 1ml de d'échantillon ;
- Pipetter 2ml de la solution A ;
- Vérifiez que le bouchon soit bien serré après refroidissement et mélanger bien le contenu de la cuve ;
- Après 15 minutes, nettoyer bien l'extrémité de la cuve avec un papier-mouchoir ;
- Insérez la cuve dans le porte cuve de spectrophotomètre et accéder à méthodes LCK/TNT après sélectionnez le test, appuyez sur mesurer.

IV.4.6 Mesure de nitrites NO_2^- :

La détermination de nitrites est effectuée par micro méthode par des tests cuve HACH LCK 341

Mode opératoire

- Enlevez délicatement la feuille de protection de bouchon (DosiCapZip) de la cuve ;
- Dévissez le réacteur dans la cuve et fermer la ;
- Pipetter soigneusement 2ml d'échantillon ;
- Vissez immédiatement le DosiCap Zip ;
- Mélanger bien jusqu'à ce que le lyophilisat soit complètement dissous ;
- Après 10 minutes nettoyer bien l'extérieur de la cuve avec un papier mouchoir ;
- Insérez la cuve dans le porte cuve de spectrophotomètre et accéder à méthodes LCK/TNT après sélectionnez le test, appuyez sur mesurer.

Conclusion :

Ce chapitre a été consacré à la présentation des méthodes d'analyses physico-chimiques effectuées au sein de laboratoire de la STEP de Beni Mered et qui sont indispensables pour pouvoir juger de la performance de la station d'épuration et d'avoir une idée globale sur le rendement de chaque procédé d'épuration.

Chapitre V : Performance de la STEP de Blida

V.1 Introduction

Dans cette partie nous étudierons la performance de la station d'épuration des eaux usées p à boue activée de la ville de Blida, durant les deux années 2022 et 2021.

V.2 Performances de la station d'épuration de l'année 2022

V.2.1 Température :

La figure suivante représente la variation de la température de l'eau à l'entrée et à la sortie de la STEP.

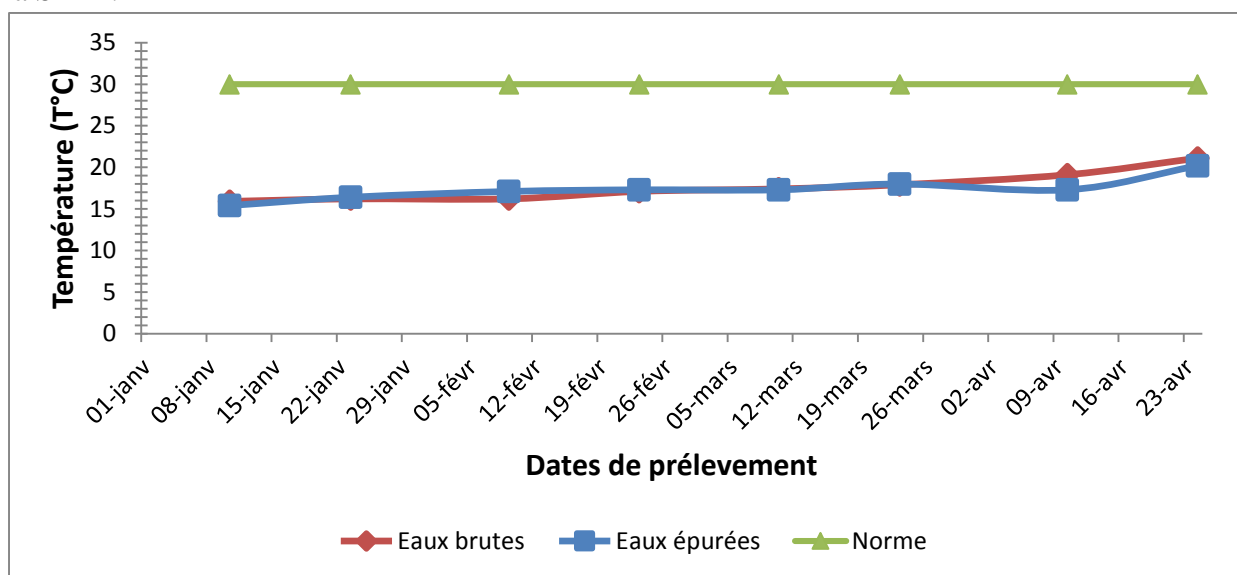


Figure V.1: Variation journalière de la température à l'entrée et à la sortie de la STEP (Période du 10/01/2022 au 24/04/2022).

Les résultats obtenus sont représentés dans la **figure V.1**. Les valeurs de la température pour les eaux brutes varient entre 15,9 °C et 21,1 °C avec une moyenne de 17,6 °C. Les valeurs de la température des eaux épurées varient entre 15,4 °C et 20,2 °C avec une moyenne de 17,3 °C. On remarque une stabilité relative des valeurs de température dans l'eau brute et l'eau épurée.

En comparant les deux graphiques avec la norme, on peut dire que l'on a de bons résultats et que l'on respecte la norme algérienne ainsi que celle de l'Organisation Mondiale de la Santé (30°C), qui conduit au développement des micro-organismes qui favorisent la dégradation de la pollution organique.

V.2.2 Potentiel Hydrogène (pH) :

La figure suivante représente la variation du pH de l'eau brute et de l'eau traitée en fonction de temps.

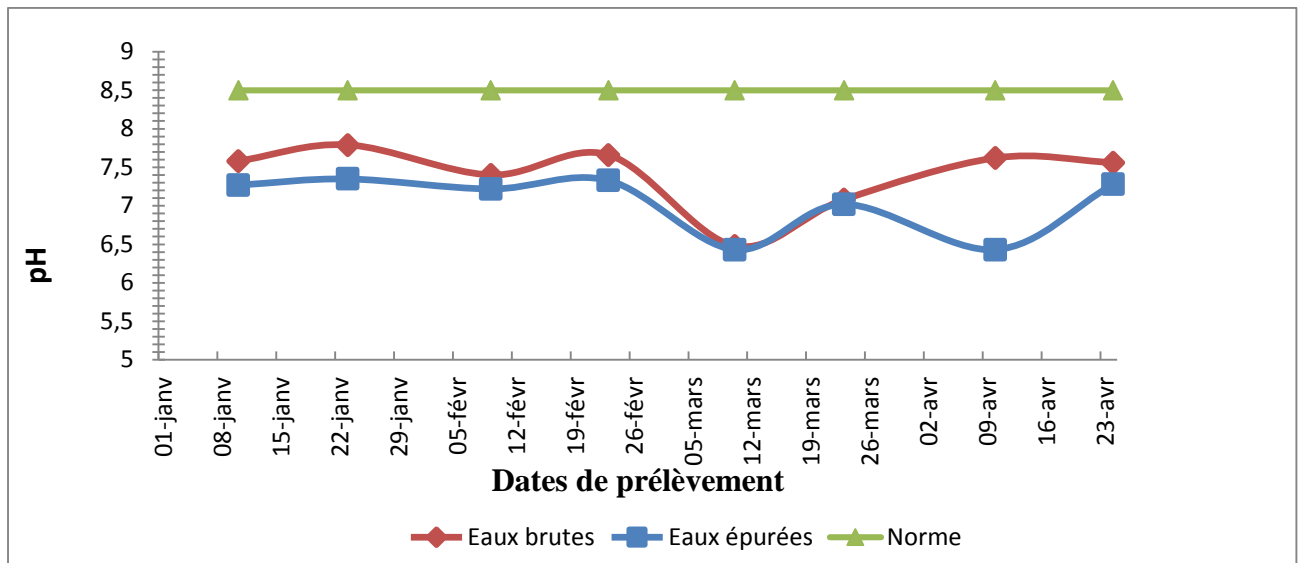


Figure V.2: Variation journalière de pH à l’entrée et à la sortie de la STEP (Période du 10/01/2022 au 24/04/2022).

D’après la figure V.2, les valeurs du pH mesurées durant notre période d’étude varient pour les eaux brutes entre 6.48 et 7.79, avec une valeur moyenne de 7.50.

Pour les eaux épurées, le pH varie entre 6.43 et 7.28, avec une valeur moyenne de 7.50 sur la durée totale de l’étude.

En comparant les deux graphes avec celui de la norme, nous pouvons dire que les normes sont respectées.

un pH alcalin est une des conditions idéales de milieu pour la prolifération des microorganismes qui établis sent un parfait équilibre biologique, permettant la dégradation de la matière organique ce qui conduit à la décontamination de l’eau[39].

V.2.3 Conductivité électrique :

La figure suivante représente la variation de la conductivité de l’eau à l’entrée et à la sortie de la STEP.

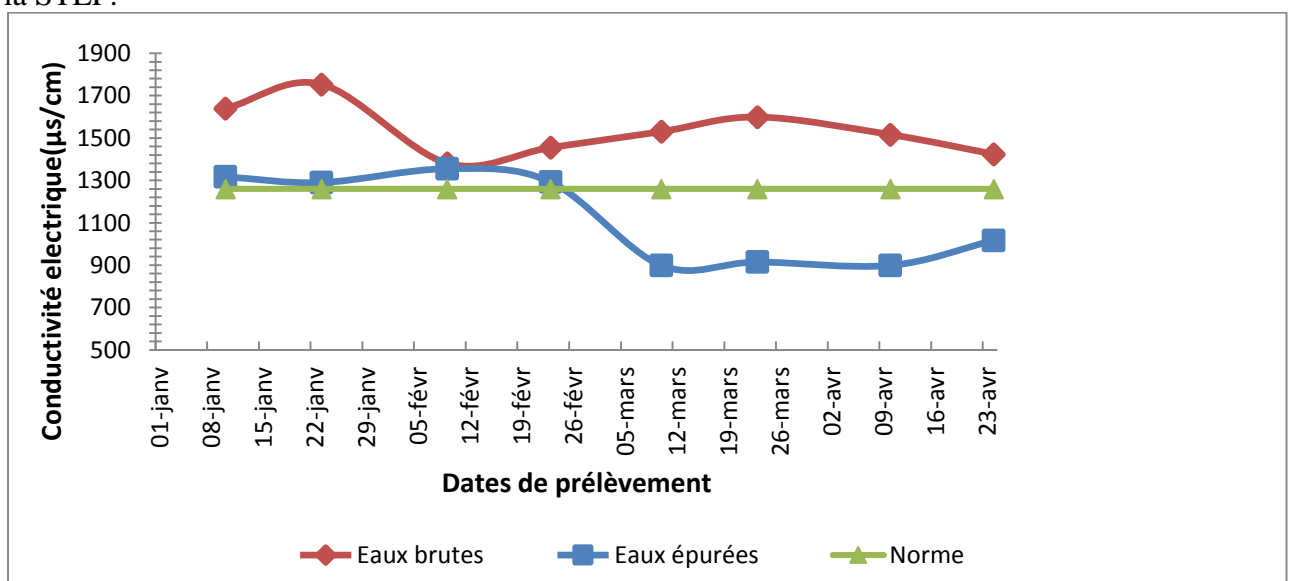


Figure V.3: Variation journalière de la Conductivité électrique à l’entrée et à la sortie de la STEP (Période du 10/01/2022 au 24/04/2022).

Les valeurs de la conductivité électrique des eaux brutes varient entre 1753 et 1424 $\mu\text{S}/\text{cm}$ avec une moyenne de 1537,12 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et pour les eaux épurées les valeurs varient entre 899 et 1355 $\mu\text{S}/\text{cm}$ avec une moyenne de 1123,12 $\mu\text{S}/\text{cm}$. On constate que la conductivité de l'eau brute est très élevée avec un pic de 1753 $\mu\text{S}/\text{cm}$ enregistré le 23 janvier, mais les valeurs restent toujours élevées tout au long de la période de prélèvement, alors que la valeur de CE de l'eau traitée à partir de 10 janvier au 23 février 2022 a dépassé la norme algérienne et de l'OMS. Cette variation pourrait être due au changement de la concentration en sels dissous dans les eaux qui arrivent à la STEP.

V.2.4 Oxygène dissous :

La figure V.4 suivante représente la variation de l' O_2 dissous dans l'eau brute et dans l'eau épurée en fonction de temps.

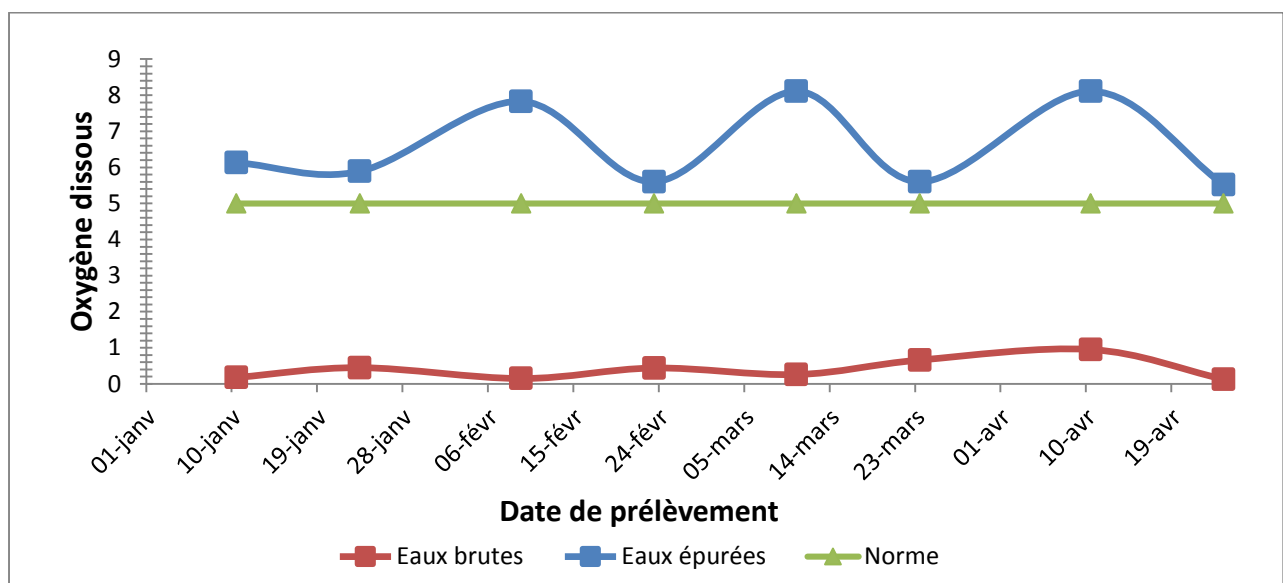


Figure V.4: Variation journalière de l'oxygène dissous à l'entrée et à la sortie de la STEP (Période du 10/01/2022 au 24/04/2022).

Les valeurs de concentration de l'oxygène dissous des eaux brutes varient entre 0,13 et 0,95 mgO_2/l avec une moyenne de 0,54 mgO_2/l confirmant la présence de la pollution dans les eaux usées, et d'autre part les valeurs des eaux épurées comprises entre 5,52 et 8,11 mgO_2/l avec une moyenne de 6,59 mgO_2/l . Nous notons en effet, une augmentation des valeurs moyennes mensuelle des concentrations en oxygène des eaux traitées par rapport aux eaux brutes. Cette augmentation peut être expliquée par la présence de l'aération artificielle au niveau des bassins d'aération, ce qui signifie qu'il y a un bon rendement épuratoire, ou bien une bonne dégradation de la pollution organique.

V.2.5 Matières en suspension :

La figure suivante montre la variation de la concentration des matières en suspension (MES) de l'eau à l'entrée et à la sortie de la STEP.

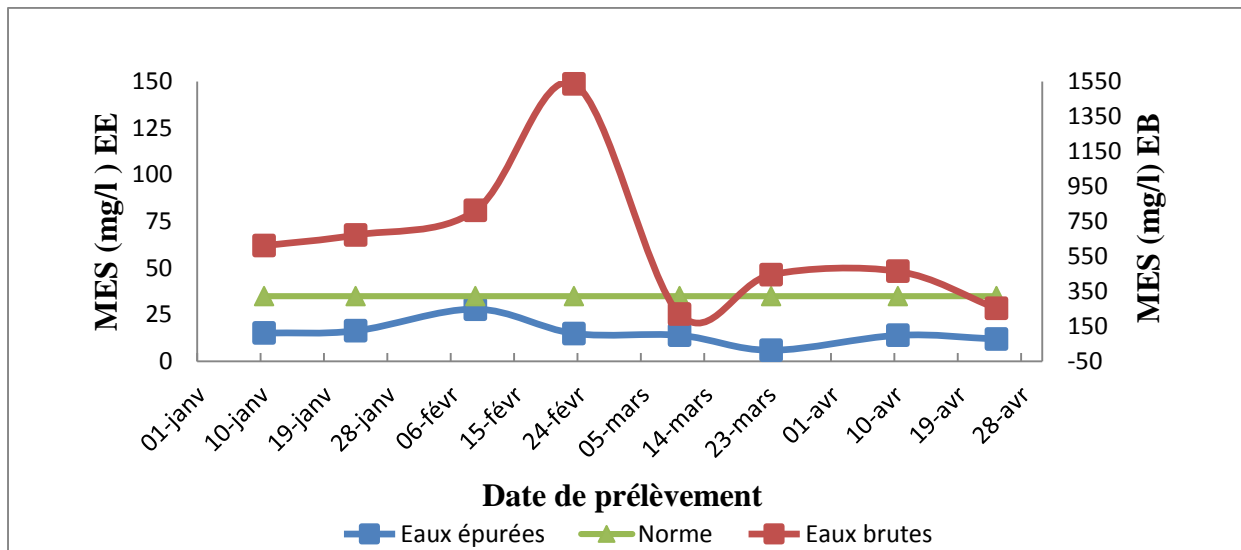


Figure V.5: Variation journalière des MES à l'entrée et à la sortie de la STEP (Période du 10/01/2022 au 24/04/2022).

La concentration des matières en suspension (MES) des eaux brutes dans la **figure V.5** a atteint une valeur maximale de 1536 mg/l et une valeur minimale de 220 mg/l avec une valeur moyenne de l'ordre de 625,53mg/l, à la sortie, nous avons obtenu une valeur moyenne de l'ordre de 20 mg/l. cette valeur est inférieure à la norme algérienne et celle de l'OMS. D'après les résultats, on note que les concentrations dépassent les concentrations classiques dans les eaux usées brutes, tandis qu'après épuration les concentrations dans les eaux usées épurées sont situées dans l'intervalle, donc le traitement a été efficace pour diminuer les concentrations en MES à la sortie avec un rendement de 96,31 %.

V.2.6 Demande Chimique en Oxygène (DCO) :

La figure suivante montre la variation de la Demande Chimique en Oxygène de l'eau à l'entrée et à la sortie de la STEP.

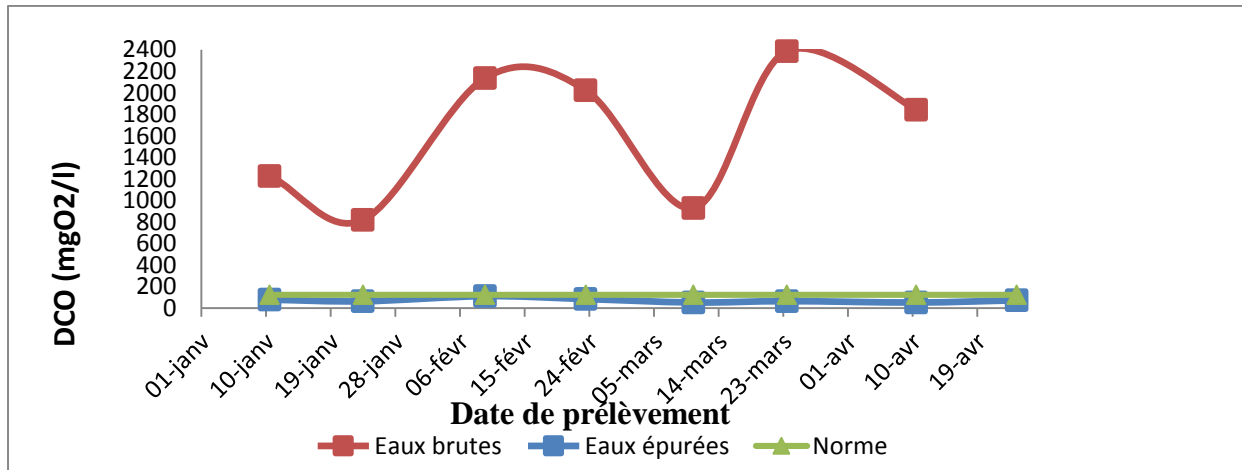


Figure V.6: Variation journalière de la DCO à l’entrée et à la sortie de la STEP (Période du 10/01/2022 au 24/04/2022).

Les résultats obtenus dans la **figure V.6** représentent les concentrations de la DCO enregistrées au niveau des eaux brutes (entrée) de la station. Elles sont comprises entre 820 et 2138 mg/l, et pour les eaux épurées (sortie), elles varient entre 54 et 111 mg/l, avec une moyenne de 73,44 mg/l. Cette valeur est conforme à la norme algérienne de rejet (<120 mg/l), donc une grande concentration a été éliminée par ce procédé car il y’a une dégradation importante de la charge polluante avec un bon rendement et une bonne efficacité d’élimination de 89.98 %.

V.2.7 Demande Biologique en Oxygène (DBO₅):

La **Figure V.7** suivante montre la variation de la Demande Biologique en Oxygène (DBO₅) de l’eau à l’entrée et à la sortie de la STEP.

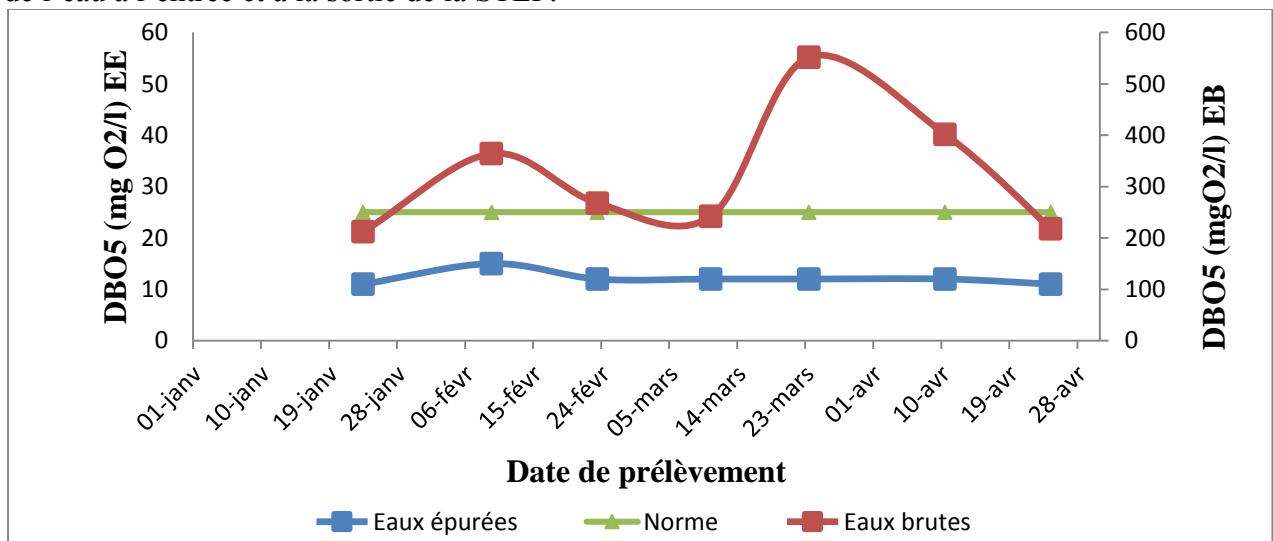


Figure V.7: Variation journalière de la DBO₅ à l’entrée et à la sortie de la STEP (Période du 10/01/2022 au 24/04/2022).

Les concentrations de la DBO_5 des eaux brutes dans la figure varient entre 212 et 552 mgO_2/l avec une moyenne de 338 mgO_2/l , et pour les eaux épurées, elles varient entre 11 et 15 mgO_2/l avec une moyenne de 12,5 mgO_2/l .

On note que les valeurs de concentration en DBO_5 sont inférieures à la norme algérienne, ce rejet répond aux normes de rejet des eaux domestiques (35 mgO_2/l), qui signifie qu'il y a une bonne aération au niveau du bassin biologique dans lequel la matière organique biodégradable est éliminée avec un rendement de 95,47%.

V.2.8 Azote totale (N_T) :

Les résultats de l'azote total obtenu pour les eaux brutes et les eaux épurées sont illustrés par la **Figure .V.8**.

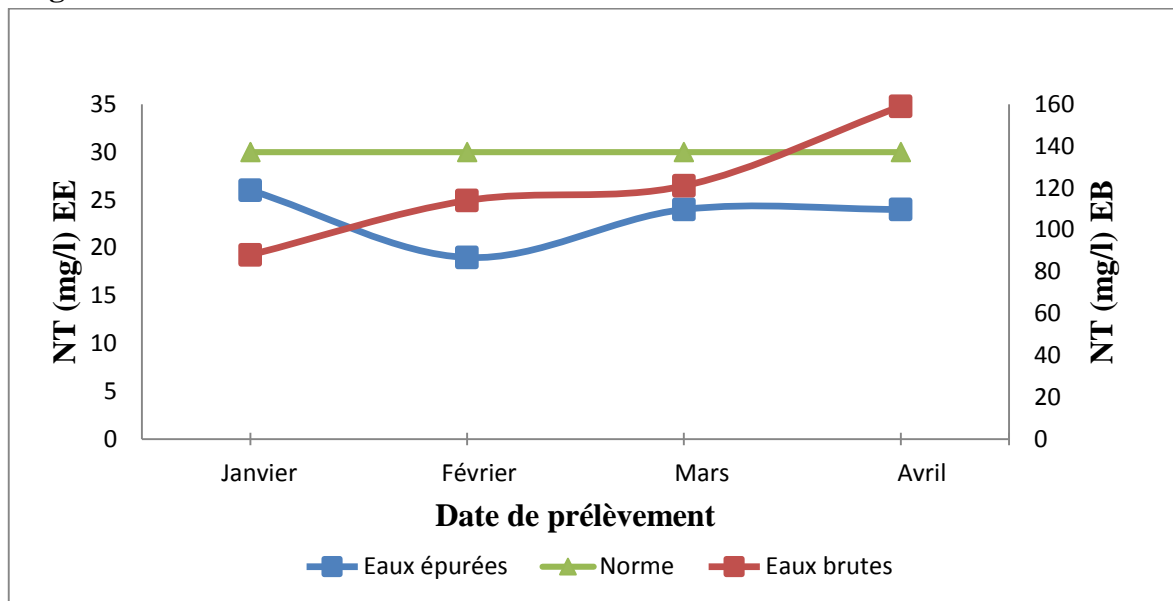


Figure V.8: Variation mensuelle de l'Azote totale à l'entrée et à la sortie de la STEP (Période du 10/01/2022 au 24/04/2022).

On remarque que les valeurs des concentrations en azote pour les eaux brutes sont comprises entre 88 et 159 mg/l avec une moyenne de 120,5 mg/l , pour les eaux épurées la concentration d'azote varie entre 19 et 26 mg/l avec une moyenne de 23,25 mg/l d'où ces valeurs conformes à la norme algérienne et à celle de l'OMS (30 mg/l).

V.2.9 Phosphore totale (P_T):

La **Figure V.9** suivante montre la variation de la concentration en phosphore à l'entrée et à la sortie de la STEP.

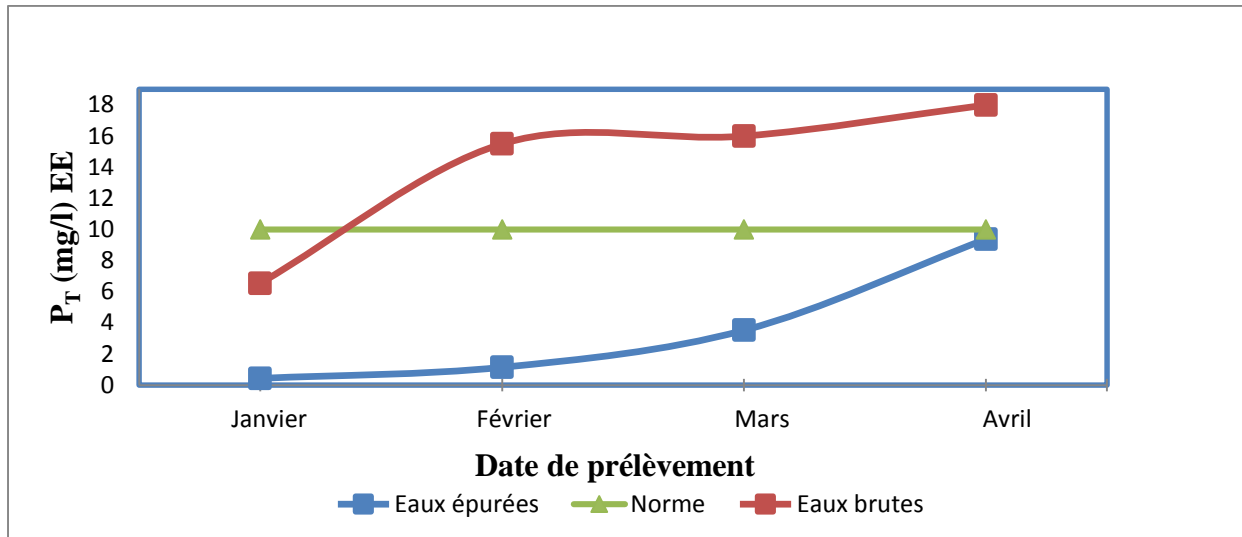


Figure V.9: Variation mensuelle de Phosphore totale à l'entrée et à la sortie de la STEP (Période du 10/01/2022 au 24/04/2022).

La représentation graphique de l'évolution de la concentration en phosphore total révèle des valeurs comprises entre 6,54 et 18 mg/l avec une moyenne de 14,01 mg/l pour l'effluents brutes, la concentration des eaux épurées sont comprises entre 0,44 et 9,39 mg/l avec une moyenne de 3,62 mg/l ces valeurs sont conformes à la norme algérienne et celle de l'OMS (10 mg/l).

V.2.10 Nitrites NO₂⁻ :

La figure V.10 suivante montre la variation des Nitrites à l'entrée et à la sortie de la STEP.

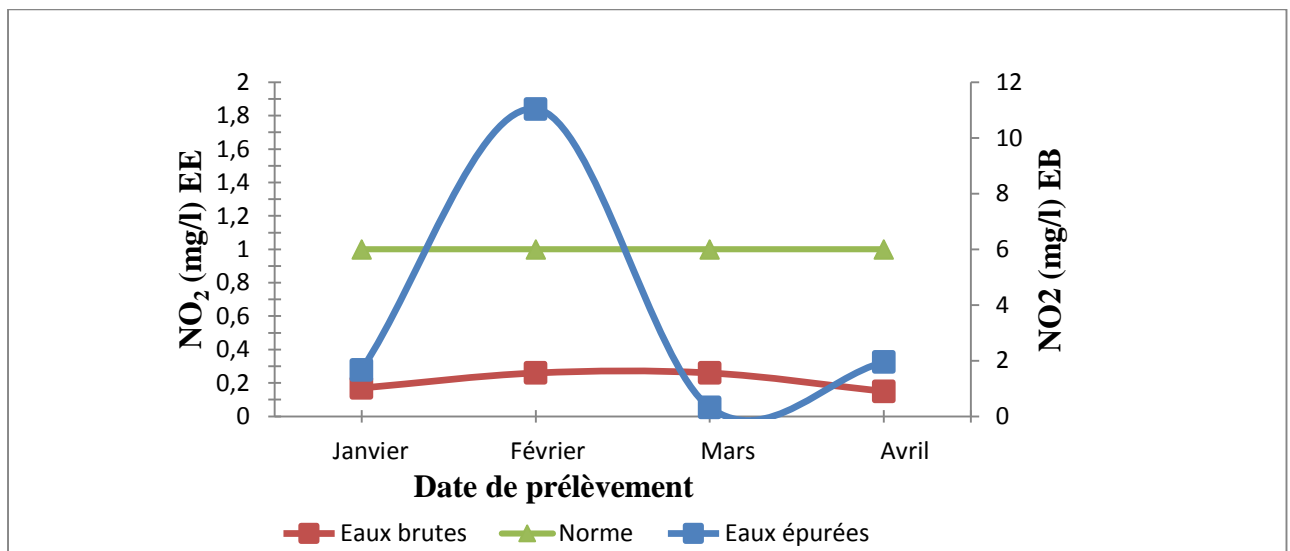


Figure V.10: Variation mensuelle de nitrites à l'entrée et à la sortie de la STEP (Période du 10/01/2022 au 24/04/2022).

La variation des nitrites varie entre 0,15 et 0,26 mg/l avec une moyenne de 0,21 mg/l pour les eaux brutes, et entre 0,32 et 11,04 mg/l avec une moyenne de 3,74 mg/l pour les eaux épurées.

On remarque que les valeurs d'effluents brutes inférieure à la norme, pour les effluents traités on remarque un pic de 11,04 mg/l au mois de février qui pourrait être dû à l'élimination biologique de l'azote incomplète en raison de l'absence d'un bassin anoxie dans la STEP.

V.2.11 Nitrate NO_3^- :

La figure V.11 suivante montre la variation des nitrates à l'entrée et à la sortie de la STEP.

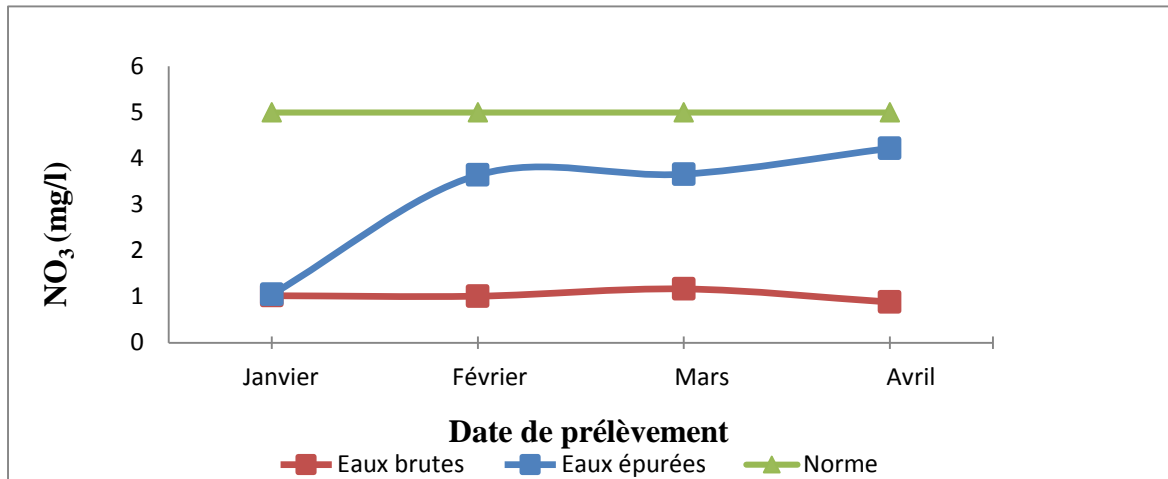


Figure V.11: Variation mensuelle des Nitrates à l'entrée et à la sortie de la STEP (Période du 10/01/2022 au 24/04/2022).

La concentration en nitrate des eaux brutes varie entre 1,17 et 0,88 mg/l avec une moyenne de 1,02 mg/l, alors que la concentration des eaux épurées a été élevée par rapport aux eaux brutes mais inférieure à la norme avec une valeur maximale de 4,22 mg/l et une valeur minimale de 1,02 mg/l et une moyenne de 3,4 mg/l. L'augmentation de la concentration en nitrate dans les eaux épurées est due au manque d'un bassin anoxie qui est responsable du processus de dénitrification.

V.2.12 Azote ammoniacal NH_4^+ :

La figure V.12 suivante montre la variation de la Azote ammoniacal (NH_4^+) à l'entrée et à la sortie de la STEP.

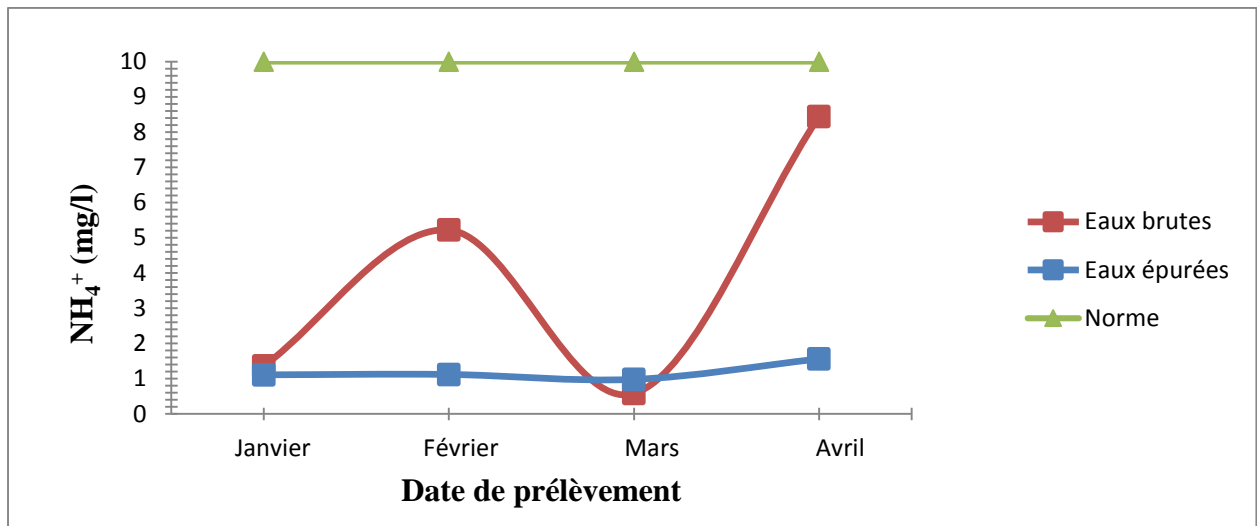


Figure V.12: Variation mensuelle de l'Azote ammoniacal à l'entrée et à la sortie de la STEP (Période du 10/01/2022 au 24/04/2022).

Les résultats des concentrations de (NH_4^+) obtenus pour les eaux brutes varient entre 8,44 et 0,58 mg/l avec une moyenne de 3,9 mg/l et celle des eaux épurées varient entre 1,56 et 0,98 mg/l avec une moyenne de 1,19 mg/l ces résultats conformes à la norme algérienne et celle de l'OMS.

V.3 Performances de la station d'épuration de l'année 2021

V.3.1 Température :

La figure V.13 suivante représente la variation la température à l'entrée et à la sortie de la STEP.

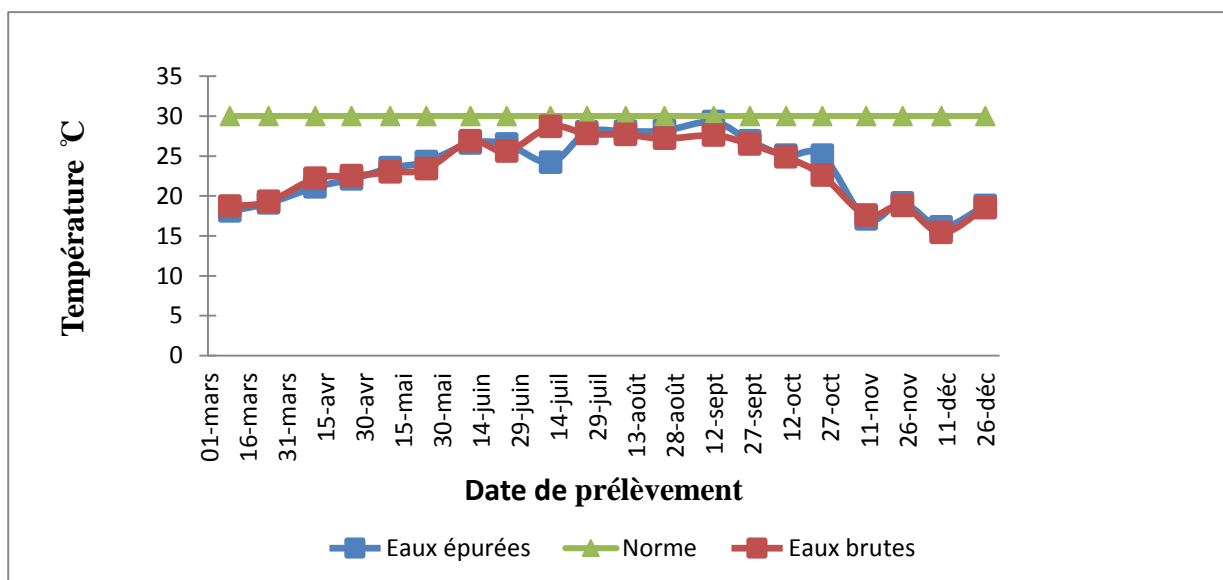


Figure V.13: Variation journalière de la température à l'entrée et à la sortie de la STEP (période du 07/10/2021 au 24/12/2021)

En fonction des résultats obtenus (Figure V.13), les différentes valeurs de température varient entre 15,4 °C et 28,7 °C avec une moyenne de 23,24 °C pour les effluents brutes. Les valeurs de température des eaux épurées sont comprises entre 16,1 °C et 29,3 °C avec une moyenne de 23,36 °C. On remarque une convergence des valeurs de température pour les effluents de l'entrée et sortie de la STEP ou on peut dire que l'on respecte la norme algérienne et celle de l'Organisation Mondiale de la Santé (30 °C), qui conduit le développement de la population bactérienne et favorisent la décontamination des eaux.

V.3.2 Potentiel Hydrogène (pH) :

La figure V.14 suivante représente la variation pH à l'entrée et à la sortie de la STEP.

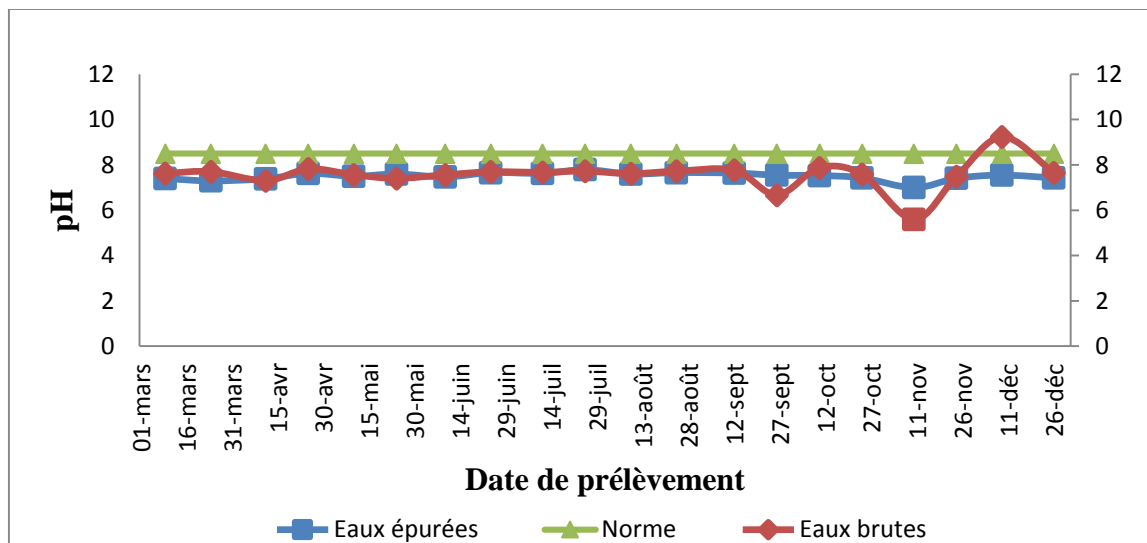


Figure V.14: Variation journalière de pH à l'entrée et à la sortie de la STEP (Période du 07/10/2021 au 24/12/2021)

Les valeurs de pH des eaux brutes sont comprises entre 9,23 et 5,59 avec une moyenne de 7,56. Les valeurs de pH pour les eaux traitées varient entre 7 et 7,79 avec une moyenne de 7,50. Le pH des effluents brutes et traités est alcalin ce qui favorise la prolifération des bactéries responsables de l'épuration des eaux.

V.3.3 Oxygène dissous (O₂) :

La figure suivante représente la variation de l'oxygène dissous O₂ de l'eau à l'entrée et à la sortie de la STEP.

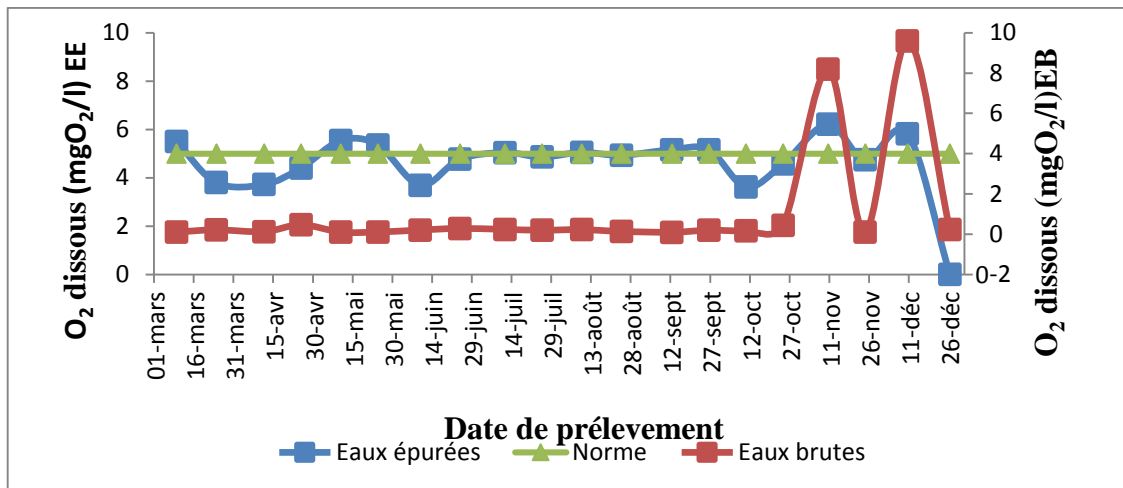


Figure V.15: Variation journalière de l’oxygène dissous à l’entrée et à la sortie de la STEP (Période du 07/10/2021 au 26/12/2021)

Les valeurs de la concentration en oxygène dissous à l’entrée varient entre 0,09mgO₂/l et 9,6 mgO₂/l avec une moyenne de 1,06 mgO₂/l et les valeurs de concentration en oxygène dissous à la sortie sont comprises entre 3,62 mgO₂/l et 6,22 mgO₂/l avec une moyenne de 4,81 mgO₂/l. d’après la figure 15, dans les eaux brutes, il y a une charge polluante importantes pendant la période de prélèvement au cours de laquelle une diminution significative des valeurs d’oxygène a été observés, deux pics ont été observés les 10 Novembre , 10 Décembre en raison du temps pluvieux. Après le traitement, les valeurs de l’oxygène dans les eaux épurées se situent autour de la norme requise. Nous pouvons conclure qu’il existe une bonne efficacité de traitement au niveau des bassins biologique en raison de l’augmentation des valeurs de l’oxygène dissous dans les eaux épurées.

V.3.4 Conductivité :

La figure V.16 suivante représente la variation de la conductivité à l’entrée et à la sortie de la STEP

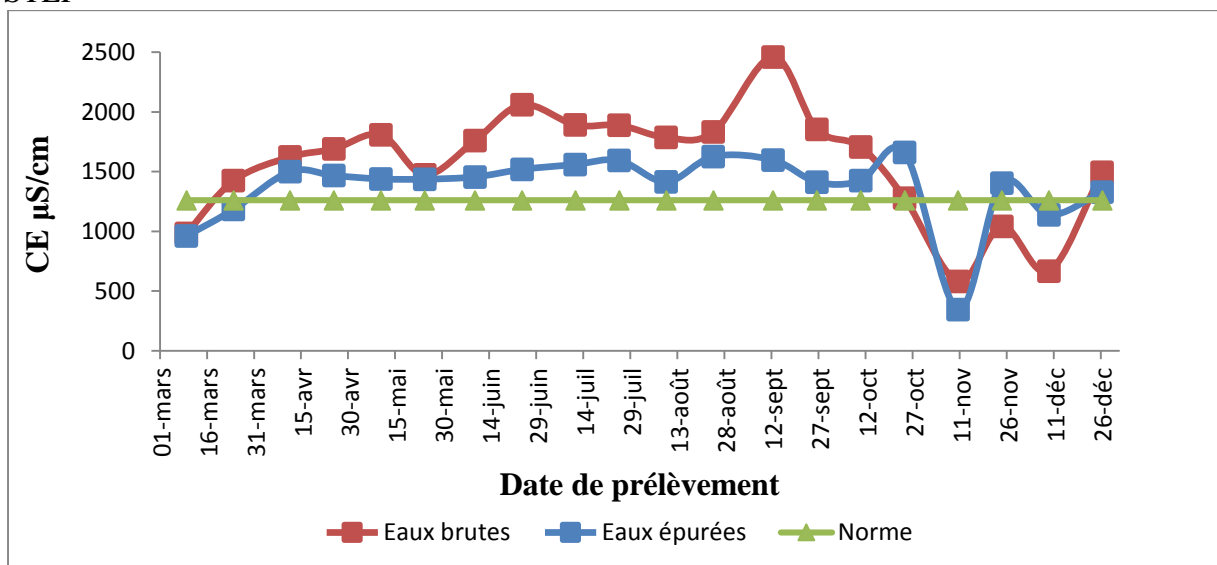


Figure V.16: Variation journalière de conductivité à l’entrée et à la sortie de la STEP (Période du 07/10/2021 au 24/12/2021)

Les valeurs de la conductivité électrique des eaux brutes varient entre 666 et 2460 $\mu\text{S}/\text{cm}$ avec une moyenne de 1564,3 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et pour les eaux épurées les valeurs varient entre 344 et 1659 $\mu\text{S}/\text{cm}$ avec une moyenne de 1372,65 $\mu\text{S}/\text{cm}$. (figure V.16)

Cette variation est due au changement de la concentration en sels dissous dans les eaux qui arrivent à la STEP.

V.3.5 Matières en suspension (MES) :

La figure V.17 suivante représente la variation des MES à l'entrée et à la sortie de la STEP.

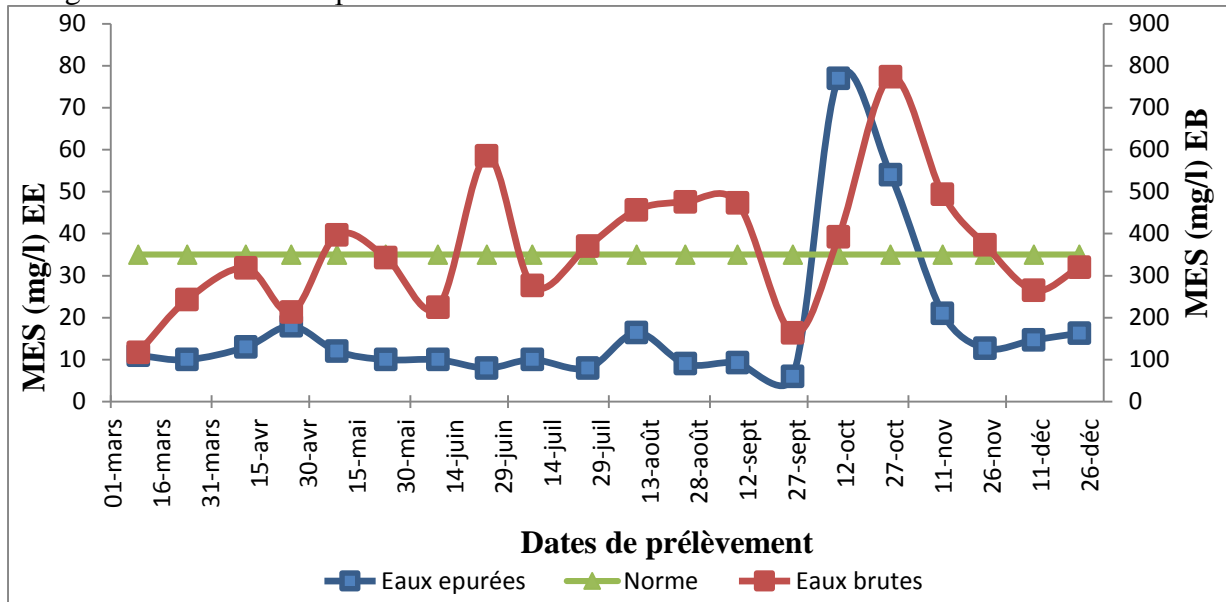


Figure V.17: Variation journalière de MES à l'entrée et à la sortie de la STEP (Période du 07/03/2021 au 24/12/2021)

Les valeurs de la concentration en MES à l'entrée de la station, varient entre 773,3 et 117,1 mg/l avec une moyenne de 363,63mg/l. Pour les eaux épurées, la concentration en MES varient entre 6 mg/l et 77 mg/l, avec une moyenne de 17,32 mg/l. selon la figure 16, On observe que les valeurs de concentration en MES des effluents brutes sont généralement supérieure à la norme avec des pics pendant la période de prélèvement enregistré en octobre qui ont atteint une valeur de 773.3 mg/l pour les eaux brutes et 77 mg/l pour les eaux épurées, certainement dues aux rejets accidentels provenant de certaines usines telle que les huileries d'olives ont l'épuration de la biomasse a été affecté par la nature des effluents reçus ce qui explique le pic de concentration en MES des effluents épurées. Hormis les cas accidentels, les valeurs de concentration en MES sont conformement la norme algérienne et celle de l'OMS.

V.3.6 Demande Chimique en Oxygène (DCO):

La figure V.18 suivante montre la variation de la concentration de la demande chimique en oxygène (DCO) à l'entré et la sortie de la STEP.

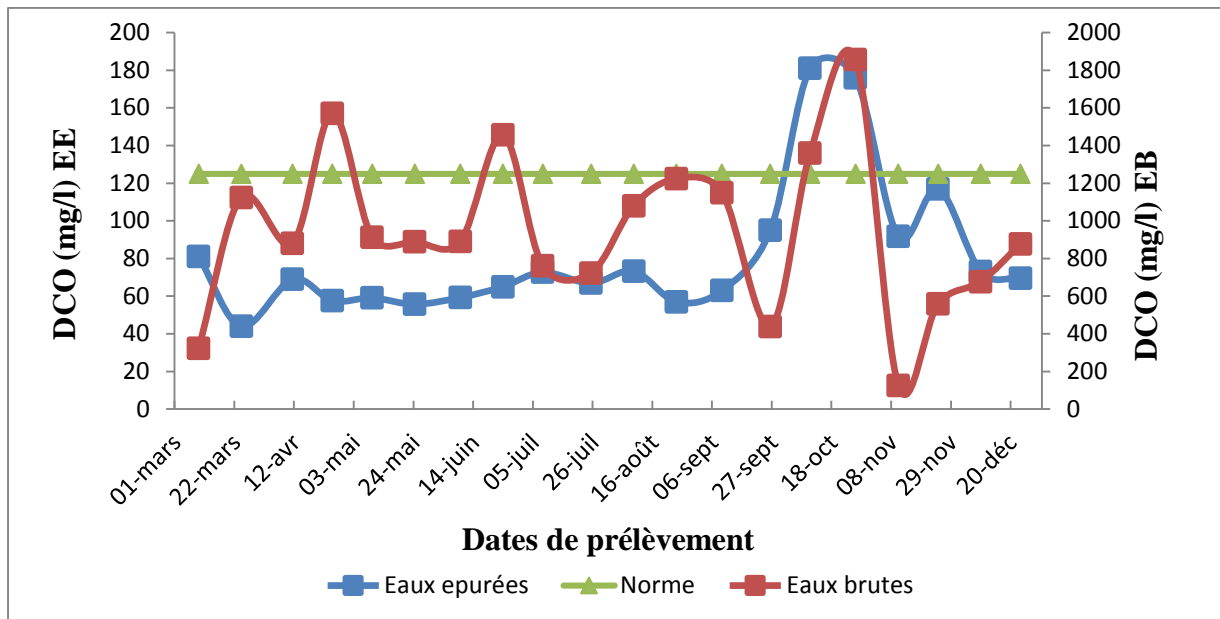


Figure V.18: Variation journalière de la DCO à l'entrée et à la sortie de la STEP (Période du 07/03/2021 au 24/12/2021)

Les résultats obtenus elles représentent les concentrations de la DCO enregistrées au niveau des eaux brutes (entrée) sont comprises entre le 125 et 1856 mg/l avec une moyenne de 943,75 mg/l. Pour les eaux épurées (sortie) les concentrations de la DCO varient entre 44 et 181 mg/l avec une moyenne de 81,34 mg/l. on constate une forte augmentation des concentrations en DCO dans les eaux brutes provenant des rejets industriels des usines d'huile d'olive, et après le traitement, les concentrations de DCO chutent en dessous de la normes requise, ce qui indique que la DCO est biodégradable, à l'exception de la période d'octobre où la valeur de concentration a été enregistrée au-dessus de la norme du fait de la présence de molécules organiques difficiles à dégrader (huiles minérales). De façon générale, les valeurs de concentration obtenues après le traitement sont conforme à la norme de rejet algérienne (<120 mg/l).

V.3.7 La demande biologique en oxygène (DBO₅) :

La figure V.19 suivante représente la variation de DBO₅ à l'entrée et à la sortie de la STEP.

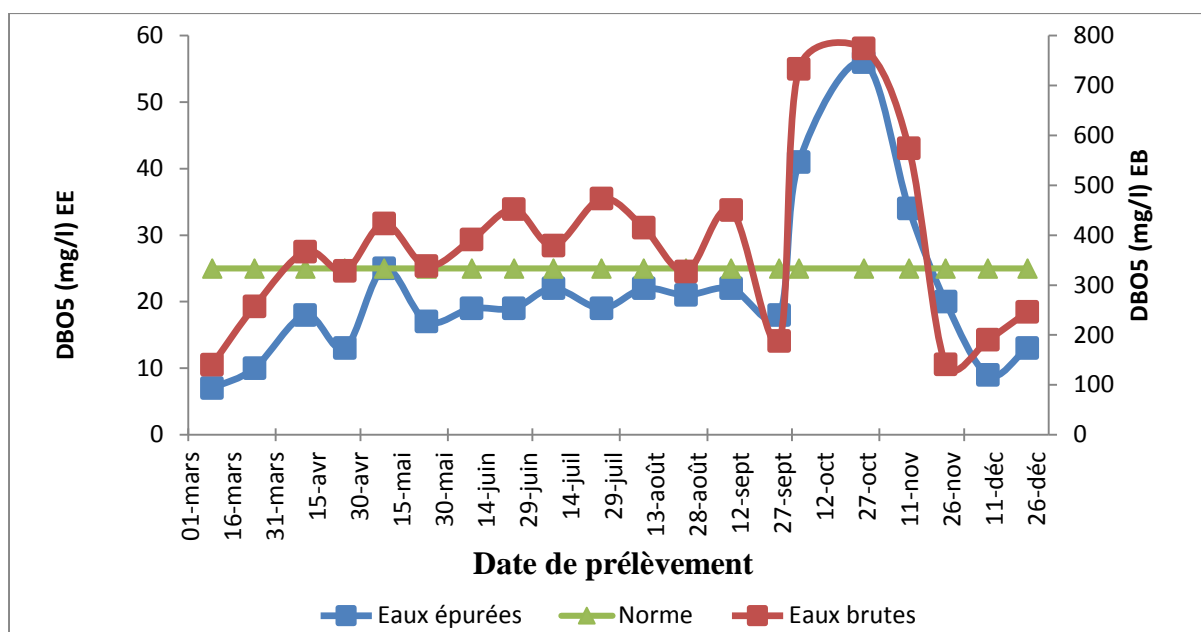


Figure V.19: Variation journalière de DBO₅ à l'entrée et à la sortie de la STEP (Période du 07/03/2021 au 24/12/2021)

Les concentrations de la DBO₅ à l'entrée varient entre 140 mgO₂/l et 774 mgO₂/l avec une moyenne de 379.3 mgO₂/l, et les concentrations de la DBO₅ à la sortie se situent entre 7mgO₂/l et 56mgO₂/l avec une moyenne de 21.25 mg/l (**Figure V.19**).

Les variations de DBO₅ enregistrées s'expliquent par la nature des eaux résiduaires de la STEP (urbaine ou industrielle). Cependant, les teneurs en matières organique exprimées par la DBO₅ des eaux épurées enregistrent des chutes importantes pour atteindre une valeur moyenne de 21,25 mg/l. Ces diminutions représentent des taux d'abattements satisfaisants 94,39%.

Les concentrations en DBO₅ enregistrée en octobre et novembre pour les eaux brute et épurée sont élevées par rapport aux eaux usées domestiques (> 500 mg/l), ce qui signifie que la station reçoit les rejets industriels provenant des huileries d'olives et des concentrations de détergents élevés qui cause l'inhibition de la biomasse est perturbée l'élimination de la pollution dans l'eau.

V.3.8 Phosphore totale P_T :

La figure V.20 suivante représente la variation de phosphore totale P_T à l'entrée et à la sortie de la STEP.

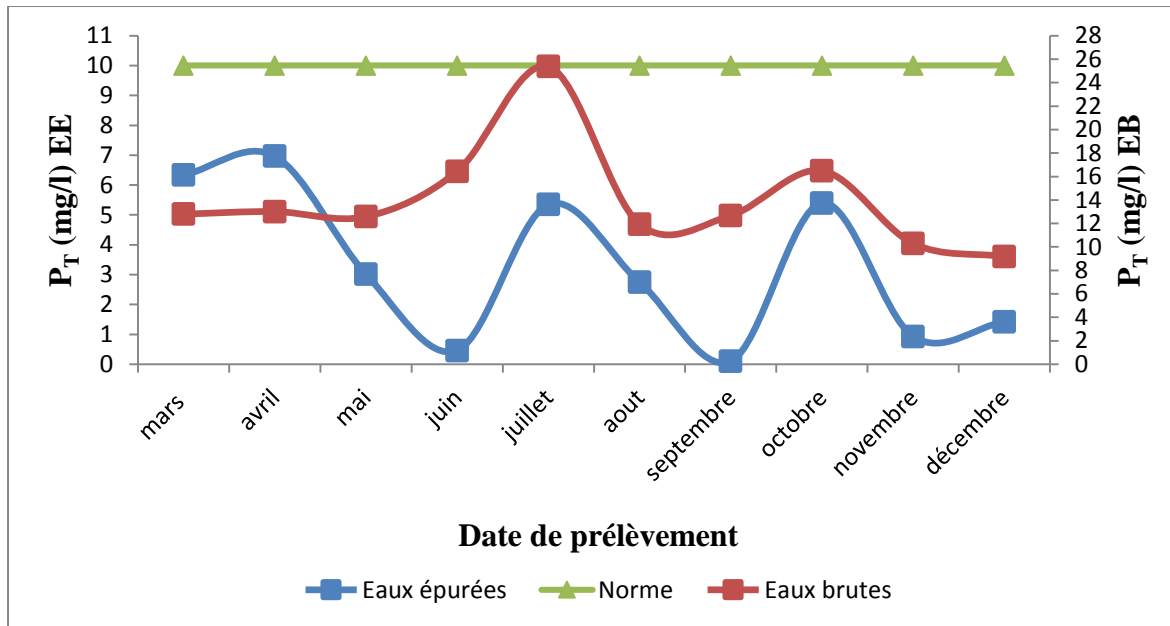


Figure V.20: variation mensuelle de Phosphore totale à l'entrée et à la sortie de la STEP (Période du 07/03/2021 au 24/12/2021)

Les valeurs de la concentration en phosphore à l'entrée sont comprises entre 9.17 et 25.38mg/l avec une moyenne de 14,07 mg /l ET à la sortie la concentration est comprises entre 0,1 et 6.97mg/l avec une moyenne de 3,27 mg/l .Ces valeurs sont conformes à la norme algérienne et à celle de l’OMS.

V.3.9 Azote totale (N_T)

La figure V.21 suivante représente la variation d'azote totale à l'entrée et à la sortie de la STEP

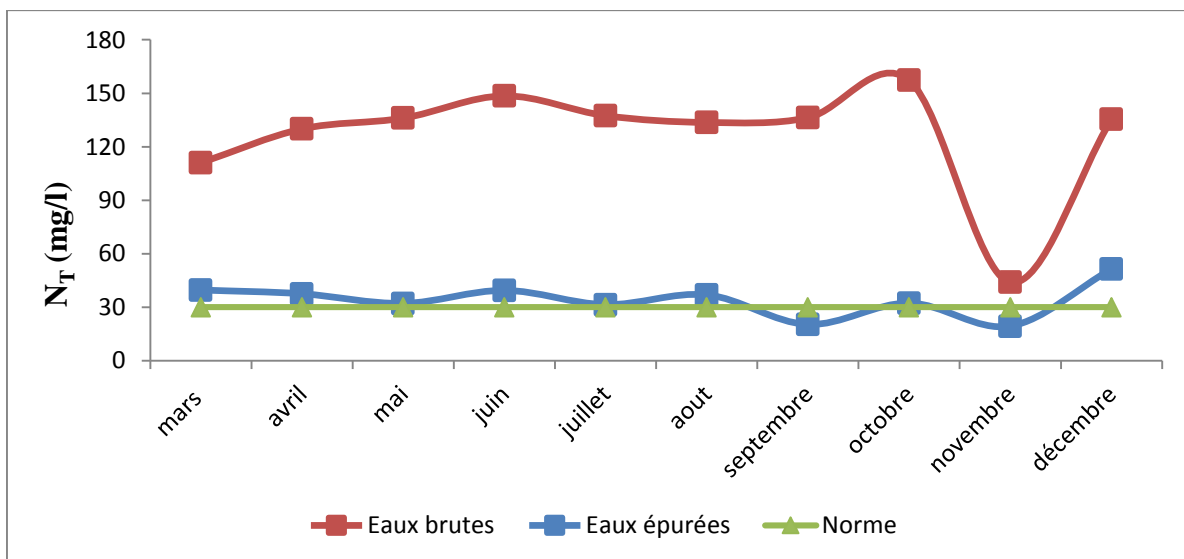


Figure V.21: variation mensuelle de l'azote à l'entrée et à la sortie de la STEP (Période du 11/10/2021 au 24/12/2021)

Les valeurs de concentration azote des eaux brutes sont comprises entre 44 et 157,3 mg/l avec une moyenne de 127 mg/l. pour les eaux épurées la concentration en azote varient entre 19,36 et 51,4 mg/l avec une moyenne de 34,02 mg/l d'où ces valeurs sont pas conformement a la norme algérienne est celle de l'OMS et dû à l'absence du bassin de dénitrification.

Conclusion :

L'évaluation de la performance épuratoire de la station de Beni Mered sur la matière organique exprimé en MES, DBO₅ et DCO ainsi que l'azote et le phosphore dans les deux années de mesure (mars 2021 au décembre 2021 et janvier 2022 au avril 2022) montre que la station de Beni Mered a un bon rendement pour les paramètre DBO₅et la DCO ainsi que pour les MES, Les abattements moyens Des années 2021/2022 de MES, DBO₅ et DCO sont respectivement de 95% ,95% et 91%, et sont supérieures aux garanties contractuelles exigées dans **la pièce contractuelle N° 10 Cahier des garanties souscrites et performances minimales exigées : 90% pour les MES, 80% pour la DBO₅ et 75% pour la DCO.**

Les pollutions carbonées, azotées et phosphorées ont connus des réductions respectives de 89% ,80% et 67% des pollutions reçues en amont de la STEP .Nous concluons qu' il est clair que le traitement des eaux usées à la STEP de Beni Mered est suffisant pour permettre d'abaisser les concentrations en polluants et d'atténuer donc le risque sanitaire à un niveau très acceptable.

On a constaté que la contamination par le carbone, l'azote et le phosphore réduisait la pollution de 89 %, 80 % et 67 % de la pollution reçue en amont de l'étape. Nous concluons qu'il est clair que le traitement des eaux usées par la station d'épuration de Beni Mered est suffisant pour réduire les concentrations de polluants et ainsi réduire les risques sanitaires à un niveau très acceptable.

Conclusion Générale

Conclusion Générale

Notre étude a porté sur l'évaluation des performances épuratoires la station d'épuration des eaux usées à boues activées (STEP) de la ville de Blida, située dans commune de Beni Mered. Elle est assurée par un réseau d'assainissement unitaire qui reçoit 90% des eaux usées urbaines et 10% des effluents industriels.

Les eaux brutes reçues par la STEP passent par les différents procédés d'épuration : le prétraitement (dégrillage, déshuilage), le traitement primaire (décantation primaire), le traitement secondaire (bassin biologique et décantation secondaire) et le traitement tertiaire (désinfection par le chlore). Au cours de chaque processus, nous avons prélevé des échantillons pour le suivi de l'évolution des paramètres physico-chimiques (Température, pH, Conductivité Electrique et l'oxygène dissous) et des paramètres de pollution (DBO₅, DCO et MES). Les dosages sont effectués au niveau du laboratoire de la STEP.

Au terme des résultats d'analyses obtenus pour les deux années 2021 et 2022, nous pouvons dire que la station d'épuration de Beni Mered possède une bonne performance épuratoire. Cette performance est parfois altérée par des rejets accidentels causés par déversement industriels provenant des différentes usines à l'exemple des huileries d'olives environnantes. Ces rejets sont très chargés notamment en matières en suspension et en composés azotés (nitrites et nitrates), ce qui entrave le bon fonctionnement de la STEP.

A titre de recommandation et afin d'améliorer le rendement épuratoire de cette STEP, des postes de dénitrification et de dégazage sont nécessaires pour atteindre l'objectif principal à savoir l'élimination totale des matières polluantes et par conséquent la protection du milieu récepteur.

Références Bibliographiques

Bibliographe

- [1] Touati M, “caractéristiques physico-chimiques des eaux usées épurées se la STEP de Guelma conséquences sur l’environnement,” *Mémoire Master eau environnement. Univ. badji mokhtar Annaba. Algérie*, 2016.
- [2] O. Thomas, “Métrologie des eaux résiduaires,” 1995.
- [3] J. et all RODIER, *L’analyse de l’eau : Eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer*, 9eme iditi. PARIS, 2009.
- [4] M. Yasmin, “contribution a la conception de la station d’épuration d’ISOLA 2000,” 2007.
- [5] E. Koller, *Traitement des pollutions industrielles*, Édition DU. 2005.
- [6] B. Kahina, “mémoire, thème : conception de station d’épuration de la ville d’AZAZGA W.TIZI OUZOU,” 2001.
- [7] S. C., “Épuration des eaux usées de kossodo analyse des performances épuratoires de la step de kossodo et analyse des impacts socio-économiques et sanitaires des maraîchers.” 2009.
- [8] R. et all J., *L’analyse de l’eau: eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer*, 8ème Editi. PARIS, 2005.
- [9] F. REJSEK, *Analyse des eaux : Aspects réglementaires et techniques Tome I*, Edition sc. CRDPA quitaine, bordeaux, 2002.
- [10] E. H. O and el H. H, “Etude des performances épuratrices dans une station de traitement des eaux usées par lagunage en climat désertique (oasis de Figuig - Maroc) : aspect bactérien et organique.” 2012.
- [11] D. J-P et al., *Réglementation et traitement des eaux destinées à la consommation humaine.*, 1ère éditi. 2006.
- [12] O. International, “OFFICE INTERNATIONAL DE L ’EAU Développer les compétences pour mieux gérer l ’ eau,” pp. 1–105, 2005.
- [13] M. M. Saïd, “Élimination simultanée de la pollution azotée et phosphatée des eaux usées traitées par des procédés mixtes Cas de la STEP Est de la ville de Tizi-Ouzo.” 2012.
- [14] L. Karima and C. Soumia, “Impact de la pollution des eaux sur l ’ environnement,” pp. 79–80, 2021.
- [15] CSHPF, “Recommandations sanitaires relatives à la désinfection des eaux usées urbaines,” *Cons. supérieur d’hygiène publique Fr. Sect. des eaux*, 1995.
- [16] Sadowski.A, “Exemple de Calcul d’une Filière de Traitement Biologique de type Boue Active avec Nitrification /Dénitrification & Déphosphoration Physico – Chimique mastère en MISEA,” *France*, 2006.
- [17] *Mémento technique de l’eau, deuxième édition, tome 2, édition Dégrement*, 2nd ed. 2005.
- [18] D. Alexandre, O. Boutin, C., Duchène, Ph., Lagrange C., Lakel, A., Liénard, A. and Orditz, *Filières d’épuration adaptées aux petites collectivités*. 1998.
- [19] <https://www.google.com/?&bih=568&biw=1366&hl=fr>, “GOOGEL.”
- [20] Z. Bakiri, “Traitement des eaux usées par des procédés biologiques classiques : expérimentation et modélisation,” 2007.
- [21] M. r M. M. Saïd, “ÉLIMINATION SIMULTANÉE DE LA POLLUTION AZOTÉE ET PHOSPHATÉE DES EAUX USÉES TRAITÉES, PAR DES PROCÉDÉS MIXTES. Cas de la STEP Est de la ville de Tizi-Ouzou,” 2012.
- [22] Z. M. Hadj-Sadok, “Modélisation et estimation dans les bioréacteurs ; prise en compte des incertitudes : application au traitement de l’eau,” no. : Faculté des sciences de l’ingénieur, Université de Nice – Sophia Antipolis, France., 1999.

- [23] P. Berland, J. M., Boutin, C., Molle, P. and Cooper, "Procédés extensifs d'épuration des eaux usées.," *Off. des Publ. des communautés Eur. Luxembg.*, 2001.
- [24] C. Iwema, A., Raby, D., Lesavre, J. , Boutin, "Épuration des eaux usées domestiques par filtres plantes de macrophytes : recommandations techniques pour la conception et la réalisation," no. Groupe macrophytes et traitement des eaux, Agence de l'eau, France, 2005.
- [25] C.C.I Troyes, *Eaux usées et assainissement. Les traitements adaptés.* 2002.
- [26] Commission Européenne, *Procédés extensifs d'épuration des eaux usées adaptés aux petites collectivités (500-5000 EH).* 2001.
- [27] M. 1991 COMMISSION EUROPEENNE, procédés extensifs d'épuration des eaux usées adaptés aux petites et moyennes collectivités, office des publications officielles des communautés européennes, Luxembourg, "No Title."
- [28] Faiza Mekhalif, "réutilisation des eaux résiduaires industrielles épurées comme eau d'appoint dans un circuit de refroidissement.," no. Mémoire de magister en chimie, Université de skikda., 2009.
- [29] H. WHO. World Health Organization, "Guidelines for the Use of Wastewater in Agriculture and Aquaculture.," no. Technical Report Series No. 778. WHO, Geneva., 1989.
- [30] B. F. Faby , J.A, "L'utilisation des eaux usées épurées en irrigation," 1997, no. Office International de l'Eau, 76 p.
- [31] S. Dauphin, "Connaissance et contrôle du fonctionnement des stations d'épuration, intérêt et limites des moyens métrologiques actuels : application à la gestion hydraulique d'un décanteur secondaire.," no. Thèse : Faculté des sciences et techniques de l'eau, Université Luis Pasteur de Strasbourg, France., 1998.
- [32] J. . Deronzier, G. and Choubert, "Traitement du phosphore dans les petites stations d'épuration à boues activées : Comparaisons techniques et économiques des voies de traitement biologique et physico-chimique.," no. Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation, la Pêche, et des affaires rurales (FNDAE n°29), document technique, France., 2004.
- [33] M. S. Ouali, "Cours de procédés unitaires biologiques et traitement des eaux," - *Office des Publ. Univ. Algérie.*, 2001.
- [34] Lazarova V ; Gaid A ; Rodriguez-Gonzales J ; Alday Ansola J, *L'intérêt de la réutilisation des eaux usées : analyses d'exemples mondiaux. Techniques, Sciences et Méthodes, N 9, p 64-85.* .
- [35] B. ; C. ; C. ; Cauchi, Hyvrard ; Nakache ; Schwartzbrod ; Zagury and S. Denis ; Dernat ; Larbaigt ; Derangere ; Martigne, "la réutilisation des eaux usées après épuration. Techniques, Sciences et Méthodes, 2 : 81-118.," 1996.
- [36] C. Cardot, *Les traitements de l'eau pour l'ingénieur*, 1 er. 1999.
- [37] "CERRA Iris, DESAGNAT Mathieu, DUBART Romain : Traitement des boues des stations d'épuration des petites collectivités-"
- [38] E. Koller, *Traitement des pollutions industrielles Eau - Air - Déchets - Sols - Boues.* 2009.
- [39] F. R, "Analyse des eaux, Aspects réglementaires et techniques. Edition Scérén CRDP AQUITAINE. Bordeaux, pp165-239," pp. 165–239, 2002.