

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - M'SILA 2022

FACULTE : TECHNOLOGIE
DEPARTEMENT HYDRAULIQUE
N°



DOMAINE : SCIENCE TECHNOLOGIE
FILIERE : HYDRAULIQUE
OPTION : OUVRAGE HYDRAULIQUE

Mémoire présenté pour l'obtention du diplôme de Master
Académique

Intitulé

**Diagnostic et évaluation des performances
de la station d'épuration des eaux usées de
Bou-Saadâ (Wilaya de M'Sila)**

Etudiant :

- AOUS Said
- GUELMINE Ayyoub

Encadreur :

Mr : TEMIM Djamel

Année universitaire : **2021/2022**

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Remerciement

NOUS TENONS TOUT D'ABORD À REMERCIER DIEU ALLAH À TOUT, PUISSANT, QUI NOUS A DONNÉ LA FORCE, LE COURAGE, LA VOLONTÉ, ET LA PATIENCE D'ACCOMPLIR CE MODESTE TRAVAIL.

NOUS TENONS À REMERCIER TOUS CEUX QUI NOUS ONT AIDÉS DE PRÈS OU DE LOIN POUR RÉALISER CE TRAVAIL EN PARTICULIER NOTRE ENCADREUR.

MR. TEMIM DJAMAL QUI NOUS A PROPOSÉ CE SUJET ET QUI NOUS A ENCADRÉ ET SOUTENU PAR SES CONSEILS ET SES EFFORTS DURANT LA PRÉPARATION DE NOTRE MÉMOIRE. NOUS VOUDRONS ÉGALEMENT REMERCIER ET EXPRIMER NOS PROFONDS RESPECTS À TOUS LES ENSEIGNANTS DE DÉPARTEMENT D'HYDRAULIQUE DE L'UNIVERSITÉ M'SILA QU'ONT PARTICIPÉ À NOTRE FORMATION. À CEUX QU'ONT CONTRIBUÉS À L'ÉLABORATION DE CETTE ÉTUDE DE PRÈS OU DE LOIN.

NOUS NE SERIONS BIEN SÛR JAMAIS ARRIVÉES LÀ SANS L'AIDE ET LE SOUTIEN DE NOS FAMILLES À NOS PARENTS ET À NOS FRÈRES.

MERCI D'AVOIR SOUTENUES DANS CETTE VOIE, MERCI DE VOTRE PRÉSENCE, DE VOS ENCOURAGEMENTS, DE VOS CONSEILS, DE VOS ATTENTIONS CONSTANTES, MERCI POUR TOUT. NOUS ESPÉRONS VOUS RENDRE LE BONHEUR QUE VOUS NOUS APPORTEZ.

DÉDICACES

À MON TRÈS CHER PÈRE AOUS AMAR TU AS TOUJOURS ÉTÉ À MES CÔTÉS POUR ME SOUTENIR EL 'ENCOURAGER. QUE CE TRAVAIL TRADUIT MA GRATITUDE ET MON AFFECTION.

À MA TRÈS CHÈRE MÈRE BEN QWAIDER FATIMA QUOI QUE JE FASSE OU QUE JE DISE, JE NE SAURAI POINT TE REMERCIER COMME IL SE DOIT. TON AFFECTION ME COUVRE, TA BIENVEILLANCE ME GUIDE ET LA PRÉSENCE À MES CÔTÉS A TOUJOURS ÉTÉ MA SOURCE DE FORCE POUR AFFRONTER LES DIFFÉRENTS OBSTACLES.

À MES TRÈS CHERS FRÈRES ET MES AMIS.

PUISSE DIEU VOUS DONNE SANTÉ, BONHEUR, COURAGE.

AOUS SAID

ملخص

نتيجة زيادة الوعي البيئي والاهتمام الفعلي بحماية البيئة من التلوث، فقد زادت القيود المفروضة على معالجة مياه الصرف الصحي، وذلك من خلال محطات التنقية . ويستند هذا العمل على تقدير مردود محطة الصرف الصحي لمدينة بوسعادة.

المعالجة البيولوجية لمحطة تنقية مياه الصرف الصحي تعتبر من أهم مراحل التي يجب تطبيقها والتي تحدد جودة المياه المطروحة في البيئة .

من اجل معالجة المعطيات قمنا بدراسة التقييم الشهري لسنة 2018 بغرض تقييم اداء محطة الصرف الصحي لمدينة بوسعادة.

المعالجة البيولوجية لمحطة بوسعادة تتم على انفراد بحمولة ضعيفة وبالتالي الحصول على مياه خالية عملياً من التلوث العضوي، ووجود الأكسجين والبكتيريا أهم عنصرين من العناصر المطلوبة لإنجاح المعالجة البيولوجية إضافة إلى شروط أخرى مثل درجة الحرارة ووجود بعض المغذيات المساعدة

مردود المحطة جد مرضي بنسبة 96.48 % من مواد الصلبة العالقة (MES) 94.57 % من الطلب الكيميائي على الأكسجين (DCO) . 98.25% من الطلب البيولوجي من الأكسجين (DBO_5)

Résumé

En raison de l'augmentation de la conscience environnementale et de l'intérêt réel pour la protection de l'environnement contre la pollution, les restrictions imposées au traitement des eaux usées, par le biais de stations de filtrage, ont augmenté. Ce travail est basé sur l'estimation du rendement de la station d'épuration de la ville de Bou Saâda

Le traitement biologique d'une station d'épuration est l'une des étapes les plus importantes qui doit être appliquée et qui détermine la qualité de l'eau rejetée dans l'environnement

Afin de traiter les données, nous avons étudié le bilan mensuel de l'année 2018 afin d'évaluer les performances de la station d'épuration de la ville de Bou Saâda

Le traitement biologique de l'usine de Bou Saâda est effectué individuellement avec une faible charge, obtenant ainsi une eau pratiquement exempte de pollution organique, et la présence d'oxygène et de bactéries sont les deux éléments les plus importants requis pour le succès du traitement biologique en plus d'autres conditions telles que la température et la présence de certains nutriments auxiliaires. Rendement en CO_2 très satisfaisant de 96,48 % de matières en suspension (MES) et 0,94,57 % de demande chimique en oxygène (DCO). 98,25% de la demande biologique en oxygène (DBO_5)

Abstract

Due to the increase in environmental awareness and real interest in protecting the environment from pollution, restrictions on the treatment of user waters, through filter stations, have increased. This work is based on the estimation of the yield of the treatment plant of the city of Bou Saâda

The biological treatment of a treatment plant is one of the most important steps that must be applied and that determine the quality of the water discharged into the environment

In order to process the data, we analyzed the monthly balance sheet for the year 2018 in order to assess the performance of the water treatment plant in the city of Bou Saâda.

The biological treatment of the Bou Saâda plant is carried out individually with a low load, thus obtaining water that is not free from organic pollution, and the presence of oxygen and bacteria are the two most important elements for the required traitslogè in addition to d other conditions such as temperature and the presence of certain auxiliary nutrients.

A very satisfactory carbon dioxide yield of 96.48% of suspended solids (MES) of the chemical demand for oxygen (DCO). 98.25% of the biological oxygen .94.57% (DBO₅)demand

Sommaire :

I.1 . Introduction Générale	1
-----------------------------------	---

Chapitre I : Généralités sur les eaux usées urbaines et les différents procédés de traitement

I.1 . Introduction:	3
I.2. Définition des eaux usées :	3
I.2.1. Pollution de l'eau :	3
I.3. Origine des eaux usées :	4
I. 3.1. Les eaux usées domestiques :	4
I.3.2. Les eaux usées industrielle:	4
I.3.3. Les eaux usées pluviales :	4
I.3.4. Les eaux usées agricole :	5
I. 4. Caractéristiques des eaux usées :	6
I.4.1 Paramètres Physiques :	6
I.4.1.1. La température :	6
I. 4.1.2. La matière en suspension (MES) :	6
I.4.1.3. Turbidité :	7
I.4.2. Paramètres Chimiques:	7
I.4.2.1 Le potentiel Hydrogène (pH):	7
I.4.2.2. La Conductivité :	8
I.4.2.3. L'Oxygène Dissous :	8
I.4.2.4.Les matières oxydables (MO) :	8
I.4.2.5.La Demande Chimique en Oxygène (DCO) :	8
I.4.2.6. La Demande Biochimique en Oxygène (DBO) :	9
I.4.2.7. Le Carbone Organique Total (COT):	9
I.4.2.8.Paramètres inorganiques minérales :	9

Sommaire :

I.4.2.8.1 L'azote :	9
I.4.2.8.2 Le phosphore :	9
I.4.2.8.3. Les nitrates :	10
I.4.2.8.4 L'azote ammoniacal :	10
I.4.3. Paramètres microbiologiques :	10
I.4.3.1. Les virus :	11
I.4.3.2. Les bactéries :	11
I.4.3.3. Les protozoaires :	11
I.4.3.4 Les helminthes	11
I.5. Equivalent-habitant (EH) :	12
I.5.1. Les systèmes d'évacuation des eaux usées :	12
I.5.2. Système unitaire :	13
I. 5.3. Système séparatif :	13
I. 5.4. Système mixte :	13
I.6. Principe de fonctionnement d'une station d'épuration :	14
I.6.1. Définition d'une station d'épuration :	14
I.6.2. Les objectifs principaux d'une station d'épuration :	15
I.6.3. les Conditions d'implantation d'une station d'épuration	15
I.6.4. Risques liés à la station d'épuration :	15
I.7. Techniques de traitement des eaux usées :	16
I.7.1. Les méthodes classiques de traitements :	16
A. La filière eau :	16
B. La filière boue :	16
I.8. Différents procédés de traitement des eaux usées urbaines :	17
I.8.1. Les prétraitements :	17
I. 8.2. Le traitement primaire :	17
I. 8.3. Le traitement secondaire :	18

Sommaire :

I.8.4. L'élimination de l'ammoniaque : la nitrification.....	18
I.8.5. L'élimination des nitrates :la dénitrification :.....	18
I.8.6. le traitement tertiaire :	18
I 8.7. La déphosphatation :	19
I.8.8 . La désinfection :.....	19
I.9.Le traitement des boues :.....	19
I.9.1. Epaississement des boues :	20
I.9.2. La déshydratation :	20
I.9.3. Incinération des boues :	20
I.10. Traitement par lagunage ou la phytoépuration :.....	21
I.10.1. Le principe général de lagunage :	21
I.10.2. Les différents systèmes :.....	22
I.10.2.1. Le lagunage à microphytes (lagunage naturel) :	22
I.10.2.2. Le lagunage à macrophytes :.....	22
I.10.2.3. Le bassin de finition à hydrophytes :.....	22
A. Décanteur-digesteur :	22
B. Lagunage à macrophytes :	23
I.11. Normes de rejets des eaux usées :	23
I.11.1. Normes internationales :.....	23
I.11.2. Normes de rejet appliquées en Algérie :.....	24
I.12.Conclusion :	26

Chapitre II : Description générale de la station d'épuration

II.1.Introduction :	27
II.2.La Situation géographique de la zone d'étude :.....	27
II.3 La Situation administratives et la population :	27
II.3.1.Les données Démographie / La population:.....	28
II.4 . Le réseau hydrographique :	28

Sommaire :

II.5. Nature Climatologique :	29
II.5.1. Les Précipitations :	30
II.5.2. La température :	31
II.5.3. Indices d'aridité annuels de MARTONNE :	32
II.5.4. Climagramme d'EMBERGER :	32
II.6 Station d'épuration Bou Saâda:	32
II.6.1. Situation géographique de la station d'épuration de la ville de Bou Saâda:	32
II.7. Caractéristiques socio-économiques :	33
II.7.1. Le Système d'assainissement :	33
II.7.2. Données concernant la station de traitement :	34
II.7.2. 1. Historique de la STEP de Bou Saâda :	34
II.7.2. 2. Systeme d'unites :	34
II.7.2. 3. Normes et regles techniques applicables :	34
II.8. Base de dimensionnement de station :	35
II.9. Bilan energetique d'exploitation de la station :	36
II.10. Caractéristiques de la station d'épuration STEP de la ville de Bou Saâda:	37
II.10.1 Bilan de l'auto-surveillance :	37
II.10.2. Charge de pollution:	37
II.10.3. Rendement epuratoire :	38
II.10.4 Suives des boues :	38
II.10.5.suivi des produits de l'epuration :	38
II.10.6 .Reutilisation des eaux usees epurées :	39
II.11 . Description et fonctionnement de la station :	39
A. Le schéma ci-dessous resume le principe de fonctionnement [33] :	40
II.12. Station de relevage :	41
II.12.1. La station de relevage des eaux uséesde la station ont les caractéristiques suivantes :	41

Sommaire :

II.13. Principe de fonctionnement de STEP de Bou Saâda:	42
II.13.1. Les différentes phases de traitement à la STEP de la ville de Bou Saâda :	43
II.14. Les prétraitement :.....	44
A. Dégrillage mécanisé grossier :	45
B. Dégrillage mécanisé fin:	46
C. Dessablage-déshuilage :	47
II.15. Principe de l'épuration et filaire de traitement :	48
II.15.1. Traitement Secondaire :	49
II.15.2. Traitement biologique :	49
II. 16. Description du procede d'épuration biologique :.....	51
A. Bassin biologique :	52
B. Le réacteur biologique :	53
II.17. Les décanteurs secondaires :.....	53
II.17.1. Le clarificateur :.....	53
II.18. Les Sous produits issus de l'épuration des eaux:	54
II-18-1- Boues:.....	54
II-18-2- Produits de degrillage:.....	54
II-18-3- Graisses et huiles:.....	54
II-18-4- Sables :	54
II.19. Le traitement tertiaire :.....	55
II.19.1. La désinfection par chloration :	55
II.19.2. Valorisation des boues :	56
II.20. Contrôles :	56
II.21.Conclusion :	57

Chapitre III : Les modes opératoires

III.1.Introduction :	58
III.2. Prélèvement des échantillons :	58

Sommaire :

III .3. Regles generales concernant la conception des equipements:	59
III .3.1.Appareillage :	59
III.3.2. Matériels et produits :	59
III.3.3. Procédure expérimentale :.....	60
III.4.Dispositifs expérimentaux :.....	60
III.4.1. Jar Test :.....	60
III.4.2 Mesure de Ph :.....	62
III .4.3. Mesure du Conductivité	62
III .4.4. Mesure de la Turbidité :	63
III .4.5.Mesure de l'absorbance :	64
III .4.6. Mesure des matières en suspensions (MES):	65
III.5. Méthodes de dosage des paramètres physico-chimiques :.....	66
III.5.1. Paramètres physiques :.....	66
a. Le pH :	66
b. La Température :	66
c. La Conductivité (CE ($\mu\text{S}/\text{cm}$) :	66
d. La Salinité :	67
III.5.2. Paramètres Chimiques :	67
a. La Matière en suspension (MES) :	67
b. Demande biochimique en oxygène (DBO_5)	68
c. Demande chimique en oxygène (DCO)	69
d. Oxygène dissous(O_2) :.....	70
III.6.Conclusion :.....	71

Sommaire :

Chapitre IV : Résultats et discussion

IV.1. Introduction	72
IV.2. Paramètre physique :	72
IV.2.1. La Température (T°)	72
IV.2.2. Le Potentiel d'Hydrogène (pH)	74
IV.2.3. La Conductivité	75
IV .3. Paramètres chimiques	78
IV. 3.1. Oxygène dissous	78
IV.3.2. Demande biologique en oxygène (DBO ₅)	80
IV.3.3. Demande chimique en oxygène(DCO) :	81
IV.4. Conclusion :	84
Conclusion Générale:	85

Chapitre I : Généralités sur les eaux usées urbaines et les différents procédés de traitement :

Tableau I-1 : Normes <i>internationales</i> des rejets.....	23
Tableau I-2 : Normes de rejets dans un milieu récepteur.....	25

Chapitre II : Description générale de la station d'épuration

Tableau II-1 : Évolution démographique.	28
Tableau II-2: Caractéristique de la station météorologique de Bou Saâda.	29
Tableau II-3: Précipitation mensuelles moyennes et annuelles (mm) de1990 à 2018 à la ville de Bou Saâda.....	30
Tableau II-4 : Températures moyennes mensuelles de la station de Bou Saâda (1988-2021).	31
Tableau II-5 : Le réseau d'assainissement de la ville Bou Saâda.....	33
Tableau II-6 : Dimensionnement de station.	35
Tableau II-7 : Bilan energetique d'exploitation de la station.	36
Tableau II-8 : Tableau des donné d 'auto-surveillance d'apres.	37
Tableau II-9 : Tableau du Charge de pollution	37
Tableau II-10: Tableau du rendement epuratoire	38
Tableau II-11 : Les données des suives des boues.	38
Tableau II-12 : Les données des suivi des produits	38
Tableau II-13 : Le volume des eaux epurees Reutilis��es.....	39
Tableau II-14 : Caractéristiques de la station de relevage	41
Tableau II-15 : Dimensions du dégrilleur grossier.....	45
Tableau II-16 : Dimensions du dégrilleur fin.	46
Tableau II-17: Les actions du réacteur biologique.	49
Tableau II-18 : Les métieres utilis��es pour la desiffection.	56

Chapitre III : Les modes opératoires

Tableau.III.01 : Tableau des matériels et produits utilisés.	59
Tableau III.02: Classification des eaux d'après leur pH.....	62
Tableau III.03: Classes de turbidité usuelles (NTU, néphélions metricturbidity unit).....	64

Chapitre IV : Résultats et discussion

Tableau.IV.01 : Températures moyennes mensuelles de la station de Bou Saâda (2018).....	73
Tableau IV.02: Les valeurs moyennes mensuelles du pH (2018).	74
Tableau IV.03 Variations moyennes mensuelles de la conductivité de l'eau brute et de l'eau traitée de la station de la ville de Bou Saâda pendant la période d'étude en ($\mu\text{S}/\text{cm}$) 2018/ 2019	77
Tableau.IV.04 : Variations moyennes mensuelles de l'oxygène dissous (2018) en mg/L	79
Tableau IV.05: Les variations de la teneur en DBO5 dans les eaux usées à l'entrée et à la sortie de la STEP de Bou Saâda (2018).....	80
Tableau IV.06 : Les variations de la teneur en DCO (2018) (mg/l)	82

Chapitre I : Généralités sur les eaux usées urbaines et les différents procédés de traitement

Figure I-1 : Systèmes d'évacuation des eaux usées.....	12
Figure I-2 : Systèmes unitaire	13
Figure I-3 : Systèmes séparatif	13
Figure I-4 : Systèmes d'évacuation des eaux usées.....	14
Figure I.5: Vue aérienne d'une station d'épuration.....	15
Figure I.6: Schéma du processus de traitement d'une STEP à boues activées	21

Chapitre II : Description générale de la station d'épuration

Figure II-1 : Localisation géographique de la ville de Bou Saâda.	27
Figure II.2 : Les limites administratives de la ville de Bou Saâd.....	28
Figure II-3: Réseau hydrographique du bassin d'El Hodna	29
Figure II-4 : Station météorologique de M'sila	30
Figure II-5 : Les variations des températures mensuelles moyennes, minimales et maximales	31
dans la région de Bou Saâda. (1988-2021).....	31
Figure II.6 : Situation géographique de la STEP de Bou Saada (Google maps).....	33
Figure II-7 : Le processus de fonctionnement d'une-station-d'épuration.....	43
Figure II-8 : Enlèvement des résidus de terre et du gravier	44
Figure II.9: Dégrilleur mécanique grossier	45
Figure II.10 : Dégrillage mécanisé fin	46
Figure II.11 : Les refus de dégrillage	47
Figure II.12 : Dessableur / déshuileur	48
Figure II-13 : Modele d'un bassin anoxique (Photo de la STEP de la ville de Bou Saâda)	52
Figure II-14 : Modele d'un bassin d'aération (Photo de la STEP de la ville de Bou Saâda)	53
Figure II-15 : Modele d'un Clarificateur (Photo de la STEP de la ville de Bou Saâda).....	54

Liste des figures

Figure II-16 : Bassin de chloration (Photo de la STEP de la ville de Bou Saâda)	55
Figure II-17 : Les boues en excès déshydratées (Photo de la STEP de la ville de Bou Saâda).....	56

Chapitre III : Les modes opératoires

Figure III.1 : Echantillonnage (Photo de la STEP de la ville de Bou Saâda)	58
Figure III.2 : Photos de quelques matériels utilisées (Photo de la STEP de la ville de Bou Saâda).....	60
Figure III.2 : Appareil du Jar test(Photo de la STEP de la ville de Bou Saâda)	61
Figure III.4 : Microprocesseur pH Mètre.....	62
Figure III.5 : Conductimètre.	63
Figure III.6 : Turbidimètre (2100N).	64
Figure III.7 : Dispositif représentant le spectrophotomètre utilisé	65
Figure III.8 : Mesure des matières en suspension (MES).....	65

Chapitre IV : Résultats et discussion

Figure IV-1 : Les variations des températures mensuelles moyennes de l'eau à la STEP de Bou Saâda (2018).....	73
Figure IV-2 : Valeurs moyenne du pH des eaux usées avant et après traitement	75
Figure IV-3 : Variations moyennes mensuelles de la conductivité de l'eau brute et de l'eau traitée de la station de Bou Saâda	77
Figure IV-4 : Variations moyennes mensuelles de l'oxygène dissous de l'eau brute et de l'eau traitée de la station de la ville de Bou Saâda (2018 /2019)	79
Figure IV-5 : Les variations de la teneur en DBO ₅ dans les eaux usées à l'entrée et à la sortie de la STEP de Bou Saâda	81
Figure IV-6 : Variations moyennes mensuelles de la demande chimique en oxygène (DCO) à l'entrée et à la sortie de la station.....	83

Le développement auquel le monde a assisté, l'augmentation de la population et l'élévation du niveau de vie, ont entraîné une augmentation notable de la demande en eau en raison de son importance et de la nécessité de sa présence dans la vie humaine et tous les êtres vivantes.

Le développement industriel est considéré comme le principal facteur d'émergence de la pollution dans tous ses domaines, en particulier la pollution de l'eau, qui est l'un des phénomènes qui a fait l'objet de nombreuses études et recherches dans d'autres domaines.

La rareté des ressources en eau et la faible qualité et quantité de l'eau disponible.

Les dernières années ont été marquées en Algérie par un effort important et croissant Consacré à la lutte contre la pollution.

Notre étude a porté sur la station des eaux usées à boue activée de la ville de Bou Saâda, assurée par un réseau d'assainissement unitaire.

L'étude de l'évolution mensuelle de la matière organique (DB0₅, DCO, MES) des effluents à l'entrée et à la sortie de la station d'étude

(Bou Saâda), nous a confirmé que les paramètres étudiés dépassent largement les normes utilisées (normes marocaines), il est ainsi obligatoire de faire un traitement des eaux avant de les rejeter dans le milieu récepteur pour éviter tout genre de pollution

Les stations d'épuration consistent en un ensemble de technologies permettant d'épurer l'eau pour la réutiliser ou la recycler dans le milieu naturel, ou pour convertir l'eau naturelle en eau potable. La qualité des stations de filtration varie d'une région à l'autre en fonction des données industrielles, économiques et sociales, et le traitement passe selon des étapes séquentielles : préliminaire, primaire, secondaire et avancée. Quel que soit le type de station d'épuration (boues activées ou lacs d'aération), le principe est simple. Les polluants sont décomposés par un phénomène biologique naturel dû aux micro-organismes présents dans les eaux usées et sont maintenus en quantité suffisante dans les stations où ils transforment la pollution en boues séparées de l'eau par décantation ou déshydratation.

Dans ce contexte, on retrouve une région qui heureusement, comme la plupart des villes algériennes, supporte les conséquences de la pollution de l'eau, en plus de son métier agricole, elle est devenue un pôle industriel qui a provoqué l'exode rural et accru la sévérité de sa pollution de l'eau. Et de là découle l'objectif principal de notre travail, qui est une

Introduction Générale

étude empirique de la performance de la station d'épuration des eaux usées de la ville de Bou Saâda, et ceci à travers une série d'analyses afin de voir l'efficacité et la performance de la station d'épuration des eaux usées ,

Pour objet de voir et confirmer la performance de la station des échantillons ont été prélevées à chaque étape pour effectuer les analyses de laboratoire nécessaires. Et il faut citer que les analyses ont été effectuées au niveau de laboratoire de la station.

Pour atteindre notre objectif, nous allons reparti notre travail en quatre chapitres :

Chapitre I : Généralités sur les eaux usées urbaines et les différents procédés de traitement.

Chapitre II : description générale de la station d'épuration

Chapitre III : Modes de fonctionnement

Chapitre IV : Résultats et discussion

Enfin, nous terminons notre étude par une conclusion générale résumant les principaux résultats obtenus, ainsi que quelques suggestions de recommandations pour améliorer les performances de la station.

Chapitre I :
Généralités sur les eaux usées urbaines
et les différents procédés de traitement

I.1 . Introduction:

Les eaux usées sont des milieux extrêmement complexes, altérées par les activités anthropiques suite à l'usage domestique, industriel, agricole ou autre. Ces eaux usées contiennent de nombreux éléments polluants et de ce fait, elles doivent subir un traitement avant d'être déversées dans les milieux naturels. Donc elles doivent être traité pour répondre à certaines normes avant tout réutilisation ou déversées dans l'environnement.

Notre objectif principal dans ce chapitre est de faire une description générale sur les différentes stations d'épuration ayant pour objectif le traitement des eaux usées urbaines. Pour aboutir à notre objectif, nous allons décrire l'origine des eaux usées urbaines et leurs compositions ainsi que les différents avantages et inconvénients des différents procédés 'épuration.

I.2. Définition des eaux usées :

Les eaux usées sont des liquides de composition hétérogène, chargées en matières minérales ou organiques, pouvant être en suspension ou en solution, et dont certains peuvent avoir un caractère toxique. L'eau usée est l'eau qui a été utilisée et qui doit être traitée avant d'être réintroduite vers d'autres sources d'eaux pour qu'elles ne causent pas la pollution de ces autres sources. Les eaux usées proviennent de plusieurs sources(domestique, industriel, agricole). Tout ce que vous évacuez en tirant la chasse d'eau et lorsque vous utilisez vos éviers sont considérés comme une eau usée.

Les eaux usée, que sont un mélange de plusieurs types d'eaux et pour éviter la pollution, sont acheminées par un réseau d'assainissement vers une station d'épuration pour y être traitées et si possible réutilisées. [1].

Certaines eaux usées sont plus difficiles à traiter que d'autres, par exemple. Les eaux usées industrielles peuvent être difficiles à traiter, tandis que les eaux usées domestiques sont relativement faciles à traiter. Quoiqu'il soit de plus en plus difficile de traiter les déchets domestiques dû à l'augmentation du nombre de produits pharmaceutiques et de soins personnels qui sont de plus en plus présents dans les eaux usées domestiques [16].

I.2.1. Pollution de l'eau :

La pollution de l'eau est une dégradation physique, chimique ou biologique de cette eau, provoquée par le rejet de substances indésirables qui perturbent les conditions de vie et l'équilibre du milieu aquatique, et induisent d'importantes nuisances : mauvaises odeurs, fermentations qui se répercutent, à court terme, sur notre organisme, à travers, la chaîne alimentaire de laquelle nous dépendons. [37].

I.3. Origine des eaux usées :

Generalemtn Les eaux usées proviennent de quatre sources principales suivant l'origine des substances polluantes, on distingue quatre grandes catégories d'eaux usées:

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

I. 3.1. Les eaux usées domestiques :

Les eaux usées domestiques regroupent les eaux noires et les eaux grises. Elles constituent généralement l'essentiel de la pollution et se composent [15] :

- Des eaux de cuisine qui contiennent des matières en suspension, des substances alimentaires (glucides, lipides, protides), et des produits détergents, ce sont **les eaux grises**.
- Des eaux de vannes qui proviennent des sanitaires, très chargées en matières organiques, en composés azotés, phosphorés et en microorganismes, ce sont **les eaux noir**.

I.3.2. Les eaux usées industrielle:

Elles sont très différentes des eaux usées domestiques. Leurs caractéristiques varient d'une industrie à l'autre. En plus des matières organiques, azotées ou phosphorées, elles peuvent également contenir :

- Des graisses (industries agroalimentaires).
- Des hydrocarbures (raffineries).
- Des métaux (métallurgie).
- Des acides,des bases et divers produits chimiques(industries chimiques diverses, tanneries).
- De l'eau chaude (circuit de refroidissement des centrales thermiques).

Des matières radioactives (centrales nucléaires, traitement des déchets radioactifs). Avant d'être rejetées dans les réseaux de collecte, les eaux usées industrielles doivent faire l'objet d'un traitement. Elles ne sont mélangées aux eaux domestiques que lorsqu'elles ne présentent plus de danger pour les réseaux de collecte et ne perturbent pas le fonctionnement des station d'épurations. [16].

I.3.3. Les eaux usées pluviales :

Eaux de pluie :

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

- Le lessivage de sols et des surfaces imperméabilisées. Les déchets solides ou liquides déposés, par temps sec, sur ces surfaces, sont entraînés dans le réseau d'assainissement

par les premières précipitations qui se produisent.

- La remise en suspension des dépôts des collecteurs. Par temps sec, l'écoulement des eaux usées dans les collecteurs du réseau est lent, ce qui favorise le dépôt des matières décantables. Lors d'une précipitation, le flux d'eau, le plus important permet la remise en suspension de ces dépôts. [25].

Elles peuvent aussi constituer la cause de pollutions importantes des cours d'eau, notamment pendant les périodes orageuses. L'eau de pluie se charge d'impuretés au contact de l'air (fumées industrielles), puis, en ruisselant, des résidus déposés sur les toits et les chaussées des villes (huiles de vidange, carburants, résidus de pneus et métaux lourds...). En outre, lorsque le système d'assainissement est dit "unitaire", les eaux pluviales sont mêlées aux eaux usées domestiques. En cas de fortes précipitations, les contraintes de préservation des installations d'épuration peuvent imposer un déversement de ce mélange très pollué dans le milieu naturel. [20] .

I.3.4. Les eaux usées agricole :

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

- Des fertilisants (engrais minéraux du commerce ou déjections animales produites• ou non sur l'exploitation) ;
 - Des produits phytosanitaires (herbicides, fongicides, insecticides,...).• [18].
 - Donc ces eaux sont l'issus :
- Des apports directs dus aux traitements des milieux aquatiques et semiaquatiques tels que le désherbage des plans d'eau, des zones inondables chapitre (faucardage chimique) et des fossés, ainsi que la démoustication des plans d'eau et des zones inondables (étangs et marais).
 - Des apports indirects dus en particulier à l'entraînement par ruissellement, aux eaux de rinçage des appareils de traitement, aux résidus présents dans des emballages non correctement rincés ou détruits, aux eaux résiduelles des usines de fabrication et de conditionnement. [18].

Ce type des eaux usées provenant d'établissements ou sont gardés ou élevés des animaux entrainant une charge polluante globale inferieure a une valeur maximale fixée par le gouvernement et qui ne sont ni des jardins zoologiques ni des animaleries permanentes. [16].

Dans le cas d'un établissement d'élevage ces eaux comprennent :

- Les eaux de lavage du matériel de traite et du réservoir à lait.
- Les eaux de lavage du pis (vache, chèvre, brebis).
- Les eaux d'évier.

Les eaux utilisées lors du nettoyage des planchers, des installations, des instruments et des camions de transport. Ainsi on peut dire que ce sont des eaux issues d'une utilisation faite en agriculture. « En effet elle représente 70% de l'eau tirée du milieu naturel est consommée à des fins agricoles. »

I. 4. Caractéristiques des eaux usées :

La composition des eaux usées urbaines est extrêmement variable Pour accéder à un traitement efficace des eaux usées, il est impérativement nécessaire de connaître les caractéristiques de ces derniers (les principaux paramètres physicochimiques ainsi que les paramètres bactériologiques). En se basant sur ce principe on va citer les différentes caractéristiques de ces eaux, afin de savoir et mieux connaître ce dont nous sommes confrontés [7].

I.4.1 Paramètres Physiques :

I.4.1.1. La température :

La température est un facteur écologique important du milieu. Son élévation peut perturber fortement la vie aquatique (pollution thermique). Elle joue un rôle important dans la nitrification et de la dénitrification biologique. La nitrification est optimale pour des températures variant de 28 à 32°C. Par contre, elle est fortement diminuée pour des températures de 12 à 15°C et elle s'arrête pour des températures inférieures à 5°C [12].

La plupart des réactions chimiques vitales sont ralenties voire arrêtés par un abaissement important de température. Au contraire, des augmentations de température peuvent avoir pour effet de tuer certaines espèces, mais également de favoriser le développement d'autres espèces en entraînant ainsi un déséquilibre écologique (Emillian, 2009) .

Il est important de connaître la température de l'eau avec une bonne précision. En effet, celle-ci joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la dissociation des sels dissous donc sur la conductivité électrique, dans la détermination du pH, pour la connaissance de l'origine de l'eau et des mélanges éventuels etc. [26] .[21]

I. 4.1.2. La matière en suspension (MES) :

Les matières en suspension ne sont des particules solides véritablement en suspension que dans des conditions moyenne d'écoulement des effluents correspondant à une vitesse minimale de 0,5 m/s. En fonction de la taille des particules, on distingue les matières grossières ou décantables (diamètre supérieur à 100 µm) et les matières en suspension. On peut également prendre en compte une partie des matières colloïdales, de dimension inférieure, qui constituent la limite entre la phase solide et la phase dissoute (entre 1 et 10-2 µm). [28].

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 :

$$MES = 30\% MMS + 70\% MVS$$

A) Matières volatiles en suspension (MVS) :

Elles représentent la fraction organique des MES et sont obtenues par calcination de ces MES à 525°C pendant 2 heures. La différence de poids entre les MES à 105°C et les MES à 525°C donne la « perte au feu » et correspond à la teneur en MVS en (mg/l) d'une eau ;

B) 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 ré aération de l'eau. Ce phénomène peut être accéléré par la présence d'une forte proportion de matières organiques consommatrices d'oxygène. [13].

I.4.1.3. Turbidité :

C'est un paramètre indiquant la réduction de la limpidité de l'eau .La turbidité est inversement proportionnelle à la transparence de l'eau, elle est de loin le paramètre depollution indiquant la présence de la matière organique ou minérale sous forme colloïdale en suspension dans les eaux usées .elle varie suivant les matières en suspension (MES) présentes dans l'eau. Ces matières en suspension non dissoutes (MES) provenant de l'érosion et du lessivage des sol, ou des matières particulières issues de la dégradation de la matière animale et végétale [19].

❖ **Couleur :**

La couleur foncée indique généralement que l'eau est impure à l'inverse, plus on a une couleur claire plus l'eau n'est pas polluée. [27].

I.4.2. Paramètres Chimiques:

I.4.2.1 Le potentiel Hydrogène (pH):

L'acidité, la neutralité ou l'alcalinité d'une solution aqueuse peut s'exprimer par la concentration en H_3O^+ (noté H^+ pour simplifier). De manière à faciliter cette expression ; on utilise le logarithme décimal de l'inverse de la concentration en ion H^+ : c'est le pH.

Le pH représente l'acidité ou l'alcalinité d'une solution. Le pH d'une eau domestique ou urbaine se situe généralement entre 6.8 et 7.8. Au-delà, c'est l'indice d'une pollution industrielle.[2].

Alors Le pH est un paramètre qui permet de mesurer l'acidité, l'alcalinité ou la basicité d'une eau

[16]. Sa mesure doit s'effectuer sur place de préférence par la méthode potentiométrique. La mesure électrique, quoique délicate, peut seule donner une valeur exacte, car elle est indépendante du potentiel d'oxydoréduction, de la couleur du milieu, ou de la turbidité et des matières colloïdales (Rodier et al, 1996). La nitrification optimale ne se fait qu'à des valeurs de pH compris entre 7,5 et 9 [24].

I.4.2.2. La Conductivité :

La conductivité est la propriété que possède une eau de favoriser le passage d'un courant électrique. Elle est due à la présence dans le milieu d'ions qui sont mobiles dans un champ électrique. Elle dépend de la nature de ces ions dissous et de leurs concentrations. La conductivité électrique d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de 1 cm² [28].

I.4.2.3. L'Oxygène Dissous :

L'oxygène dissous est un composé essentiel de l'eau car il permet la vie de la faune et il conditionne les réactions biologiques qui ont lieu dans les écosystèmes aquatiques. La solubilité de l'oxygène dans l'eau dépend de différents facteurs, dont la température, la pression et la force ionique du milieu.

La concentration en oxygène dissous est exprimée en (mg /L) O₂ [28].

I.4.2.4.Les matières oxydables (MO) :

C'est un paramètre utilisé par les agences de l'eau pour caractériser la pollution organique de l'eau, il se définit à partir de la DBO₅ et de la DCO selon la formule suivante [5].

$$MO = (2 * DBO_5 + DCO) / 3$$

Notion de biodégradabilité :

La biodégradabilité traduit l'aptitude d'un effluent aqueux à être décomposé ou oxydé par les micro-organismes qui interviennent dans les processus d'épuration biologique des eaux.

La biodégradabilité est exprimée par un coefficient : $K = DCO / DBO_5$

Si :

$K < 1,5$	l'effluent est biodégradable.
$1,5 < K < 2,5$	l'effluent est moyennement biodégradable.
$K > 2,5$	l'effluent n'est pas biodégradable.

Un coefficient **K** élevé peut traduire la présence dans l'eau, d'éléments inhibiteurs. (Sandrine D)

I.4.2.5.La Demande Chimique en Oxygène (DCO) :

La demande chimique en oxygène (DCO) est la quantité d'oxygène consommée par les matières existantes dans l'eau et oxydables dans des conditions opératoires définies. En fait la mesure correspond à une estimation des matières oxydables présentes dans l'eau quelque soit leur origines organique ou minérale. La DCO étant fonction des caractéristiques des matières présentes, de leurs proportions respectives, des possibilités de l'oxydation. [28].

I.4.2.6. La Demande Biochimique en Oxygène (DBO) :

Pratiquement, la demande biochimique en oxygène devrait permettre d'apprécier la charge du milieu considéré en substances putrescibles, son pouvoir auto-épuration et d'en déduire la charge maximale acceptable, principalement au niveau des traitements primaires des stations d'épuration, la demande biochimique en oxygène après 5 jours (DBO_5) d'un échantillon est la quantité d'oxygène consommé par les microorganismes aérobies présents dans cet échantillon pour l'oxydation biochimique des composés organiques et/ou inorganiques [26].

I.4.2.7. Le Carbone Organique Total (COT):

Le carbone organique est constitué d'une grande diversité de composés organiques à plusieurs états d'oxydation, dont certains sont susceptibles d'être oxydés par des procédés chimiques ou biologiques. Ces fractions sont caractérisées par la demande chimique en Oxygène (DCO) et la demande biologique en oxygène (DBO) [30].

I.4.2.8.Paramètres inorganiques minérales :

Teneur en Azote et en Phosphore : Ce sont des paramètres très importants du fait qu'ils contribuent à l'eutrophisation des points d'eau en cas de rejets excessifs. Ce phénomène se caractérise par une prolifération algale et pendant la nuit par une diminution de l'oxygène dissous, ce qui appauvrit la faune et la flore des eaux superficielles.

Rajoutons à ces deux composés la pollution des eaux usées par les métaux lourds dont leur pollution peut être naturelle et/ou entropiques. [1].

I.4.2.8.1 L'azote :

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. Quant à l'azote minéral (ammoniaque, nitrate, nitrite), il constitue la majeure partie de l'azote total. [7].

I.4.2.8.2 Le phosphore :

L'origine du phosphore provient essentiellement des détergents pour lave-vaisselle et des produits industriels.[29].

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 spectrophotométrique sont considérés comme étant des ortho-phosphates.

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-phosphates, phosphore hydrolysable et phosphore organique.

Suivant les cas, la teneur en phosphates peut être exprimée en mg/L de PO₄ ou de P₂O₅.

1mg/L PO₄ = 0,747 mg/L P₂O₅ = 0,326 mg/L P. [26].

I.4.2.8.3. Les nitrates :

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 :

- 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 ;
- 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 ;
- Industrielle : rejet des industries minérales, en particulier de fabrication des engrais azotés. Cette source représente 1/9 des apports. [28].

I.4.2.8.4 L'azote ammoniacal :

Pour désigner l'azote ammoniacal, on utilise souvent le terme d'ammoniaque qui correspond aux formes ionisées (NH₄⁺) et non ionisées (NH₃) de cette forme d'azote. L'ammoniaque constitue un des maillons du cycle de l'azote. Dans son état primitif, l'ammoniac (NH₃) est un gaz soluble dans l'eau, mais, suivant les conditions de pH, il se transforme soit en un composé non combiné, soit sous forme ionisée (NH₄⁺). Les réactions réversibles avec l'eau sont fonction également de la température et sont les suivantes :
$$\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NH}_4\text{OH} \rightarrow \text{NH}_4^+ + \text{OH}^- \text{ [28].}$$

I.4.3. Paramètres microbiologiques :

Les eaux usées contiennent aussi des contaminants microbiologiques :bactéries ,virus et parasites [30].Ces germes pathogènes représentent un grand risque sanitaire et reflètent l'état de santé de la population (**valiron,1983**).

Dans une eau usée, on trouve aussi des micro-organismes dégradateurs de la matière organique, représentés surtout par des bactéries gram négatif telles que Pseudomonas, Flavobacterium ou Achromobacter [30],

en plus d'une grande variété de champignons et de levures. [30]

I.4.3.1. Les virus :

Les virus sont des organismes infectieux de très petite taille (10 à 350 nm) qui se reproduisent en infectant un organisme hôte.

Les virus ne sont pas naturellement présents dans l'intestin, contrairement aux bactéries. Ils sont présents soit intentionnellement (après une vaccination contre la poliomyélite, par exemple), soit chez un individu infecté accidentellement.

L'infection se produit par l'ingestion dans la majorité des cas, sauf pour le Coronavirus où elle peut aussi avoir lieu par inhalation[8]. Leur concentration dans les eaux usées urbaines comprise entre 10³ et 10⁴ particules par litre. Leur isolement et leur dénombrement dans les eaux usées restent difficiles, ce qui conduit vraisemblablement à une sous-estimation de leur nombre réel [4] .

I.4.3.2. Les bactéries :

Les bactéries entériques sont adaptées aux conditions de vie dans l'intestin, c'est-à-dire une grande quantité de matière carbonée et de nutriments, et une température relativement élevée (37°C). Leur temps de survie dans le milieu extérieur, où les conditions sont totalement différentes, est donc limité. Par ailleurs, les bactéries pathogènes vont se trouver en compétition avec les bactéries indigènes, ce qui limitera leur développement. Les eaux usées urbaines contiennent en moyenne 10⁷ à 10⁸ bactéries/l. dont 10⁶ entérocoques et entérobactéries, 10⁴ à 10⁵ streptocoques fécaux et 10³ à 10⁴ Clostridium. La majorité de ces organismes ne présentent pas un danger pour la santé et la concentration en bactéries pathogènes peut atteindre de l'ordre de 10⁴/L [14].

I.4.3.3. Les protozoaires :

Les espèces de protozoaires intestinaux humains qui sont considérés comme pathogènes et fréquemment rencontrés dans les eaux usées sont : *Entamoeba histolytica* , *Balantidium coli* , *Giardia intestinalis* , *Cryptosporidium parvum* [26].

I.4.3.4 Les helminthes :

Les helminthes sont des vers multicellulaires. Tout comme les protozoaires, ce sont majoritairement des organismes parasites. Les œufs d'helminthes sont très résistants et peuvent notamment survivre plusieurs semaines voire plusieurs mois sur les sols ou les plantes cultivées.

La concentration en œufs d'helminthes dans les eaux usées urbaines est de l'ordre de 10 à 10³ œufs/l [14]. Beaucoup d'helminthes ont des cycles de vie complexes comprenant un passage obligé par un hôte intermédiaire. Le stade infectieux de

certain helminthes est l'organisme adulte ou larve, alors que pour d'autres, ce sont les œufs. En effet, la persistance de ces organismes à différentes conditions environnementales ainsi que leur résistance à la désinfection permet leur reproduction, ce qui constitue leur risque potentiel [10].

I.5. Equivalent-habitant (EH) :

C'est une unité de mesure permettant d'évaluer la capacité d'une station d'épuration. Cette unité de mesure se base sur la quantité de pollution émise par personne et par jour. La directive européenne du 21 mai 1991 définit qu'un équivalent-habitant rejette [9].

* $DBO_5 = 60 \text{ g/hab/j}$ * $DCO = 120 \text{ g/hab/j}$

* $MES = 70 \text{ g/hab/j}$ * $\text{Matières azotées} = 14 \text{ g/hab/j}$

* $\text{Matières phosphorées} = 4 \text{ g/hab/j}$ pour $Q = 150 \text{ à } 200 \text{ l/hab/j}$

I.5.1.Les systèmes d'évacuation des eaux usées :

Définition d'un systèmes d'évacuation des eaux usées : On appelle « système d'évacuation des eaux » l'ensemble des dispositifs et des produits utilisés et raccordés entre eux, et ce, afin d'évacuer les eaux usées d'une entité géographique (ville, village, commune...).

On distingue deux systèmes collectifs de collecte et d'évacuation des eaux usées : les réseaux unitaires et les réseaux séparatifs. Les réseaux unitaires permettent d'évacuer l'ensemble des eaux mais présentent un réel risque de débordement en cas de fortes pluies ou d'inondations. En cas de saturation, le débordement présente des risques pour la santé et l'environnement en raison de la nocivité du mélange. Les réseaux séparatifs quant à eux se divisent en deux réseaux : un réseau destiné à collecter les eaux pluviales et un second pour les eaux ménagères. Ce dernier type de réseau permet de contrôler et de gérer au mieux les eaux pluviales en cas d'évènements exceptionnels comme les inondations ou les pluies intenses[28].

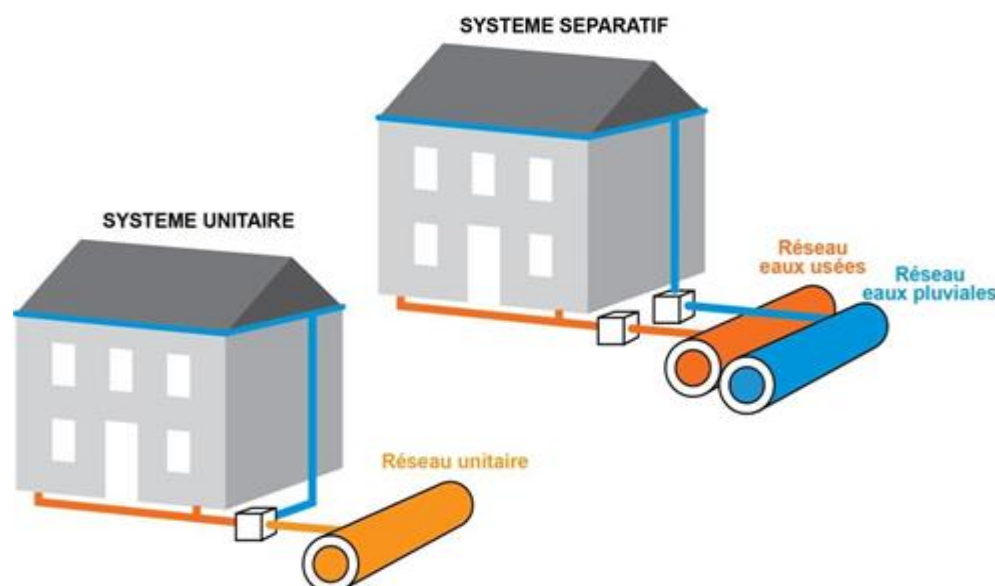


Figure I-1 : Systèmes d'évacuation des eaux usées

I.5.2. Système unitaire :

Les réseaux unitaires, qui sont utilisés pour évacuer simultanément les eaux pluviales et les eaux usées. Ils sont pratiques, mais présentent quelques inconvénients dont un haut risque de débordement, voire d'inondation en cas de pluies importantes ou persistantes. Ce qui pourrait avoir des conséquences néfastes sur la santé et l'environnement. [28].

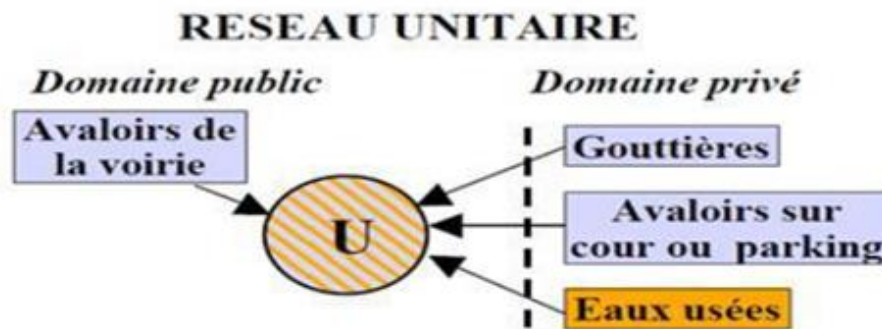


Figure I-2 : Systèmes unitaire

I. 5.3. Système séparatif :

Les réseaux séparatifs, qui sont utilisés, comme leur nom l'indique, pour évacuer séparément les eaux : les eaux de pluie d'un côté, et les eaux usées d'un autre. Ce type de réseau implique des travaux plus conséquents, mais en termes de risques pour la santé et l'environnement, c'est celui qui garantit un maximum de sécurité. [28].

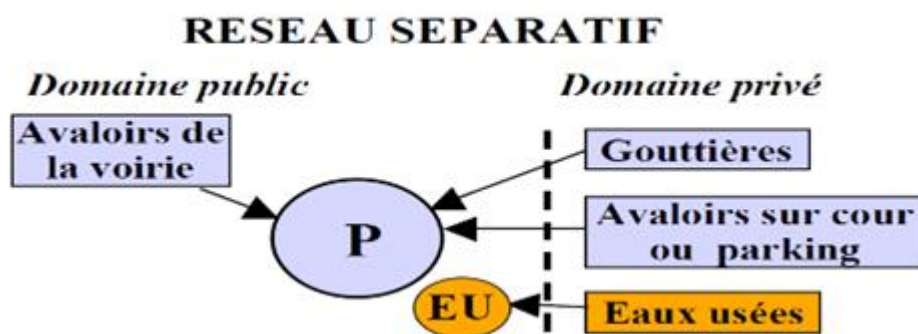


Figure I-3 : Systèmes séparatif

I. 5.4. Système mixte :

Système pseudo-séparatif reçoit les eaux usées et une partie des eaux de ruissellement en provenance directe des habitations, le système pseudo séparatif n'est actuellement plus préconisé dans la conception d'un nouvel équipement (Ce système peut être préconisé dans les pays tropicaux secs), c'est un système dans lequel on divise les apports d'eaux pluviales en deux parties :

Les apports d'eaux pluviales provenant des toitures et cours intérieures qui sont raccordées

au réseau d'assainissement, à l'aide des mêmes branchements que ceux des eaux usées domestiques Les apports d'eaux pluviales provenant des surfaces de voirie, qui s'écoule par des ouvrages particuliers déjà reçus pour cet objet par les services de la voirie municipale (caniveaux, aqueducs, fossés avec évacuations directes dans la nature [28].

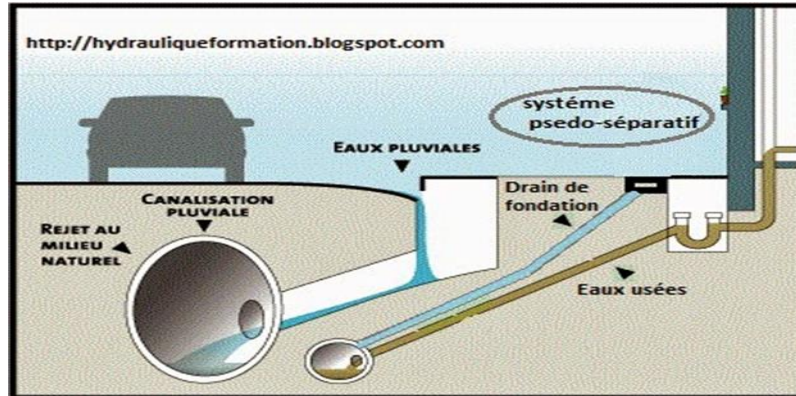


Figure I-4 : Systèmes d'évacuation des eaux usées

I.6. Principe de fonctionnement d'une station d'épuration :

I.6.1. Définition d'une station d'épuration :

C'est une installation destinée à épurer les eaux usées domestiques ou industrielles et les eaux pluviales avant le rejet dans le milieu naturel.

Une station d'épuration permet de traiter les eaux usées qu'elles soient d'origines industrielles ou qu'elles proviennent des activités quotidiennes de l'homme. Le but est de collecter les eaux usées, puis de les épurer par traitement, avant de pouvoir les rejeter dans le milieu naturel sans risquer de polluer notre environnement.

Une station d'épuration est une installation de plusieurs dispositifs et de procédés bien spécifique, chaque procédé a pour rôle d'éliminer ou de diminuer le taux d'un polluant présent dans l'eau usée. Equipée d'un **laboratoire d'analyse** qui a pour but de calculer le rendement de la STEP et d'étudier l'anomalie (si nécessaire), d'une façon générale il surveille le fonctionnement de la station. Le but du traitement est de séparer l'eau des substances indésirables pour le milieu récepteur. [22].

La première tentative d'épuration des eaux usées a été inventée en 1914 par des scientifiques anglais.



Figure .I.5: *Vue aérienne d'une station d'épuration*

I.6.2. Les objectifs principaux d'une station d'épuration :

Protection de la nappe phréatique contre la pollution.

- Eviter aux agriculteurs l'irrigation des terres agricoles avec les eaux usées.
- Minimiser le risque des maladies à transmission hydrique.
- Réutilisation des eaux épurées dans le domaine de l'irrigation.
- Economie importante de l'eau.
- Eviter la surexploitation des nappes souterraines.

I.6.3. les Conditions d'implantation d'une station d'épuration :

La station d'épuration doit être implantée selon les conditions suivantes :

- Eviter le maximum les zones inondables.
- Prendre en considération les zones urbanisées et urbanisables à cause des odeurs désagréables, maladies transmissibles par l'air, ... ;
- L'implantation doit être l'aval du réseau d'assainissement (à l'exutoire) afin d'éviter le relevage et par conséquent le coût élevé.
- La position de la station d'épuration doit être dans un point où la collecte des eaux usées se fait au maximum (repérer le stratégique entre deux agglomération par exemple).
- Le rejet des eaux épurées ne doit pas affecté le milieu récepteur (inondation des terres agricoles).

I.6.4. Risques liés à la station d'épuration :

- Risque de chutes, de glissades, liées à la circulation du personnel aux abords immédiats des équipements et matériels.
- Le personnel exploitant peut être contaminé par voie digestive (essentiellement en

portant les mains ou les objets souillés à la bouche), par la peau tout au long du processus de traitement de l'eau.

- Le risque de contamination par voie respiratoire existe à proximité des procédés (dégrillage,...).
- Les risques d'incendie et d'explosion liés à la présence de gaz de fermentation ou de résidus de produit inflammables, nécessaires à l'exploitation ou introduits accidentellement par les eaux résiduaires.
- Les risques d'asphyxie liés aux espaces confinés, aux fosses. (MR, Toubal)

I.7. Techniques de traitement des eaux usées :

L'opération de l'épuration des eaux usées incite l'injection de différentes techniques et à différents niveaux technologiques souvent très élaborées. Ces techniques sont illustrées comme étant des méthodes classiques de traitement ; ainsi que de nouvelles techniques visant la protection de l'environnement et la sauvegarde du milieu naturel, connues sous le vocable de « lagunage » ou « phytoépuration ». [29]

I.7.1. Les méthodes classiques de traitements :

La ligne de traitement complète des eaux résiduaires peut être schématiquement scindée en deux filières :

A. La filière eau :

Dans laquelle l'eau est débarrassée de tous les polluants avant son rejet dans le milieu naturel

B. La filière boue :

Dans laquelle les résidus générés par la filière eau sont traités et déshydratés avant leur évacuation.

:La filière eau comprend généralement

Un prétraitement pour l'élimination des objets de taille comprise entre 0,1 et 50 mm (dégrillage, tamisage), des graisses et du sable,

- **Un traitement primaire** pour l'élimination des matières en suspension facilement décantables,
- **Un traitement secondaire** composé d'un réacteur biologique pour l'élimination de la pollution biodégradable organique (DBO_5) ou minérale (NH_3 , NO_3^- , P).

Certaines stations sont également équipées d' :

- **Un traitement tertiaire** pour l'élimination des microorganismes ou du phosphore résiduel.

Les boues provenant du décanteur primaire (boues primaires) et du traitement biologique (boues biologiques) seront ensuite traitées et conditionnées sur la filière boues. [18].

I.8. Différents procédés de traitement des eaux usées urbaines :

Trois étapes principales pouvant être utilisés dans le traitement des eaux usées urbaines a caractère biologique .il s ' agit d'une étape de prétraitement , traitement primaire , traitement secondaire que se termine un traitement tertiaire.

I.8.1.Les prétraitements :

La première étape du traitement consiste à débarrasser les effluents de tout élément susceptible de gêner le fonctionnement des ouvrages. [18].Ils permettent d'éliminer les matières les plus grossières, susceptibles d'endommager les organes mécaniques ou de perturber l'efficacité des étapes ultérieures. Ils font appel : A des procédés mécaniques, comme des grilles ou des tamis, pour éliminer des grosses particules transportées par les eaux ; [28].

Les gros déchets sont tout d'abord éliminés par un dégrilleur constitué de barreaux espacés de 10 à 50 mm suivi d'un dégrilleur plus fin (3 à10 mm) ou d'un tamisage (0,1 à 3mm).

[18].

A des procédés physiques, comme des phénomènes de décantation pour éliminer les sables, ou de flottation pour éliminer les graisses (matières grasses). [28].

Le prétraitement se poursuit par l'élimination des particules denses ou abrasives ; cette étape est souvent couplée avec l'élimination des flottants, et en particulier des graisses, dans un ouvrage appelé dégraisseur/dessableur. [18].

La pollution présente dans les eaux résiduaires, une fois prétraitées, se compose d'une fraction de fines particules (les MES) qui n'ont pas été arrêtées par le dégrillage ou le tamisage et des molécules organiques et minérales en solution vraie ou colloïdale.

I. 8.2. Le traitement primaire :

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

L'opération est réalisée dans des bassins de décantation dont la taille dépend du type d'installation et du volume d'eau à traiter. De la même manière, le temps de séjour des effluents dans ce bassin dépend de la quantité de matière à éliminer et de la capacité de l'installation à les éliminer

La décantabilité des matières dans un bassin est déterminée parCet indice est déterminé chaque jour dans les stations d'épuration importantes afin de vérifier le bon fonctionnement du système.À la fin de ce traitement, la décantation de l'eau a permis de supprimer environ 60 % des matières ensuspension, environ 30 % de la demande biologique en oxygène (DBO) et 30 % de la demande chimique en oxygène (DCO). Cette partie de DBO supprimée était induite par les

matières en suspension. La charge organique restant à traiter est allégée d'autant. Les matières supprimées forment au fond du décanteur un lit de boues appelé « boues primaires ».

Le traitement primaire des eaux usées domestiques tend à disparaître en France avec la généralisation du traitement secondaire à boues activées qui comporte déjà une étape de décantation⁵. C'est notamment le cas lorsque les effluents sont régulièrement réduits par des eaux de pluie et donc moins décantables. Il est alors plus économique de se passer de traitement primaire et de surdimensionner le traitement secondaire[12]

I. 8.3. Le traitement secondaire :

Le traitement secondaire se fait le plus couramment par voie biologique, mais une voie physico-chimique peut la remplacer ou plus souvent s'y ajouter pour favoriser la floculation et la coagulation des boues ou permettre, par exemple, la fixation des phosphates. [12]

I.8.4. L'élimination de l'ammoniaque : la nitrification

Contrairement à la matière organique, l'élimination de l'ammoniaque n'est possible qu'en présence d'oxygène. La réaction d'oxydation n'est réalisée que par un nombre très limité d'espèces bactériennes strictement aérobies, les bactéries nitrifiantes. L'oxydation de l'ammoniac en nitrates s'effectue en deux étapes :

- NH_3 est d'abord converti en nitrite (NO_2^-) par des bactéries du genre *Nitrosomonas*.
- Les nitrites sont ensuite oxydés en nitrates (NO_3^-) par des bactéries du genre *Nitrobacter*[18].

I.8.5. L'élimination des nitrates : la dénitrification :

Dans le cas de l'élimination biologique des nitrates, la dénitrification, la réaction nécessite l'oxydation concomitante d'une molécule organique ou minérale qui fournira l'énergie nécessaire à la réduction des nitrates en azote N_2 . [18].

On trouve deux groupes de procédés :

- Les procédés à culture fixée où la biomasse épuratrice est fixée sur des supports. L'eau à traiter coule au contact de ces supports. Les micro-organismes fixent donc la pollution organique et la dégradent (biofiltration par exemple) ;
- Les procédés à culture libre où la biomasse est en suspension dans l'eau à traiter. Les microorganismes fixent la pollution et se développent sous forme de floccs biologiques que l'on peut séparer de l'eau traitée par décantation (boues activées par exemple). [28].

I.8.6. le traitement tertiaire :

Le traitement tertiaire n'est pas toujours réalisé. Il est destiné à améliorer les performances des traitements des matières en suspension, du phosphore ou encore des pathogènes. Ces traitements sont utilisés dans le cas, par exemple, de milieux récepteurs particulièrement sensibles[24].

I 8.7. La déphosphatation :

L'élimination du phosphore concerne les traitement de déphosphatation, soit physico-chimique soit biologique. La déphosphatation biologique, de développement récent, est basée sur la succession de phases anaérobies et aérobies au cours du traitement biologique mais son rendement est en générale moins bon que celui de la déphosphatation physico-chimique. [28].

La déphosphatation peut aussi être réalisée par précipitation physico-chimique en présence de sels minéraux comme le sulfate d'ammonium ou le chlorure ferrique et s'effectuer soit simultanément aux réactions biologiques dans le bassin de boues activées, soit en traitement final. [18].

I.8.8 . La désinfection :

La désinfection vise à réduire la concentration des germes pathogènes dans les effluents avant rejet dans l'environnement. Contrairement aux normes de désinfection pour la production d'eau potable qui spécifie l'absence totale de coliformes, les normes de rejets pour les eaux résiduaires urbaines ERU varient suivant la nature du milieu récepteur. On peut distinguer deux catégories de traitement :

- Les procédés extensifs comme le lagunage et l'infiltration-percolation (filtration à travers un massif filtrant). Dans le cas du lagunage, il ne subsistera qu'une bactérie pour 1000 ou 10 000 présentes dans l'eau résiduaire alors que dans le second cas il n'en subsistera qu'une pour 100 ou 1000.
- Les procédés physico-chimiques intensifs comme la désinfection par le chlore, l'acide péracétique, les UV, l'ozone ou la filtration sur membranes d'ultra ou de micro-filtration. L'efficacité de ces procédés dépendra des doses utilisées (abattement de 4 à 6 logarithme), quant à la filtration sur membrane d'UF, elle permet une désinfection totale. [18].

I.9.Le traitement des boues :

Les traitements biologiques ou physico-chimiques utilisés pour l'épuration des eaux résiduaires génèrent une production importante de boues diluées (> 99% d'eau) et contenant de la matière organique fermentescible. Les deux principaux objectifs de la filière de traitement des boues seront donc :

- De stabiliser les matières organiques pour éviter toute fermentation incontrôlée qui entraînerait des nuisances olfactives,
- D'éliminer un maximum d'eau afin de diminuer les volumes de boues à évacuer.

Après une étape préalable d'épaississement permettant de concentrer les boues, la stabilisation de la matière organique est réalisée grâce à des procédés biologiques ou physico-chimiques. L'étape finale de déshydratation permettra d'extraire le maximum d'eau. [18].

I.9.1. Epaissement des boues :

Les boues, avant leur élimination, subissent un traitement adapté à leur nature ainsi qu'à leur destination, afin :

- D'en réduire le volume, en éliminant l'eau (les boues sont, en effet, extraites liquide du système de traitement de l'eau). Ceci est réalisé par un procédé d'épaississement qui est une concentration de la boue par décantation puis par un procédé de déshydratation permettant d'éliminer une quantité d'eau liée aux MES plus importante, par filtre presse ou centrifugation ; [28].

Les matières organiques présentes dans les boues leur confèrent un caractère fermentescible qui se traduit lors de leur stockage par l'émission de nombreuses molécules odorantes (H₂S, mercaptan.....). Cette activité biologique indésirable peut être maîtrisée soit en la contrôlant dans un réacteur adéquat soit en augmentant le pH par une addition de chaux. Deux familles de procédés biologiques peuvent être utilisées : la digestion anaérobie ou la stabilisation aérobie thermophile. [18].

I.9.2. La déshydratation :

Après la phase d'épaississement qui a permis d'éliminer 60 à 85% d'eau et la phase de stabilisation, le traitement des boues est complété par une déshydratation qui a pour but d'éliminer le maximum de l'eau résiduelle. Deux catégories de procédés sont généralement utilisés : les procédés mécaniques et les procédés thermiques.

Pendant la phase de séchage, les boues présentent un comportement plastique et collant pour des taux de matière sèche d'environ 50% ce qui implique certains aménagements des techniques et des matériels.

Les buées, très chargées en vapeur d'eau, comportent une fraction d'incondensables malodorants devant être détruites par combustion (850 c°) soit directement dans le générateur thermique, soit dans un incinérateur spécifique. [18].

I.9.3. Incinération des boues :

Donc le problème des boues se pose en terme d'évacuation ; trois solutions sont possibles :

- La mise en décharge de boues stabilisées et déshydratées mais n'est plus réalisable à partir de 2002 ;
- La valorisation agricole par épandage sur des sols agricoles où elles vont jouer un rôle d'engrais. Elles sont utilisées sous forme liquide, solide ou sous forme de composte, mais toujours stabilisées ;
- L'incinération qui présente un intérêt pour les boues autocombustible, c'est-à-dire fraîches et déshydratées. [28].

Quelle que soit la technique d'incinération, les fumées doivent être traitées avant

rejet dans l'atmosphère. Ce traitement est d'autant plus complexe que la charge en poussière des fumées est élevée. Réalisé en plusieurs étapes, le traitement des fumées peut nécessiter un pré-cyclonage, un dépoussiérage électrostatique, un lavage, voir éventuellement une oxydation catalytique. [18].

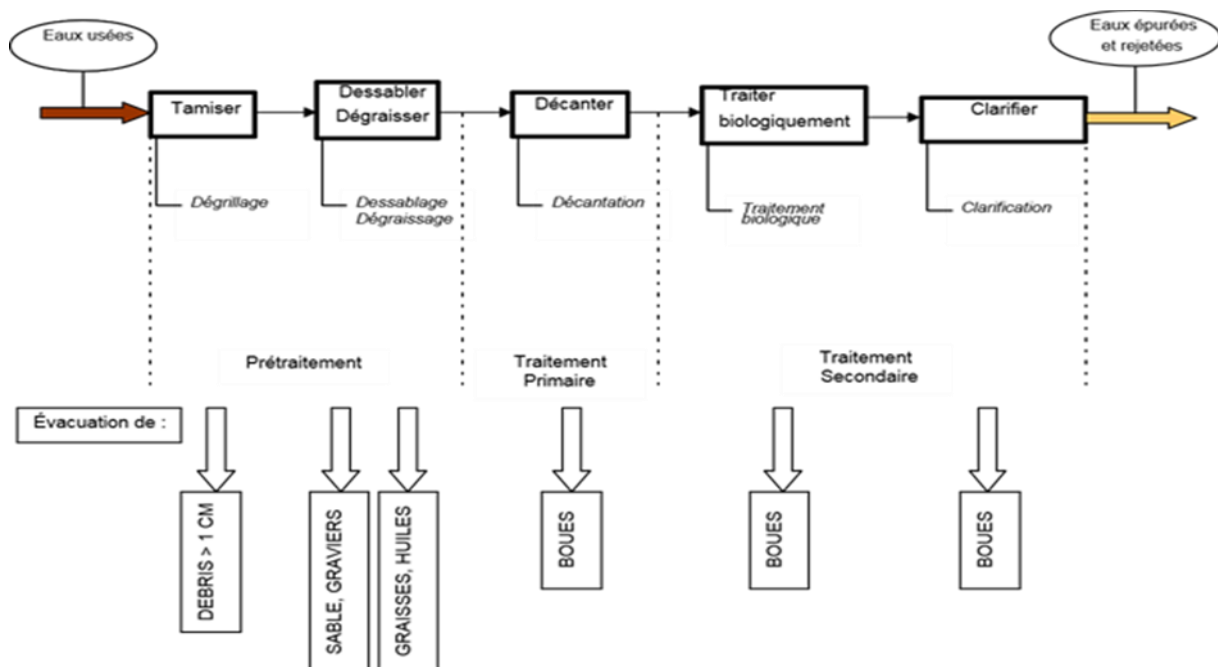


Figure I-6 : Schéma du processus de traitement d'une STEP à boues activées

I.10. Traitement par lagunage ou la phytoépuration :

L'épuration par lagunage consiste à faire passer les effluents des eaux usées brutes ou prétraitées dans un bassin naturel, ce qui permet de stimuler en amplifiant l'action auto épuratrice des étangs ou des lacs. La pollution est alors dégradée par l'activité bactérienne, l'activité photosynthétique et l'assimilation des substances minérales. Il permet une épuration à charges organique élevées, une bonne élimination de l'azote et du phosphore, ainsi qu'une faible production de boues en excès [7].

I.10.1. Le principe général de lagunage :

Cette filière d'épuration s'appuie sur le pouvoir épurateur des végétaux aquatiques : algues, hydrophytes (plantes d'eau libre) et héliophytes (plantes du bord des eaux). Tous les lagunages appliquent le principe suivant : après une première décantation, les eaux usées traversent des bassins de lagunage plantés ou non.

L'épuration s'effectue par les plantes et par les micro-organismes fixés sur leurs racines et sur des substrats (graviers, sable...), grâce à l'effet filtrant du sol. Dans certains types de lagunes, les conditions aérobies et anaérobies se succèdent ou coexistent, ce qui permet d'obtenir un bon rendement d'épuration des nutriments (azote et phosphore).

I.10.2. Les différents systèmes :

I.10.2.1. Le lagunage à microphytes (lagunage naturel) :

Un lagunage naturel est un procédé de traitement biologique des eaux usées se faisant dans des bassins où est maintenue une tranche d'eau de 0,8 à 1,5 m. Les microphytes qui sont des algues, les petits animaux (protozoaires, rotifères, crustacés) et les bactéries en présence d'oxygène, vont transformer les charges polluantes et stabiliser les boues. Les bactéries anaérobies jouent le même rôle dans les sédiments). [23].

I.10.2.2. Le lagunage à macrophytes :

Dans ce système, l'eau est apparente : 30-40 cm d'eau au-dessus d'un substrat composé le plus souvent de graviers ou de sable dans lequel sont repiqués les végétaux aquatiques. Ce système nécessite une superficie suffisamment grande : 10-12 m² par usager.

Les eaux usées séjournent simplement dans une série de bassins à ciel ouvert peuplés de végétaux aquatiques. Le roseau (ou phragmite) et autres plantes vigoureuses ont été largement utilisés à cet effet sous le nom de «macrophytes ». Ces dernières consomment les composés polluants dissous dans l'eau – azote et phosphore – qui constituent pour eux des éléments nutritifs. Par ailleurs elles servent de supports à de nombreux organismes microscopiques – algues et bactéries – qui font le gros du travail. [11].

Les végétaux fixent les colonies de bactéries sur la base de leurs tiges et leurs rhizomes (tiges souterraines), ce qui améliore les performances des organismes épurateurs.

Par ailleurs, ils absorbent par leurs racines une partie (10 % environ) des sels minéraux – nitrates et phosphates – issus de la décomposition de la matière organique présente dans les eaux usées.

I.10.2.3. Le bassin de finition à hydrophytes :

Ce système comprend deux phases :

A. Décanteur-digesteur :

Les eaux usées sont dirigées dans une simple fosse étanche dite décanteur-digesteur. Les matières solides non liquéfiables remontent à la surface et forment une croûte flottante qui au bout d'une quinzaine de jours est suffisamment importante pour empêcher l'introduction de l'oxygène de l'air et la propagation des mauvaises odeurs ; il est possible d'activer la formation de cette croûte en mettant à la surface de l'eau, de la paille, des brindilles ou de copeaux de bois. Les gaz malodorants (H₂S) sont oxydés par des bactéries lorsqu'ils diffusent à travers la croûte. Les plantations d'espèces semi-aquatiques améliorent encore la désodorisation et rend l'ensemble plus esthétique. Les matières piégées sous la croûte se liquéfient progressivement et sont entraînées par le courant liquide.

La digestion anaérobie des matières organiques est amorcée avec une production limitée de biogaz. [23].

B. Lagunage à macrophytes :

Les eaux passent ensuite dans des bassins de lagunage couvert de plantes aquatiques flottantes. Le traitement devient aérobie dans la rhizosphère (autour des plantes) et continue à dégrader la matière organique ; les décomposeurs anaérobies du fond produisent des bulles de biogaz qui adhèrent aux particules organiques en suspension dans l'eau, les allègent et les font remonter à la surface où elles sont piégées dans les racines des plantes.

Les plantes libèrent suffisamment d'oxygène par leur racines, leurs feuilles et le en contact avec l'eau et les stolons pour que vivent dans leur entourage des bactéries aérobies et des invertébrés qui se nourrissent de la boue organique pour la transformer en sels minéraux. Ces sels minéraux servent au développement des plantes. [23].

de sels minéraux, ce qui évite l'eutrophisation du milieu naturel récepteur.

L'oxygène émis par les plantes favorise l'oxydation des ions ammonium résiduels. Là où il n'existe pas d'exutoires satisfaisants, les eaux du bassin de finition peuvent être épandues de façon diffuse dans un système boisé qui servira de piège pour les nitrates résiduels.

I.11. Normes de rejets des eaux usées :

I.11.1. Normes internationales :

La norme est représentée par un chiffre qui fixe une limite supérieure à ne pas dépasser 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. Les normes internationales selon l'organisation mondiale de la santé (OMS) pour les eaux usées.

Tableau I-1 : Normes internationales des rejets.

Caractéristiques)	Normes utilisées (OMS)
pH	6.5-8.5
DBO ₅	<30mg/L
DCO	<90mg/L
MES	<20mg/L
NH ₄	<0.5mg/L
NO ₂	<1mg/L
NO ₃	<1mg/L
P2O5	<2mg/L
Température	<30°C
Couleur	Incolore
Odeur	Inodore

I.11.2. Normes de rejet appliquées en Algérie :

Le Décret exécutif n° 93-160 du 10 Juillet 1993, du Journal Officiel de la République Algérienne réglementant les rejets d'effluents liquides, définit un rejet comme tout déversement, écoulement, jets, dépôts directs ou indirects d'effluents liquides dans le milieu naturel. Ces mêmes valeurs viennent d'être renforcées par un nouveau texte réglementaire ; le Décret Exécutif n° 06-141 du 20 Rabie El Aouel 1427 correspondant au 19 Avril 20

Tableau I.2 : Normes de rejets dans un milieu récepteur [21]

Paramètres	Unités	Valeurs limites
Température	°C	30
pH	/	6.5 à 8.5
MES	mg/L	35
DBO ₅	mg/L	35
DCO	mg/L	120
Azote Kjeldahl	mg/L	30
Phosphates	mg/L	02
Phosphore total	mg/L	02
Cyanures	mg/L	0.1
Aluminium	mg/L	03
Cadmium	mg/L	0.2
Fer	mg/L	03
Manganèse	mg/L	01
Mercure total	mg/L	0.01
Nickel total	mg/L	0.5
Plomb total	mg/L	0.5
Cuivre total	mg/L	0.5
Zinc total	mg/L	03
Huiles et Graisses	mg/L	20
Hydrocarbures totaux	mg/L	10
Indice Phénols	mg/L	0.3
Fluor et composés	mg/L	15
Étain total	mg/L	02
Composés organiques chlorés	mg/L	05
Chrome total	mg/L	0.5
Chrome III +	mg/L	03
Chrome VI +	mg/L	0.1
Solvants organiques	mg/L	20
Chlore actif	mg/L	1.0
PCB (Polychlorobiphényles)	mg/L	0.001
Détergents	mg/L	2
Tensioactifs anioniques	mg/L	10

I.12.Conclusion :

Les eaux usées de différentes compositions et de diverses origines contiennent des polluants dangereux qu'il faut éliminer avant le rejet en milieu naturel. Ces polluants sont éliminés par le biais de différentes techniques et étapes réalisées dans une station d'épuration.

La connaissance de la qualité des eaux usées à traiter est indispensable dans un projet de conception d'une station d'épuration, ainsi pour le choix adéquat du procédé d'épuration, et par conséquent le respect des normes de rejets.

Selon la valeur du coefficient de biodégradabilité, le traitement biologique est le plus adapté à la future station d'épuration.

Chapitre II:

Description générale de la station d'épuration

II.1.Introduction :

Toute étude technique d'un projet d'hydraulique destiné à une région quelconque est précédée par un état de connaissance sur la région d'étude à savoir la situation géographique, démographique, climatique, hydrologique et hydrique. Le présent chapitre va exposer un aperçu global sur la Station de traitement des eaux de Bou Saâda.

II.2.La Situation géographique de la zone d'étude :

La ville de Bou Saâda se trouve dans une zone semi-aride au Sud-Est de la capitale Alger et à 245 km à vol d'oiseau de la mer avec une population estimée à 190200 personnes en 2021. Elle est à près de 130 km du désert et située à une altitude de 35° 12.901'm, et une longitude de 4° 10.835 (Voir figure II-1 ci-dessous). S'étendant sur une zone urbanisable de Superficie de daïra de Bou Saâda 25000 hectares.



Figure II-1 : Localisation géographique de la ville de Bou Saâda.

II.3 La Situation administratives et la population :

Les limites administratives de la ville de Bou Saâda sont illustrées sur la figure (II.2) :

- ❖ La commune Mcif au l'est.
- ❖ La commune de Aïn El Hadjel au nord.
- ❖ La commune de Ben Srouf au sud.
- ❖ La commune El Hamel au ouest.

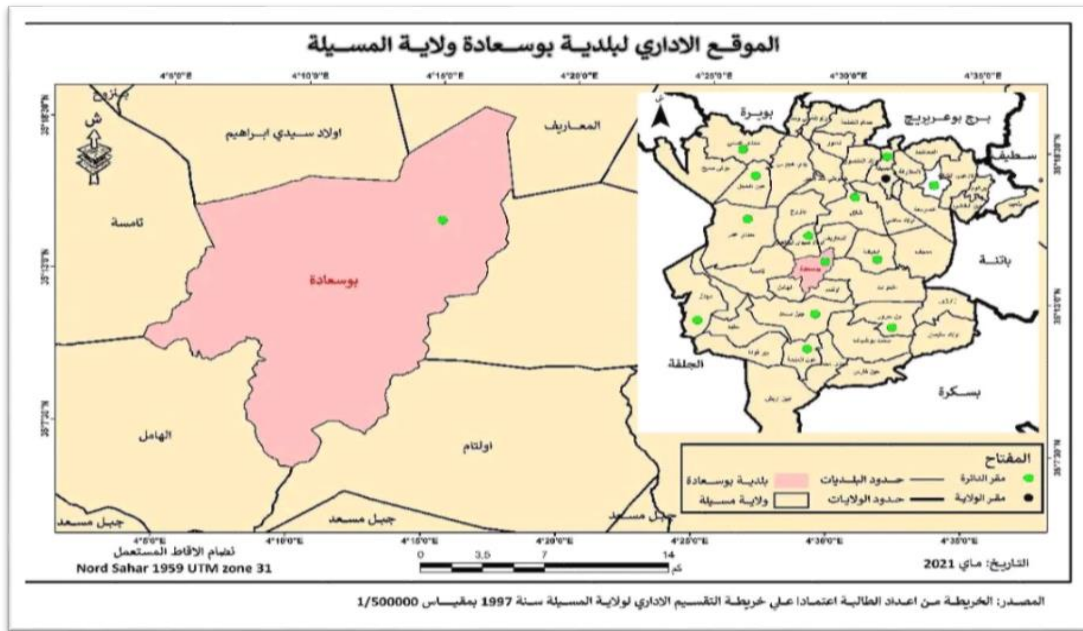


Figure II.2 : Les limites administratives de la ville de Bou Saâd

II.3.1. Les données Démographie / La population:

La ville de Bou Saâd est la deuxième commune la plus peuplée de la wilaya de M'Sila, après la commune de M'Sila. Selon le recensement général de la population de la commune est évaluée à 190200 habitants en 2021 (Tableau N°08).

Tableau II-1: Évolution démographique [31].

année	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Nb d'habitat	134250	136217	142563	147359	152306	161198	170091	175118	178631	180145	185172	190200

II.4 . Le réseau hydrographique :

La forme des reliefs, la tectonique complexe, la couverture végétal discontinue et l'hétérogénéité de la lithologie, toutes ces paramètres et facteurs réunies influent sur le schéma du réseau hydrographique de la zone étudiée, ce dernier est organisé par deux oueds principaux, le plus important est l'Oued El Maiter, c'est un oued à écoulement pérenne, il présente une pente abrupte au Sud- Ouest puis décroît vers le Nord-Est jusqu'à l'embouchure (sebkha) et Oued Bousàada moins important, il coupe la ville en deux et constitue l'exutoire des eaux usées de la ville de BouSaâda. Au Sud de la région d'étude existe des cours d'eaux indécis, Oued Roumana, Oued El Mehakoube, Oued Oultem et Oued Defla. Ces Oueds sont caractérisés par des écoulements temporaires surtout après les grandes averses. [34].



Figure II-3: Réseau hydrographique du bassin d'El Hodna

II.5. Nature Climatologique :

Au niveau urbain généralement et l'environnement urbain plus particulièrement, le facteur climatique est un facteur très important qui influence de façon directe ou indirecte la circulation des polluants dans l'atmosphère, ainsi que sur la détermination que sur le confort des habitants.

Le tableau ci-dessous donne les caractéristiques géographiques de la station Météorologique de Bou Saâda.

Tableau II-2: Caractéristique de la station météorologique de Bou Saâda.

Caractéristique de la station de :	Longitude	Latitude	Altitude (m)
Bou Saâda	4° 30	35° 40	441

La ville de Bou Saâda possède un climat méditerranéen chaud avec été sec Selon la classification de Köppen-Geiger. Sur l'année, la température moyenne à Bou Saâda est de 21.1°C et les précipitations sont en moyenne de 166.2 mm. A titre de comparaison à Alger, la température moyenne annuelle est de 19.7°C et les hprécipitations sont en moyenne de 672.3 mm. [32].

II.5.1. Les Précipitations :

La pluie est un facteur météorologique bénéfique pour l'abaissement des niveaux des pollutions, elle intervient dans la purification de l'atmosphère. La pluie peut jouer un double rôle :

- ✓ Nettoyer l'atmosphère et donc réduire la dispersion autour de site
- ✓ Lessiver également les surfaces des feuilles ou il aura pu une accumulation de certain quantité de poussières.

Les précipitations enregistrées par la station de Bou Saâda qui montre la variation moyenne annuelle (198 mm) est illustré dans le tableau **Tableau II-2**.

La région ne connaît qu'une à deux averses annuelles, autrement c'est la sécheresse pour le reste de l'année.

Les données pluviométriques sur 21 ans sont regroupées dans le tableau suivant :

Tableau II-3 : Précipitation mensuelles moyennes et annuelles (mm) de 1990 à 2018 à la ville de Bou Saâda. [32]

Année/mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TOTAL
Moy P(mm) 1990-2018	16.86	13.07	15.36	21.23	23.82	8.99	4.12	7.41	25.56	24.79	18.53	18.19	198

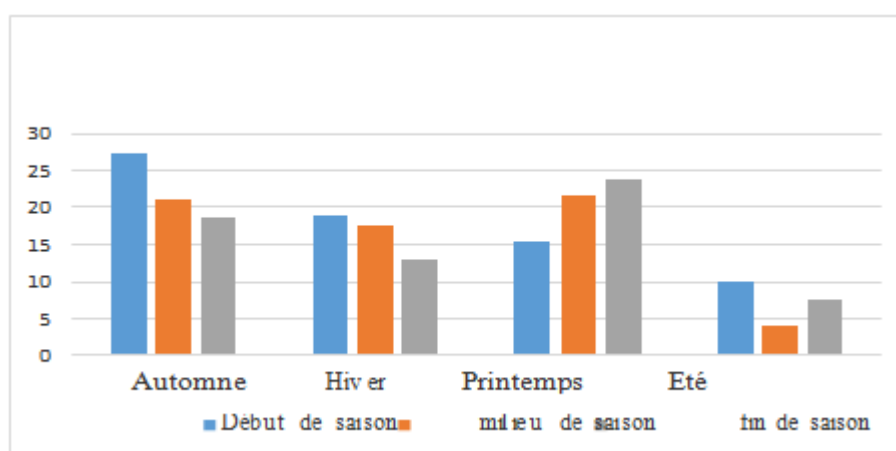


Figure II-4 : Station météorologique de M'sila[32]

Le constat tiré de l'analyse de la figure n° II-4 montre que le régime saisonnier des Précipitations dans la ville de M'sila est de type APHE (Automne, Printemps, Hiver, Eté), ceci signifie que l'automne est la saison la plus arrosée, alors que l'été est la saison la plus sèche.

II.5.2. La température :

La température représente un facteur incontournable ayant un grand impact sur le climat. Le tableau suivant indique la distribution mensuelle enregistrées à la station météorologique de Bou Saâda.

Tableau II-4 : Températures moyennes mensuelles de la station de Bou Saâda (1988-2021).

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	JT	A	Annuel
T moy (°C)	25,7	20,3	13,6	9,2	8,3	9,7	13,7	16,8	22,4	28,2	31,9	31,4	19,3
T max (°C)	38,4	32,5	25,1	19,6	19,0	21,6	27,1	30,7	36,3	41,1	43,6	42,5	31,4
T min (°C)	13,7	8,2	1,3	-2,1	-1,6	-1,2	1,3	4,2	8,4	14,0	19,2	18,7	7,0

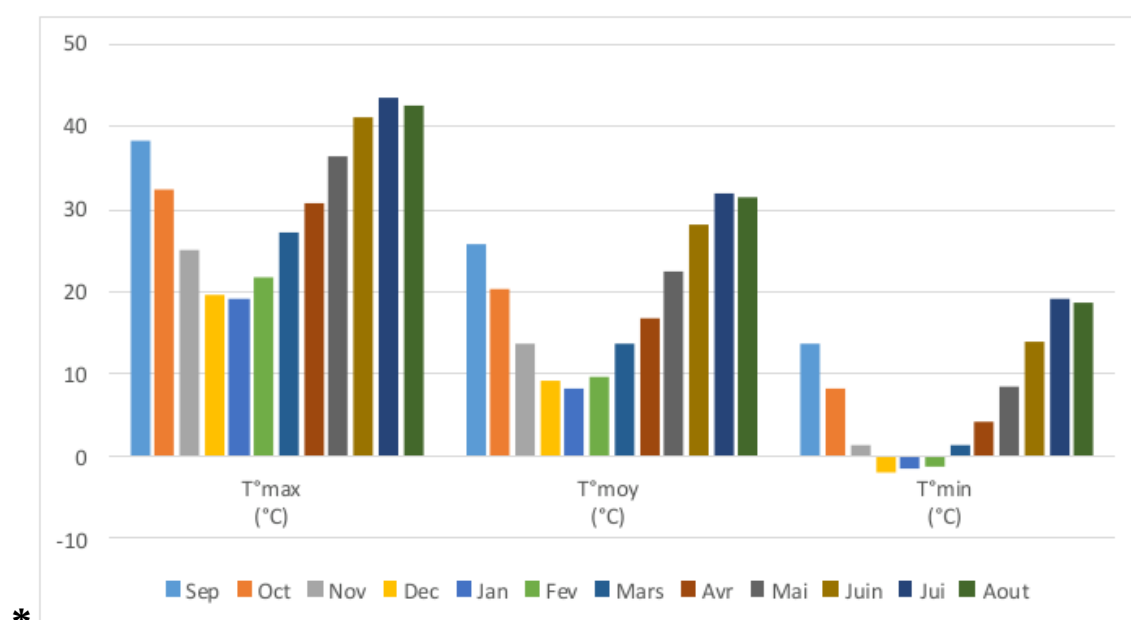


Figure II-5 : Les variations des températures mensuelles moyennes, minimales et maximales dans la région de Bou Saâda. (1988-2021)

D'après la figure n°II-4, l'histogramme des températures moyennes mensuelles montre que le mois de janvier est le mois le plus froid, avec une valeur de 8,3 C°, alors que le mois le plus chaud est le mois de juillet, avec un maximum moyen de 31,9C°.

L'histogramme des températures moyennes maximales montre que, la température maximale la plus élevée est enregistrée en juillet avec 43,6C°, et la température minimale moyenne la plus basse est enregistrée en janvier avec 19C°.

Pour les températures moyennes minimales, l'histogramme montre que les valeurs les plus Élevées sont enregistrée au mois de juillet avec 19,2C°, tandis que les plus basses sont enregistrées en Décembre avec -2,1°C. [35].

II.5.3. Indices d'aridité annuels de MARTONNE :

L'indice d'aridité de MARTONNE noté I, permet de déterminer le degré d'aridité d'une région pour. Pour le calculer on utilise la formule :

$$I = \frac{P}{T+10} \quad (1)$$

D'où :

P : désigne les précipitations totales annuelles.

T : la température moyenne annuelle.

I= 6,78. C'est un résultat inférieur à 10 donc c'est une zone aride.

II.5.4. Climagramme d'EMBERGER :

Selon « Amandier (2013) », l'indice d'EMBERGER a été mis en point dans les années 60 pour caractériser les différents climats méditerranéens à partir des données météorologiques plus couramment relevées. Ce qui fait de cette méthode une deuxième variante de calcul et de détermination des types de zones.

Grâce au quotient pluviométrique d'EMBERGER (Q) spécifique au climat méditerranéen, de situer une zone d'étude dans un étage bioclimatique.

Ce quotient tient compte des précipitations et des températures, il est déterminé comme suit :

$$Q = 200 * \frac{P}{M-m} \quad (2)$$

Q : Le quotient pluviométrique d'EMBERGER.

P : Pluviométrie moyenne annuelle en mm.

M : Moyenne maximale du mois le plus chaud.

m : Moyenne minimale du mois le plus froid.

II.6 Station d'épuration Bou Saâda:

II.6.1. Situation géographique de la station d'épuration de la ville de Bou Saâda:

La station de traitement des eaux usées de Bou Saâda, est située au sud est de la ville chef-lieu de Bou Saâda exactement dans la région nommée Al-Ma'athar qui est considérée comme une zone agricole par excellence.

Les autorités étaient motivées pour ce site vu sa présence dans l'alignement et la direction du penchant de la pente guidant l'écoulement d'eau, en plus de la disponibilité du terrain, et la présence des surfaces à irriguer, et en fin son éloignement des habitations et de ses habitants.



Figure II.6 : : Situation géographique de la STEP de Bou Saada (Google maps)

II.7. Caractéristiques socio-économiques :

II.7.1. Le Système d'assainissement :

Le Système du réseau d'assainissement de la ville de Bou Saâda, étant du type unitaire, recouvrant pratiquement la totalité de cette ville.

Le tableau suivant représente les informations du réseau d'assainissement de la ville de Bou Saâda. Ces données nous ont été fournies par les services données obtenues des services Direction de l'hydraulique de la wilaya de m'sila.

Tableau II-5 : Le réseau d'assainissement de la ville Bou Saâda [33].

Population (année2021)	190200
Taux de raccordement	88%
Longueur total	385890 m
Nombre de Collecteurs principal	3 Collecteurs
Le nombre de rejets	2 rejets
Le volum des eaux usées rejetées	14.718 m ³ /j
Le volume épuré	8000 m ³ /j

Le système d'épuration prévu en implantation dans la région de Bou Saâda recevra les eaux usées de la ville de Bou Saâda.

Les effluents de cette agglomération sont d'origine domestique et sont issus d'un réseau de type unitaire. La base de dimensionnement de la station d'épuration prévue a été fixée comme suit:

Pour l'horizon 2030 :

Les ouvrages suivants sont dimensionnés pour absorber la pointe de temps sec en phase II, soit [2030]:

- * Le dégrillage.
- * Le dessablage-deshuilage. [33].

II.7.2. Données concernant la station de traitement :

II.7.2. 1. Historique de la STEP de Bou Saâda :

La STEP a été mise en exploitation en Mars-2015, avec un volume de traitement de 32.000 m³/jr .cet équipements contribuera a la preservation de l'environnement ainsi qu'a la protection de la palmeraie de Bou Saâda et les verges de Al-Ma'athar. [34].

II.7.2. 2. Systeme d'unités :

Le système d'unités adopté pour les études, la fabrication, le montage et les essais c'est le système métrique international, y compris les symboles d'unités correspondant.

II.7.2. 3. Normes et regles techniques applicables :

Le contrat, sera soumis aux normes internationals suivante :

- Normes ISO ou similaires ;
- Normes de l'AFNOR ou similaires;
- Règles pour le calcul et l'exécution des constructions en acier 1966. Éditées par l'institut Français du bâtiment et des travaux Publics ;
- Règles pour le calcul des appareils de levage éditées par la fédération Européenne de Manutention (F.E.M.),
- Règles de construction du cahier des charges de la société Hydrotechnique de France (S.H.F),
- Spécifications techniques du groupement des APVE,
- Code de construction des appareils à pression, règles de calcul du Syndicat National de la chaudronnerie, de la tôlerie et de la tuyauterie industrielle (S.N.C.T),
- Code des soudures ASME - section IX,
- Règles les plus récentes éditées par l'Union Technique de l'Électricité (U.T.E),
- Recommandations de la commission Électrotechnique Internationale (C.E.I)
- Code des conditions générales des garanties de peinture et spécification

- Technique de décapage par projection d'abrasifs (Office National d'Homologation des Garanties de peinture Industriel - 29, Rue François 1er-75 000 - Paris ou équivalent). [33].

II.8. Base de dimensionnement de station :

Tableau II-6: Dimensionnement de station [33].

Parametres	Phase I 2020	Phase II 2030
Type de réseau	UNITAIRE	UNITAIRE
Capacité de la station (Eq.hab)	200.000	300.000
Charges hydrauliques		
Débit Journalier des eaux usées Q_j (m^3/j)	32.000	48.000
Débit moyen horaire (18heures) Q_{18m} (m^3/h)	1777,78	2666,67
Coefficient de pointe par temps sec C_p	1,56	1,55
Débit de pointe horaire par temps sec Q_{ps} (m^3/h)	2772,0	4129,10
Débit entrant à la station d'épuration $2x Q_{ps}$	5544,16	8258,21
Charges polluantes	2020	2030
DBO₅		
Charge journalière en DBO ₅ (kg/j)	10.800	16.200
Concentration de l'effluent (mg/l)	337,5	337,5
MES		
Charge journalière en MES (kg/j)	12.000	18.000
Concentration de l'effluent (mg/l)	375	375

II.9. Bilan énergétique d'exploitation de la station :

Tableau II-7 : Bilan énergétique d'exploitation de la station [33].

Postes	Nbre	Puissance unitaire Installée (KW)	Total puissance installée (KW)
Station de relevage	03	200	600
grilles grossières	02	0,84	1,68
Grilles fines	02	0,84	1,68
Dessableur - Déshuileur			
- Pont racleur motorisé	01	0,94	0,94
- Classificateur	01	0,5	0,50
Bassin d'aération			
- Motoréducteurs	08	108	864
Clarificateur			
- Pont décanteur secondaire	02	0,95	1,90
Epaississeur			
- Moto-réducteur	02	0,75	1,50
- pompes boues en excès	02	25,00	50
Recirculation des boues			
- Pompes de recirculation	04	60	240
Chloration	01	0,37	0,37
T O T A L (Kw)			1762,57

II.10. Caractéristiques de la station d'épuration STEP de la ville de Bou Saâda:

La capacité de la station en équivalent habitant est estimée à 20 000 équivalent habitant à l'horizon 2018. Les débits des eaux usées l'entrée de la STEP sont comme suit :

II.10.1 Bilan de l'auto-surveillance :

Tableau II-8 : Tableau des données d'auto-surveillance d'après [34].

Paramètres de l'auto-surveillance	Débit moyen (m ³ /j)	MES (mg/l)	DBO ₅ mg/l	DCO mg/l	N-NH ₄ (mg/l)	N-NO ₂ (mg/l)	N-NO ₃ (mg/l)	NT (mg/l)	PO ₄ -3 (mg/l)	O ₂ Dissous (mg/l)	Conductivité (µS/cm)	T (°C)	PH
Entrée STEP (Eau brute)	8426	423,30	298,50	899,00	57,40	0,507	1,01	79,40	5,03	2,28	3244,00	17,02	8,07
Nbr d'analyses / mois (Eau brute)	31	3	2	3	1	1	1	1	1	21	21	21	21
Sortie STEP * (Eau épurée)	7526	16,66	0	54,66	0,905	0,029	0,326	57,20	2,66	8,73	3069,00	16,42	8,21
Nbr d'analyses/ mois (Eau épurée)	31	3	1	3	1	1	1	1	1	21	21	21	21

II.10.2. Charge de pollution:

Tableau II-9 : Tableau du Charge de pollution . [34].

Paramètre	MES (Kg/mois)	DBO ₅ (Kg/mois)	DCO (Kg/mois)	N-NH ₄ (Kg/mois)	N-NO ₂ (Kg/mois)	N-NO ₃ (Kg/mois)	NT (Kg/mois)	PO ₄ -3 (Kg/mois)
Charge Entrée STEP (Eau brute)	110567,7	77971,2	234821,9	14991,6	133,3	263,5	20739,0	1314,4
Charges Sortie STEP (Eau épurée)	3887,4	0	12753,4	210,8	6,2	75,95	13345,5	620,6
Charge de pollution éliminée	106680,3	77971,2	222068,5	14780,8	127,1	187,5	7393,5	693,8

II.10.3. Rendement epuratoire :

Tableau II-10 : Tableau du rendement epuratoire . [34].

Paramètre	MES (Kg/j)	DBO ₅ (Kg/j)	DCO (Kg/j)	N-NH ₄ (Kg/j)	N-NO ₂ (Kg/j)	N-NO ₃ (Kg/j)	NT (Kg/j)	PO4 -3 (Kg/j)
Charge Entrée STEP (Eau brute)	3566,7	2515,2	7574,9	483,6	4,3	8,5	669 ,0	42,4
Charge Sortie STEP (Eau épurée)	125,4	0	411,4	6,8	0,2	2,4	430,5	20,0
Rendements Épuratoires (%)	96,48	98.25	94,57	98,59	95,35	71,18	35,65	52,78

II.10.4 Suives des boues :

Tableau II-11 : Les données des suives des boues. [34].

Quantité des boues Produites (m ³)	MVS des boues Produites (mg/l)	MES des boues Produites (mg/l)	Siccité moyenne (%) à la sortie de la déshydratatio n	Poids en Matière s Sèches (kg MS)	Quantité de boues Produites Estimées* (Kg MS)	Devenir des boues (Kg MS)		
						Agriculture	Décharge	Autres incinération,,
5712	5800	8933	59,45	/	51025,3	/	/	El Oued

II.10.5.suivi des produits de l'épuration :

Tableau II-12 : Les données des suivi des produits .[34].

Déchets solides et refus des Dégrielleur (m ³ /mois)	Sables (m ³ /mois)	Huiles et Graisses (m ³ /mois)
44.8	64	25.6

II.10.6 .Reutilisation des eaux usees epurées :

Tableau II-13 : Le volume des eaux epurees Reutilisées.[34].

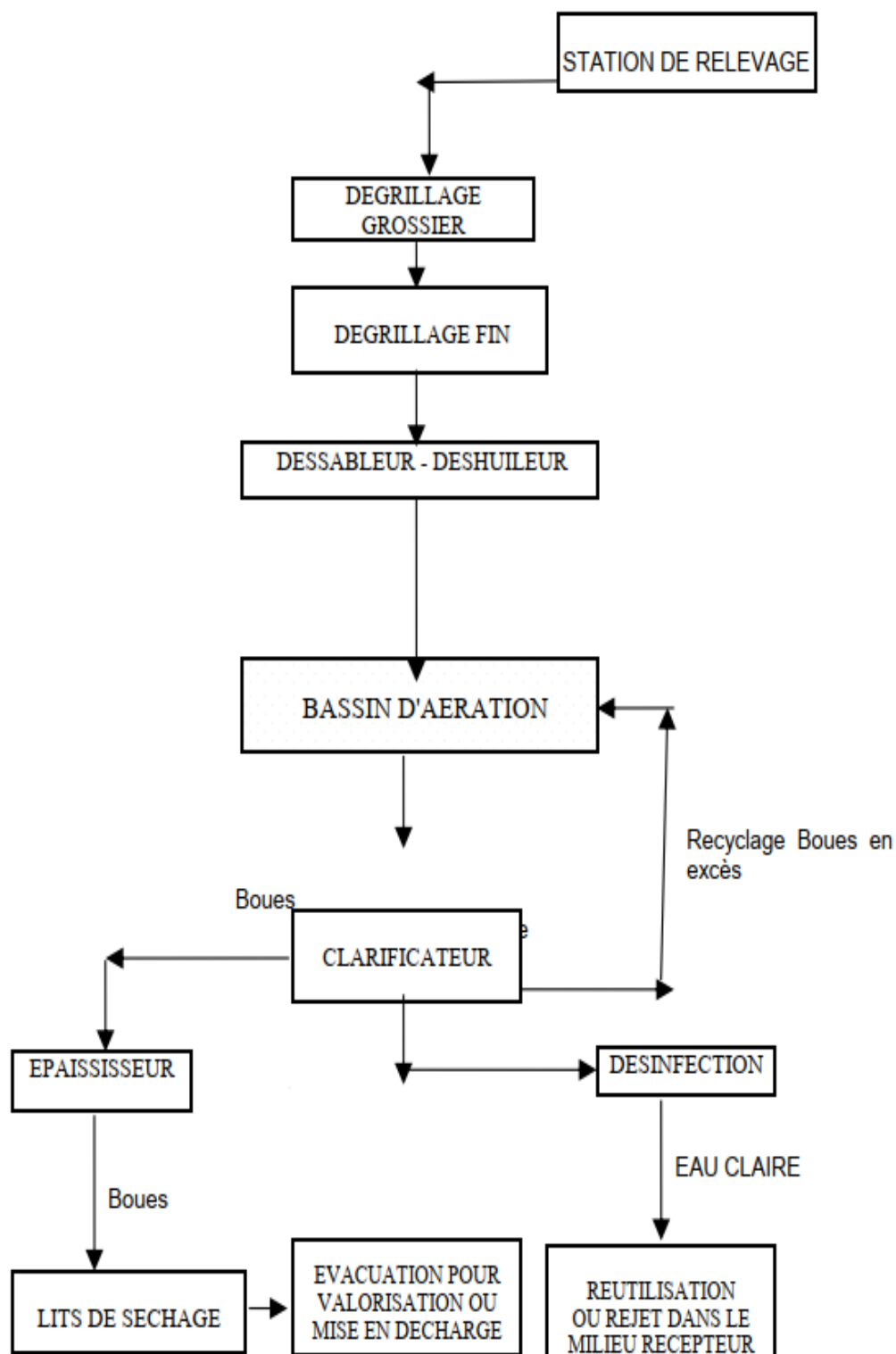
STEP	Volume d'eaux épurées (m ³ /mois)	Volume réutilisé (m ³ /mois)	Périmètre irrigué	Superficie du Périmètre (ha)	Type de culture	Concessionnaire
Bou Saâda	233618	/	/	/	/	/

II.11 . Description et fonctionnement de la station :

La filière de traitement proposée, de type aération prolongée, comprendra les étapes successives suivantes :

- 1- L'effluent brut arrive à la station par relevage ;
- 2- Il est ensuite acheminé par refoulement vers le dégrillage;
- 3- L'effluent dégrillé s'écoule vers l'ouvrage de dessablage- deshuilage;
- 4- Ainsi, après dégrillage, dessablage et déshuilage, l'effluent est dirigé vers le bassin d'aération.
- 5- Une fois ce stade effectué, l'effluent se dirige vers la clarification afin de séparer les boues produites dans l'aération pour ne laisser déverser que l'effluent traité.
- 6- Les boues produites seront acheminées vers les lits de séchage prévus [34].

Le schéma ci-dessous resume le principe de fonctionnement [33] :



A. Schéma représente le principe de fonctionnement de la STEP [33] :

II.12. Station de relevage :

Les eaux usées arrivent dans un collecteur enterré la cote du collecteur à l'entrée de la STEP est 1018.05 m, et la cote d'arrivée des eaux usées à la station de relevage 1007.5m. donc cette différence d'altitude nécessite un système de relèvement. Cette opération de relèvement des eaux s'effectue grâce à des pompes submersibles pour eaux chargées. Depuis le puits collecteur au pied d'Oued Soultz, l'effluent doit être pompé en direction du puits collecteur situé à l'entrée de la station d'épuration. Il y a trois pompes centrifugeuses submersibles, dont une en réserve comme il est mentré dans le **tableau II.9** .

La station de relevage est dotée d'un dégrilleur pour éliminé les gros déchets charrée dans les canalisations eaux usées .Aussi la station est dotée d'un trop plein qui assure l'évacuation de surplus de l'eau vers l'oued et d'un by-pass qui assure l'évacuation de l'effluent a l'oued en cas d'intervention sur la station de relevage. [33].

II.12.1. La station de relevage des eaux uséesde la station ont les caractéristiques suivantes :

Tableau II-14 : Caractéristiques de la station de relevage [33].

Débit total	5544,16 m ³ /h
Cote file d'eau arrivée station de relevage	489,04
Cote fie D'eau arrivée dégrilleur	500,76
Distance entre la station et dégrilleur	46,64m
Hauteur géométrique	13.82 m
Perte de charge total	13,5m
Hauteur manométrique total	27,32m
Nombre de pompe 03 +(01 réserve)	1850 m3/h
Puissance estimée de la pompe	200 KW
Puissance total	600 KW

II.13. Principe de fonctionnement de STEP de Bou Saâda:

Le traitement des eaux usées dans la station de la ville de Bou Saâda se fait par la technique de « Boues activées » qui est une méthode classique. Le procédé à boues activées est actuellement le procédé le plus valable d'épuration biologique des eaux résiduaires. Parmi ses grands avantages nous citons :

- La Sécurité en ce qui concerne le degré d'épuration des eaux traitées, du fait que les facteurs d'influence les plus importants, par exemple apport d'eau résiduaire, et de masse bactérienne (boue activée), sont contrôlables,
- Une plus grande efficacité qu'avec les lits bactériens, du fait que ce procédé est beaucoup moins dépendant de la température,
- Une phase de démarrage plus courte (moins de deux semaines) par rapport aux lits bactériens (4 à 6 semaines),
- Absence totale d'odeurs et de mouches

Ce procédé permet de traiter les eaux résiduaires de 100 000 à 200 000 équivalents habitant. Cette opération se fait dans des bassins à sections rectangulaires. Leur taille est variable. Toutefois on peut dire que leur longueur reste inférieure à 150 m. La profondeur varie de 2,5 m à 5 m. Les rotors qui assurent l'aération du bassin mesurent entre 3 et 9 m et sont situés à 1 m sous la surface. Dans son fonctionnement, ce type de traitement est constitué des étapes de base suivantes :

- Un réacteur dans lequel les micro-organismes responsables de l'épuration sont maintenus en suspension et aérés.
- Une séparation solide-liquide réalisée par un décanteur secondaire (ou clarificateur) une membrane. Dans un procédé de type RBS, cette séparation se fait dans le réacteur principal.
- Un dispositif de recirculation des boues vers le réacteur.

Dans la plupart des cas, le procédé des boues activées est utilisé en association avec des procédés physiques ou chimiques, mis en œuvre pour le prétraitement et le traitement primaire de l'eau usée, et souvent pour un post-traitement comprenant désinfection et éventuellement filtration. [33]

II.13.1. Les différentes phases de traitement à la STEP de la ville de Bou Saâda :

Les multiples utilisations de l'eau sont sources de pollution, car produire, consommer, vivre son quotidien... fait le bon cours de la vie. Mais, malheureusement ce cycle avec tout le bonheur qu'il nous apporte, ne peut se détacher de ses inconvénients et nuisances.

L'eau est sources de vie, mais une fois utilisée elle se transforme en un fardeau qu'il faut gérer et exploiter au maximum. Pour cela et en vue d'assainir, les eaux usées domestiques, une partie

des eaux de pluie ainsi que certaines eaux résiduaires industrielles sont récupérées par un réseau d'égouttage qui les amène, via des collecteurs d'assainissement, dans des stations d'épuration. Cette dernière qui jouera le rôle d'une usine productrice à partir de ces déchets, d'une eau prête à être réutilisée en plus d'une boue le moins qu'on peut dire, que c'est une boue utile à la valorisation et l'utilisation agriculture.



Figure II-7 : Le processus de fonctionnement d'une-station-d'épuration

La ville de Bou Saâda étant classée région aride, Les eaux usées domestiques, les eaux de pluie ainsi que certaines eaux résiduaires industrielles de cette ville sont récupérées par un réseau d'égouttage unitaire qui les amène via un collecteur d'assainissement dans la station d'épuration exploitées par l'ONA.

Les eaux usées en provenance via ce collecteur traversent le "déversoir d'orage" qui permet, par temps de pluie, de sélectionner le débit qui pourra être dirigé vers la station d'épuration ; en cas d'averses importantes ou le cas d'inondations l'excédent constitue la "surverse temps de pluie" qui est dirigé, sous forme diluée, vers le cours d'eau récepteur.

II.14. Les prétraitement :

Les eaux usées subissent tout d'abord un prétraitement mécanique et physique. Ou les eaux usées passent à travers des grilles (dégrilleurs) retenant les matières solides grossières (branches, feuilles, plastiques divers, canettes, etc.).

Cette étape consiste à éliminer les grosses particules véhiculées par les eaux susceptibles d'endommager les organes mécaniques ou de perturber l'efficacité des étapes ultérieures d'épuration. Les affluents bruts relevés seront collectés dans un canal ouvert comprenant une mesure de niveau et un ensemble de mesure de la qualité d'eau (PH et Conductivité) avant d'arriver à l'équipement de dégrillage .

Cette étape consiste à éliminer les grosses particules véhiculées par les eaux susceptibles d'endommager les organes mécaniques ou de perturber l'efficacité des étapes ultérieures d'épuration. Les affluents bruts relevés seront collectés dans un canal ouvert comprenant une mesure de niveau et un ensemble de mesure de la qualité d'eau (PH et Conductivité) avant d'arriver à l'équipement de dégrillage. [34]



Figure II-8 : Enlèvement des résidus de terre et du gravier

A. Dégrillage mécanisé grossier :

Le dégrillage grossier permet d'éliminer les matières grossières et de protéger les équipements électromécaniques situés en aval. La STEP constitué de deux 02 dégrilleurs et d'une mesure ultrasonique différentielle de niveau. Il comprend, deux canaux de dégrillage, équipé chacun d'une grille à nettoyage automatique dont les caractéristiques sont exposées dans le tableau suivant :

Tableau II-15 : Dimensions du dégrilleur grossier. [34].

Nombre des dégrilleurs : dont un manuel	4
Largeur	1250 mm
Hauteur	2000 mm
Surface non colmatée	70%
Espace libre entre les barreaux	50mm



Figure II.9: Dégrilleur mécanique grossier

Au fur et mesure que les fentes de dégrilleur (grossier et fin) se colmatent , la vitesse d'écoulement augmente pour atteindre 0.74 m/s avec un colmatage de 20% et 1.05 pour un colmatage de 40% . En général la grille est nettoyée quand la fente bouchée à 40%. [34].

B. Dégrillage mécanisé fin:

Il est constitué de deux dégrilleurs et d'une mesure ultrasonique différentielle de niveau. Les canaux de dégrillage équipés eux aussi d'une grille à nettoyage automatique pour éviter le bouchage et la dégradation des éléments mécaniques en aval .

Il est à noter que le dimensionnement de cette partie de l'installation (dégrillage) est basé sur le débit de pointe en temps de pluie . [34].

Tableau II-16 : Dimensions du dégrilleur fin. [34].

Nombre des dégrilleurs	4
Largeur	500 mm
longueur	700 mm
Espace libre entre les barreaux	10mm



Figure II.10 : Dégrillage mécanisé fin



Figure II.11 : Les refus de dégrillage

C. Dessablage-déshuilage :

Après le dégrillage, les eaux usées sont dirigées vers la prochaine étape de traitement constituée de dessablage et déshuilage. Ces deux phases sont ainsi combinées et réalisées dans un même équipement, dit dessaleurs / déshuileur, il est rectangulaire aéré. Cette étape de traitement est constituée de deux filières parallèles et indépendantes. Le dessaleur permet de retenir et d'éliminer les sables et autres éléments minéraux afin d'éviter les phénomènes d'abrasion des équipements mécaniques situés en aval. L'air est injecté dans les dessaleurs aux moyens de rampes de diffusion des bulles d'air fines répartis sur la longueur des dessaleurs. Le sable récupéré est pompé vers le classificateur à sables. Alors que, les graisses sont raclées en surface et reprises dans une goulotte à grasses avant d'être pompés et dirigées vers un conteneur. Il est à noter que le dimensionnement de cette partie de la station est basé en fonction du débit de pointe en temps de pluie pour une seule ligne. La deuxième ligne est dimensionnée comme ligne de secours [34].



Figure II.12 : Désableur / déshuileur

Il est à noter que les déshuileurs ont les dimensions suivantes :

- Longueur : 40 m.
- Largeur : 2.40 m
- Profondeur de l'eau : 2.50 m
- Volume de chaque déshuileur : 120 m³
- Volume totale des déshuileurs : 240m³..

II.15. Principe de l'épuration et filaire de traitement :

La station fonctionne sur la base d'un procédé à boue activée à moyenne charge. La filière de traitement est composée des ouvrages suivants [34]:

- Degrillage grossier
- Degrillage fin mecanise
- Dessableur-deshuileur
- Bassin d'aeration
- Decantation secondaire
- Bassin de chloration
- Recirculation des boues
- Extraction des boues en exces
- Epaissement des boues
- Deshydratation des boues sur lit de sechage.

II.15.1. Traitement Secondaire :

Le traitement secondaire est composé de deux phases principales [34] :

- 1) Traitement biologique.
- 2) Décantation secondaire.

II.15.2. Traitement biologique :

Le traitement biologique est utilisé pour détruire les composés organiques contenus dans l'eau. On distingue 2 types de traitements [34] :

- Traitement aérobie
- Traitement anaérobie

La dégradation biologique à effectuer est caractérisée par le souhait de réduction de la demande biologique en Oxygène (DBO₅).

Dans les systèmes aérobie, l'eau est aérée avec de l'air comprimé (dans certain cas avec de l'oxygène).

Les systèmes anaérobies fonctionnent en l'absence d'oxygène. On associe généralement à un réacteur...

Tableau II-17 : Les actions du réacteur biologique [34].

Aérobie	Anaérobie
Une aération	Digestion
Une décantation	Une méthanisation
Une clarification.	Un stockage et une utilisation des gaz
Une nitrification	

L'épuration biologique prévue en aération prolongée s'effectuera conformément à l'ensemble classique suivant :

- ✓ L'aération;
- ✓ La clarification, où s'effectue la séparation " boues / eau traitée ";
- ✓ La recirculation des boues assurant le réensemencement en boues des bassins d'aération.

Il faut noter que ce type ou mode de traitement se base sur le mécanisme naturel d'autoépuration de la rivière. « Ces traitements sont biologiques et permettent d'éliminer les polluants dissous. Pour cela on utilise des populations de micro-organismes capables de les Consommer. Dans les cas étudiés, le principe général est de favoriser la croissance de communautés de bactéries aérobies, c'est-à-dire qui prélève l'O₂ pour leur métabolisme. »

Au niveau du traitement secondaire, l'effluent contient toujours de la matière organique, dissoute et en suspension, qui n'a pas été retenue dans les précédentes étapes. Cette matière va être dégradée par le micro-organisme. L'efficacité du traitement dépend du temps de séjour et de la vitesse ascensionnelle (qui s'oppose à la décantation).

Le procédé utilisé est de type boues activées à faible charges fonctionnant en aération prolongée. Ce type de traitement biologique consiste en un réacteur biologique anaérobie où l'on provoque le développement de culture bactérienne dispersée sous forme de floccs appelés biofloccs. Ces dernières provoquent une oxydation directe de la matière organique des eaux usées à partir de l'oxygène dissous dans l'eau. Le mélange (eaux usées-biofloccs) est appelé liqueur mixte. Cette matière représente la source d'alimentation du réacteur en eau polluée. Cette dernière est maintenue dans un régime turbulent par l'aération « L'élimination de l'azote se fait par nitrification dénitrification la nitrification se produit dans des bassins aérobie alors que la dénitrification se fait dans les bassins anoxiques. [34]

Le répartiteur :

Nous prévoyons la construction d'un ouvrage en tête du traitement biologique assurant les fonctions suivantes:

- Répartition du débit entre les deux (02) files de traitement,
- Mélange entre les eaux brutes et les boues de recirculation.

- Le bassin d'aération:

On distingue ainsi différents procédés d'épuration par boues activées. Ils sont classés comme suit [11]:

Les procédés à moyenne charge pour lesquels :

$$0.2 < C_m < 0.5 \text{ kg DBO}_5 / \text{kg MS/j.}$$

$$0.6 < C_v < 1.5 \text{ kg DBO}_5 / \text{m}^3.\text{j.}$$

Les procédés à forte charge:

$$C_m > 0.5 \text{ Kg DBO}_5 / \text{kg MS/j, en général entre 1.5 et 2 Kg DBO}_5 / \text{kg MS/j.}$$

$$C_v > 1 \text{ kg DBO}_5 / \text{m}^3.\text{j.}$$

Les procédés à faible charge qui fonctionnent en aération prolongée :

$$C_m < 0.1 \text{ Kg DBO}_5 / \text{kg MS/j.}$$

$$C_v < 0.6 \text{ kg DBO}_5 / \text{m}^3.\text{j.}$$

$$\text{* Débit moyen journalier : } Q_m = 32.600 \text{ m}^3 / \text{j}$$

$$\text{* DBO}_5 \text{ à l'entrée : } L_o = 10.800 \text{ kg/ j}$$

Pour un traitement biologique en aération prolongée, on appliquera une charge massique inférieure à 0,1 kg DBO₅/Kg MS/J et la charge volumique < 0,6 Kg DBO₅/m³/j..

II. 16. Description du procede d'épuration biologique :

Compte tenu de la qualité de l'effluent à traiter et du niveau de rejet requis, la filière proposée est du type « Aération prolongée »

Dans ce type de traitement biologique des effluents, on fait généralement appel aux processus aérobies par lesquels les bactéries provoquent une oxydation directe des matières organiques des eaux usées à partir de l'oxygène dissous dans l'eau. La dégradation est un phénomène complexe générateur de l'énergie nécessaire à la vie des micro-organismes: reproduction, croissance, déplacements, etc...

Le procédé aérobie provoque le développement de bactéries qui, par des actions physico-chimiques retiennent la pollution organique et s'en nourrissent.

Le procédé aération prolongée consiste en un réacteur biologique aérobie où l'on provoque le développement d'une culture bactérienne dispersée sous forme de flocons appelés bioflocs. Le réacteur est alimenté en eau polluée et le mélange (eau usée-bioflocs) est appelé **liqueur mixte**.

La liqueur mixte est maintenue dans un régime turbulent par le système d'aération; les aérateurs de surface en l'occurrence.

De l'oxygène dissous, introduit dans la masse de la liqueur mixte, est nécessaire pour la respiration et le développement des micro-organismes aérobies. Après un temps de contact suffisamment long, la liqueur mixte est envoyée dans le clarificateur mécanisé.

Durant cette phase, une séparation solide/ liquide s'effectuant par gravité est améliorée par le mécanisme racleur.

Les boues sont ensuite recyclées dans le bassin d'oxydation de façon à maintenir une concentration adéquate en bactéries épuratrices. Les boues en excès venant du décanteur secondaire sont évacuées et dirigées vers le traitement des boues.

Le traitement se fait dans deux filières de bassins biologiques. Chaque filière comportant :

- Un bassin anoxique
- Un bassin anaérobique (sans O₂)



Figure II-13 : Modele d'un bassin anoxique (Photo de la STEP de la ville de Bou Saâda)

A. Bassin biologique :

Les eaux dessablés et déshuilées arrivent à une chambre de répartition au répartiteur les boues recyclées sont aussi admises à l'entrée de cette chambre à ce niveau, l'eau à épurer est distribué également vers les deux bassins biologiques.

- *Les bassins anoxiques (pauvre en O_2):*

Les bassins anoxiques reçoivent un débit en provenance du répartiteur des bassins biologique et un début de recirculation de la liqueur mixte provenant des bassins anaérobique chaque ligne anoxique est équipé de quatre agitateurs de brassage et un poste de recirculation » [34]



Figure II-14 : Modèle d'un bassin d'aération (Photo de la STEP de la ville de Bou Saâda)

B. Le réacteur biologique :

Dans un bassin les eaux usées sont mises en contact avec des micro-organismes (boues activées) afin de broyer les pollutions biodégradables.

II.17. Les décanteurs secondaires :

Ces décanteurs, souvent appelés clarificateurs, sont utilisés dans les installations à boues activées pour séparer l'eau traitée de la biomasse, décanter les boues et les épaissir suffisamment afin que leur recirculation en tête des bassins y maintienne la concentration en biomasse à la valeur désirée. Il faut porter une importance toute particulière au mode de reprise des boues : les volumes à reprendre sont importants et la nature biologique des boues impose une bonne maîtrise de leur temps de séjour sur le radier, afin d'éviter des évolutions indésirables en l'absence prolongée d'aération.

II.17.1. Le clarificateur :

Le mélange est dirigé vers un second bassin où s'effectue, par décantation, la séparation entre les boues biologiques et les eaux épurées. Les eaux épurées sont ensuite rejetées dans le cours d'eau récepteur. Les boues biologiques récupérées au fond du clarificateur sont principalement réinjectées dans le bassin biologique pour assurer la continuité du traitement. Les boues excédentaires produites sont récupérées et valorisées.



Figure II-15 : Modèle d'un Clarificateur (Photo de la STEP de la ville de Bou Saâda)

II.18. Les Sous produits issus de l'épuration des eaux:

II-18-1- Boues:

Les boues seront stabilisées épaissies puis déshydratées sur lits de séchage, avant leur envoi en décharge ou utilisés comme amendement agricole. [33].

II-18-2- Produits de dégrillage:

Les refus de dégrillage seront évacués par un tapis transporteur dans une benne à ordures. [33].

II-18-3- Graisses et huiles:

Elles seront stockées dans une fosse à graisses avant leur enlèvement. [33].

II-18-4- Sables :

Ils seront extraits de l'ouvrage de prétraitement, séparés de leur eau par un classificateur, puis stockés dans une benne enlevant. [33].

II.19. Le traitement tertiaire :

II.19.1. La désinfection par chloration :

Après un traitement Secondaire. Généralement l'eau épurée provenant des décanteurs secondaires est acheminée dans un bassin contact rectangulaire en béton de type chicanes, permettant d'assurer un bon mélange de la solution hypochlorite de sodium avec l'eau épurée.

La mesure du résiduel s'effectue avec un ensemble de sonde et transmetteur délivrant un signal. Ce dernier, sert à asservir l'injection du chlore et à afficher localement, et au niveau du tableau de commande, la valeur instantanée du chlore résiduel. Les eaux épurées sont introduites, après une désinfection par l'injection de la solution hypochlorite de sodium, dans le bassin de contact. [34]



Figure II-16 : Bassin de chloration (Photo de la STEP de la ville de Bou Saâda)

Desinfection:

La chloration se fera dans un bassin de mélange (eau de javel + eau traitée), équipée d'un agitateur.

Caractéristiques de l'hypochlorite:

- . Concentration : 12 °chlorométrie
- . Densité : 5 g/l
- . Concentration en chlore actif : 138 g/l

Tableau II-18: Les matières utilisées pour la desinfection [34].

Quantité de chlore à doser:Dose moyenne (g/m ³)	05
Débit moyen (m ³ /h)	2666,67
Quantité du chlore (g)	13333,35
Quantité du chlore dans un litre (g)	12 x3.17=38.04
Débit d'eau de javel (l/j)	350

II.19.2. Valorisation des boues :

Les boues en excès sont déshydratées et suivent alors l'une des deux filières existantes : la valorisation des boues en agriculture ou la valorisation thermique.



Figure II-17 : Les boues en excès déshydratées (Photo de la STEP de la ville de Bou Saâda)

II.20. Contrôles :

C'est une étape très importante. Alors dans la succession des étapes du procédé d'épuration, on ne manque pas de contrôler et d'analyser les eaux et les boues selon les 42 indicateurs de la méthode IDEA, et d'élaborer une typologie des méthodes de traitement en fonction de leur niveau de durabilité en vue de s'assurer de leur conformité vis-à-vis des normes environnementales européennes.

II.21.Conclusion :

Dans ce chapitre après avoir donné un aperçu général de la ville de Bou Saâda ; notamment

La situation géographique et géologique, Aussi climatologique, Hydrographique. Nous avons pu enregistrer que, les eaux usées de la ville de Bou Saâda sont traitées au niveau de la station d'épuration situé au sud du chef-lieu de la ville de Bou Saâda.

Dans ce chapitre nous avons décrit le système d'épuration pratiqué lors de l'épuration le traitement des eaux usées, à savoir les prétraitements (le dégrillage, le dessablage,...), le traitement secondaire (biologique, décantation,...) et le traitement tertiaire (valorisation des boues,...).

Dans un autre volet, nous avons apporté la description de quelques parties du système de traitement ainsi que les sources des eaux usées, équivalent habitants, Débit moyen journalier à l'entrée ainsi qu'à la sortie de la STEP, Débit moyen horaire, DBO₅, MES, qui nous ont été fourni par le staff technique de la STEP. Toutes ces données obtenues seront utilisées dans le chapitre prochain.

Chapitre III:

Les modes opératoires

III.1.Introduction :

Avant lancer la présentation et la discussion des différents résultats obtenus au cours de notre étude, il nous paraît impératif de décrire les diverses méthodes expérimentales et analytique suivies. Ainsi, nous présenterons dans ce chapitre, la composition et la préparation des solutions de coagulant et adjuvants. Ensuite, les méthodes de dosage de différents paramètres physico-chimiques, ainsi que le protocole expérimental de la méthode de coagulation-floculation par les essais de jar-test.

III.2. Prélèvement des échantillons :

Pour toute analyse, la prise d'échantillons est indispensable. La méthode adoptée en général s'appuie sur la diversité des échantillons et de leurs lieux de prélèvement. Pour cela la prise des échantillons se fait à plusieurs points(du 12 au 23 .prélèvement). A partir de l'entrée de la station d'épuration (après Dessableur), et à la sortie de la station (du 09 au 23 prélèvement) (bassin de chloration) . Avec une perche spéciale à main, on procède aux prélèvements d'échantillons sur place. Puis on fait remplir dans un préleveur qui assure pendant une durée de 24 heures, un mélange représentatif de la journée pour l'entrée (eau brute) et la sortie (eau épurée) de la station. Delà on peut faire la distinction entre deux types d'échantillon vu la manière de Prélèvement. [34]

1/ Echantillonnage automatique

2/ Echantillonnage manuel



Figure III.1 : Echantillonnage (Photo de la STEP de la ville de Bou Saâda)

III .3. Regles generales concernant la conception des equipements:

L'ensemble de la fourniture devra répondre aux règles de la normalisation édictées par l'Administration Française de normalisation

III .3.1.Appareillage :

- Matériaux
- Montage conditions d'exploitation et maintenance
- Lubrification
- Echauffement
- Bruits
- Vibrations

III.3.2. Matériels et produits :

Le matériel utilisé dans ce travail est mentionnés dans le tableau suivant :

Tableau.III.01 : Tableau des matériels et produits utilisés. [34]

Matériels utilisés	Produits utilisés
Bécher –micropipette - erlenmeyer - entonnoir	1) Sulfate d'aluminium ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$).
Eprouvette gradué - verre de montre - spatule inox	2) Chloride d'aluminium $\text{Al}(\text{Cl}_3)$.
Mortier et pilon - – papierfiltre- cuve spectro usage	3) hydroxyde de sodium (NaOH).
	4) acide chlorhydrique (HCl).



Figure III.2 : Photos de quelques matériels utilisées (Photo de la STEP de la ville de Bou Saâda)

III.3.3. Procédure expérimentale :

Afin de poursuivre le phénomène de la coagulation-floculation et l'optimisation des paramètres qui l'influent, nous avons effectué des séries d'essais sur Jar test en laboratoire Le Jar Test est un appareil couramment utilisé pour les essais de coagulation-floculation. Il est composé de 6 postes à vitesse réglable de 0 à 300 tr/min, un régulateur de vitesse et une minuterie Les vases de floculation utilisés sont des béciers de forme haute de 95 mm de diamètre utile et d'une capacité de 1 L. Les agitateurs sont des pales rectangulaires de 2 x 5,5 cm et placées à 4 cm du fond du bécier. [34]

III.4. Dispositifs expérimentaux :

III.4.1. Jar Test :

Le Jar-test est un appareil qui permet de déterminer la concentration optimale du Coagulant pour le processus de coagulation floculation. Toutes les doses sont exprimées en poids de produits commerciaux (solution ou poudre). Le mode de travail de cet appareil se fait selon le protocole suivant [34] :

- 1) On lave bien les béchers et s'assurer qu'il ne reste aucune trace de détersif, on remplit les béchers avec l'eau usées (1l), on place chaque bécher sous l'agitateur et on submerge les palettes.
- 2) démarrage des agitateurs (150 rpm pendant 1 min) c'est la phase de coagulation (agitation rapide).
- 3) Ajouter alors des doses croissantes (entre 0.1 et 0.5 g/L) du coagulant (Sulfated'aluminium. ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$).ou Chlorure d'aluminium $\text{Al}(\text{Cl}_3$).
- 4) Remuer rapidement (150tr / min) pendant 3 minutes.
- 5) Après 3 minutes : Réduire l'agitation à 40tr/min et laisser le mélange sous agitation lente pendant 15 minutes. Laisser reposer jusqu'à ce qu'il se stabilise en arrêtant et en soulevant les lames
- 6) Après 10 - 35 - 60 minutes de coulée, prélever une quantité suffisante de surnageant (eau claire) dans chaque bécher, et mesurer les paramètres de productivité sélectionnés.
 - **PH- mètre.**
 - **turbidité.**
 - **matières en suspensions (MES).**
 - **Conductivité.**
 - **spectrophotomètre UV-vis (UV 254).**



Figure III.3 : Appareil du Jar test(Photo de la STEP de la ville de Bou Saâda)

III.4.2 Mesure de Ph :

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

Le pH doit être impérativement mesuré sur le terrain à l'aide d'un pH-mètre.

Tableau III.03: Classification des eaux d'après leur pH.

pH < 5	Acidité fort => présence d'acide minéraux ou organique dans les eaux naturelles
pH= 7	pH neuter
7 < pH < 8	Neutralité approchée => majorité des eaux de surface
5.5 < pH < 8	Majorité des eaux souterraines
pH = 8	Alcalinité forte, évaporation intense



Figure III.4 : Microprocesseur pH Mètre

III .4.3. Mesure du Conductivité

La conductivité mesure la capacité de l'eau à conduire le courant entre deux électrodes. La plupart des matières dissoutes dans l'eau se trouvent sous forme d'ions chargés électriquement. La mesure de la conductivité permet donc d'apprécier la quantité de sels dissous dans l'eau.

La conductivité est également fonction de la température de l'eau : elle est plus importante lorsque la température augmente. Les résultats de mesure doivent donc être présentés en termes

De conductivité équivalente à 20 ou 25 C° les appareils de mesure utilisés sur le terrain effectuent en général automatiquement cette conversion.

Ce paramètre doit impérativement être mesuré sur le terrain. La procédure est simple et permet d'obtenir une information très utile pour caractériser l'eau. Comme la température, les contrastes de conductivité permettent de mettre en évidence des pollutions. Des zones des mélanges ou d'infiltration... la conductivité est également l'un des moyens de valider les analyses physico-chimique de l'eau : la valeur mesurée sur le terrain doit être comparable à celle mesurée au laboratoire.



Figure III.5 : Conductimètre.

III .4.4. Mesure de la Turbidité :

La mesure de la turbidité permet de préciser les informations visuelles sur l'eau. La turbidité traduit la présence de particules en suspension dans l'eau (débris organique, argile, organismes microscopique...). Les désagréments causés par une turbidité auprès des usagers sont relatifs, car certaines populations sont habituées à consommer une eau plus ou moins trouble et n'apprécient pas les qualités d'une eau très claire. Cependant une turbidité forte peut permettre à des micro-organismes de se fixer sur des particules en suspension. La turbidité est en fonction des particules en suspension. Elle se mesure sur le terrain à l'aide d'un turbidimètre

Tableau III 03 : Classes de turbidité usuelles (NTU, néphélions metrickturbidity unit).

<i>NTU < 5</i>	<i>Eau claire</i>
<i>5 < NTU < 30</i>	<i>Eau légèrement trouble</i>
<i>NTU > 50</i>	<i>Eau trouble</i>
<i>NTU</i>	<i>La plupart des eaux de surface en Afrique atteignent ce niveau de turbidité</i>



Figure III.6 : Turbidimètre (2100N).

III .4.5.Mesure de l'absorbance :

L'absorbance des différents prélèvements se mesure sur le surnageant clair. Ces mesures se font en spectrométrie UV visible de marque Shimizu-2401 après la prise de ligne de base avec de l'eau déminéralisée .L'absorbance permet d'estimer la coloration des effluents de façon indirecte



Figure III.7 : Dispositif représentant le spectrophotomètre utilisé

III .4.6. Mesure des matières en suspensions (MES):

Pour la mesure des matières en suspension (MES), des échantillons de 100 mL (0.1 L) sont filtrés avec un filtre à 0.45 μm , le filtre se place dans une coupelle que l'on laisse sécher pendant 24 heures dans une étuve à 105 °C.

La concentration des matières en suspension (MES) s'exprime par $\text{MES (g/L)} = (M2 - M1)/0.1$ Avec M1 la masse de l'ensemble de la coupelle et du filtre propre (en g) et M2 correspond à la masse de la coupelle du filtre et des matières en suspension après séchage. Les filtres et les coupelles sont placés à l'étuve 24h avant leur utilisation de sorte que le poids M1 corresponde bien au poids sec [34]



Figure III.8 : Mesure des matières en suspension (MES).

III.5. Méthodes de dosage des paramètres physico-chimiques :

Les analyses physico-chimiques se font en majorité au sein du laboratoire de la station usant de réactifs dans certaines analyses telles que la DCO et DBO₅. Il est à noter que bon nombre d'analyses sont inaccessibles ou absentes faute d'indisponibilité des réactifs depuis 2019 pour la DCO tout spécialement, pour ce nous nous sommes servies d'analyses précédemment opérées durant les années 2018 afin de pouvoir compléter notre diagnostic de la station et ce choix est justifié par l'infime mutation de la ville sur le plan démographique et industriel, donc les effluents ont toujours les mêmes caractéristiques qui peuvent obéir à une estimation approximative. On a obtenu les résultats des analyses du [34] :

PH (potentiel hydrogène),

T(Température),

DBO₅ (demande biochimique en oxygène),

Nitrates (**NO₃-**),

O₂ (oxygène dissous),

CE (Conductivité électrique).

III.5.1. Paramètres physiques :

a. Le pH :

Le pH est en relation avec la concentration des ions hydrogène [H⁺] présents dans l'eau. La valeur du pH est lue directement sur l'écran de l'appareil de pH mètre de type pH 510Tetracon, après calibrage de l'appareil avec trois solutions tampons de pH (pH= 4, 7 et 9).

b. La Température :

La valeur de la température est lue directement sur l'écran du pH-mètre pH 510 qui permet, en même temps, la mesure de la température de l'eau (multi-paramètres).

c. La Conductivité (CE (µS/cm)) :

~~La conductivité électrique d'une eau augmente avec la teneur en sels électrolytables dissous, la valeur de la CE est lue directement sur l'écran du conductimètre Terminal 740.~~

d. La Salinité :

Pour la mesure de la salinité, nous avons suivi la méthode électrochimique de résistance à l'aide du conductimètre.

III.5.2. Paramètres Chimiques :

a. La Matière en suspension (MES) :

Matériel nécessaire [34] :

1. Filtration sous vide composé d'une pompe et 3 dispositifs de filtrations et une fiole de 1 litre.
2. Une balance analytique.
3. Une étuve à 105°C.
4. Eprouvette de 100 ml.
5. Filtration sous vide (papier filtres).
6. Capsules.
7. Pince.

Méthode d'analyse de la Concentration de la matière en suspension:

1. Rincer un papier filtre vide avec l'eau distillée le poser dans une capsule à l'étuve de 105°C.
2. Après séchage sortir la capsule contenant le filtre de l'étuve et le mettre dans un dessiccateur.
3. On vérifie que la bille de la balance est au milieu.
4. On Pèse la capsule contenant le filtre et on note tare vide g.
5. On met le papier filtre vide dans dispositif du filtre sous vide.
6. Passer un volume V de l'échantillon à analyser à travers ce filtre ;
V=.....ml pour l'eau épurée, V=..... ml pour l'eau brute.
7. Placer le filtre dans sa capsule à l'aide d'une pince, mettre la capsule à l'étuve à 105°C pendant 2 heures, après fait sortir la capsule de l'étuve et la mettre dans un dessiccateur.
8. On Pèse la capsule contenant le filtre et on note tare.

9. On calcule le MES par l'équation suivante :

$$C(\text{mg/l}) = \frac{(M_{\text{plat+éch}}(\text{mg}) - M_{\text{plat}}(\text{mg})) * 1000}{V(\text{ml})}$$

$M_{\text{Plat+éch}}$ = masse du plat d'aluminium contenant le filtre et les matières après séchage à 105 °C.

M_{Plat} = masse du plat d'aluminium contenant le filtre après conditionnement et avant **Filtration.**

V = volume d'échantillon prélevé.

b. Demande biochimique en oxygène (DBO₅)

Pour estimer la quantité d'oxygène et la qualité de l'eau traitée dans le bassin d'aération on doit déterminer en amont l'oxydation biologique de l'eau brute.

La présence d'une pastille de soude dans l'éprouvette est fortement recommander afin de pouvoir se débarrasser du CO₂ produit pendant les réactions d'oxydation des matières organiques par les bactéries.

La mesure de la DBO₅ dépendra de l'activité des micro-organismes présents dans l'eau à analyser. [34]

Matériel utilisé :

- 1- Incubateur à une température de 20°C.
- 2- Un agitateur magnétique par bouteille.
- 3- Bouteille pour DBO₅.
- 4- Oxitop.
- 5- Pastilles d'hydroxyde de potassium.
- 6- Fioles jaugées, cylindres gradués.
- 7- Cupule.
- 8- Pince.
- 9- Extracteur magnétique.

Mode opératoire :

- On nettoie la bouteille et le barreau magnétique avec la solution à analyser, tout en les rinçant.
- On introduit ce volume dans la bouteille.
- On introduit deux pastilles de KOH à l'intérieur et on ferme avec la cupule.
- On ferme hermétiquement la bouteille avec l'Oxitop.
- On Appuie au même temps sur les deux boutons (M et S) de l'Oxitop jusqu'à apparition des deux zéro.
- On introduit la bouteille dans un incubateur DBO₅ à 20°C.
- On vérifie les résultats chaque jour pendant une période de 5jours en appuyant sur le bouton S. La valeur finale sera obtenue dans le 5ème jour (la valeur lue).
- On multiplie la valeur du 5ème jour par le facteur X pour obtenir la valeur final de la DBO₅.

c. Demande chimique en oxygène (DCO)

La mesure de la demande chimique en oxygène (DCO) des eaux épurées témoigne du bon fonctionnement des bassins biologiques, et nous permet d'estimer la DBO₅ (demande biologique en oxygène). [34]

Principe :

Les substances oxydables réagissent avec le bichromate de potassium sulfurique, en présence de sulfate d'argent. Le chlorure est masqué avec du sulfate de mercure, la diminution de la coloration jaune du Cr⁶⁺ est mesurée par photométrie.

Matériel utilisé :

- Spectrophotomètre
- Kits de réactif LCK 114 et LCK314
- 2 béchers
- Micropipette de 5ml
- Thermo réacteur 148°C

Mode opératoire :

1. Mélanger le contenu pour avoir une solution homogène.
2. Pipeter 2.0 ml d'échantillon avec précaution.
3. Fermer la cuve et nettoyer l'extérieur de celle-ci.
4. Mélanger.
5. Chauffer dans le thermo réacteur 2h à 148 ° C.
6. HT 15 mn.
7. Sortir la cuve chaude, retourner 2 fois avec précaution.
8. Laisser refroidir à température ambiante.
9. Bien nettoyer l'extérieur de la cuve et mesurer par Spectrophotomètre.

d. Oxygène dissous(O₂) :

Actuellement, la mesure électrochimique est la méthode reconnue par les différentes normes pour déterminer la concentration en oxygène des eaux (WTW, 2006), la teneur de l'eau en O₂ mesurée par l'Oxymètre Oxi 730. [34]

Nitrates (NO₃⁻) :

Les nitrates sont mesurés à l'aide d'un Spectrophotomètre DR 4000 par la méthode de test en tubes N5/25 (WTW).

Il est à préciser, qu'il faut administrer un réactif adéquat à chaque test.

III.6.Conclusion :

Dans ce chapitre nous sommes parvenus à décrire les différentes procédures expérimentales qui nous permettant de montrer bien le dosage les caractéristiques/ paramètres physico-chimiques. Ces méthodes ont été réalisées au sein du laboratoire de la station d'épuration des eaux usées de la ville de Bou Saâda.

Il faut noter que l'ensemble des données fourni par la station, montre qu'une évaluation de la qualité des eaux usées soit avant ou après l'opération d'épuration est prise en charge par des paramètres assurant les deux volets que ce soit physiques ou chimique, sachant que les paramètres chimiques sont évalués par des méthodes de dosage volumétrique et colorimétriques.

Chapitre IV :

Résultats et discussion.

IV.1. Introduction

Dans le but de construire une vue générale, et de mettre en évidence le niveau de performance de la station de Bou Saâda., nous allons faire le constat de la composition physico-chimique des eaux usées brutes c'est à dire à l'entrée de la station et après l'épuration au niveau de la station.

Suite à des expériences sur place, Ces expériences sont basées sur des réactifs, nous allons parvenir à interpréter ce constat en chiffres concernant les paramètres physico-chimiques les plus importants tels que : le pH, la température, la conductivité, l'oxygène dissous, la demande biologique en oxygène (DBO_5), la demande chimique en oxygène (DCO) et le Nitrates (NO_3^-)

IV.2.Paramètre physique :

IV.2.1.La Température (T°)

En effet La température est un paramètre clé dans les réactions chimiques, Biologiques.

À l'entrée de la station d'épuration de Boussaâda, les températures des eaux brutes en moyennes que nous avons mesurées durant notre période d'étude varient entre 17,95 à 28,8°C.

À la sortie de la station, les températures des eaux traitées en moyennes sont de 11.28 à 21.44°C.

Et vu que « Les variations de la température ont des effets importants car elles influencent le développement des colonies de micro-organismes [38] . »

On peut dire que ces températures ne constituent aucun risque de pollution thermique pour le milieu récepteur durant le procédé d'épuration, au contraire on peut affirmer qu'elles sont en faveur d'une accélération des procédés biologiques de traitement des eaux usées et des boues, du point de vue ou elles contribuent à l'augmentation de la cinétique de dégradation des matières organiques . Le tableau suivant (IV-1) représente les valeurs du Températures moyennes mensuelles de la station de Bou Saâda (2018). [26].

Tableau IV-1: Températures moyennes mensuelles de la station de Bou Saâda (2018). [34]

MOIS	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	ju	a	moyenne annuelle
T° eau à l'entrée de la station	26,33	22,97	19,16	17,5	/	16,80	17,2	18,28	21,8	23,4	25,9	26,58	21,44
Nombre analyses	18	23	18	21	/	12	21	19	21	20	22	20	17,9
T° eau à la sortie de la station	25,54	21,50	17,24	14,56	/	15,70	16,42	17,85	20,2	22,8	25,4	25,98	20,29
Nombre analyses	18	23	18	21	/	12	21	19	21	20	22	19	19,45

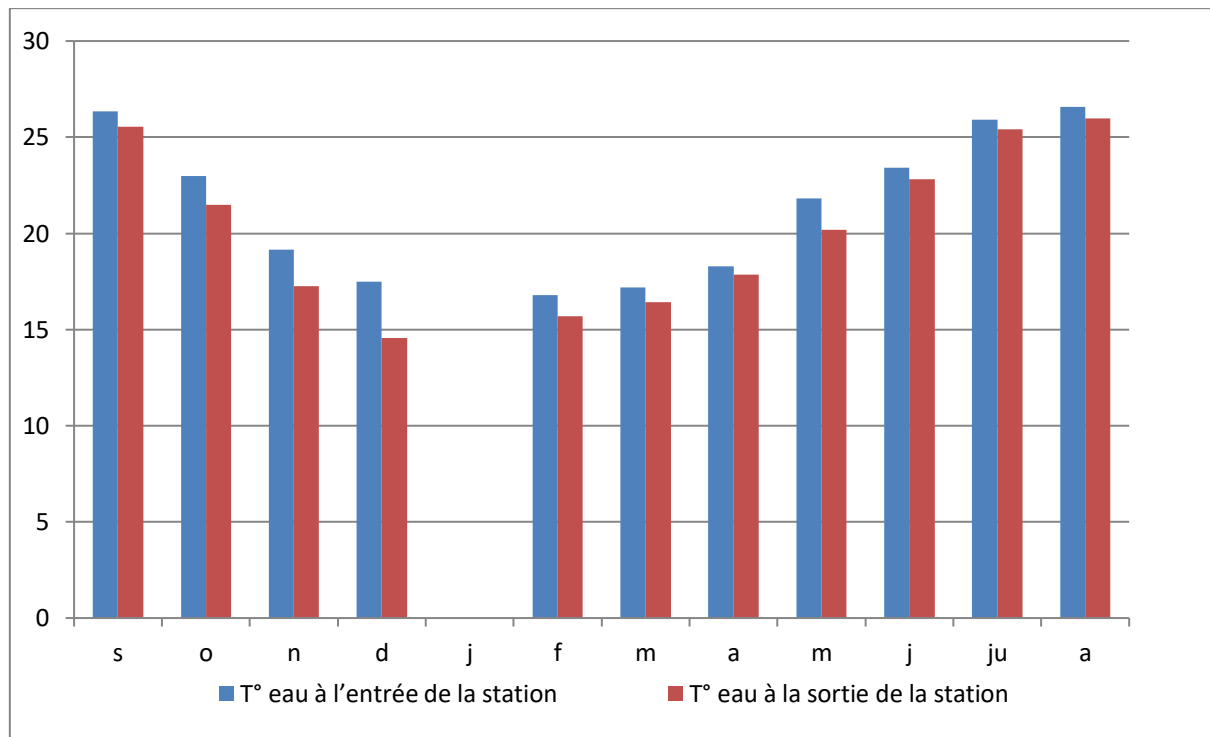


Figure IV-1: Les variations des températures mensuelles moyennes de l'eau à la STEP de Bou Saâda (2018). [34]

IV.2.2. Le Potentiel d'Hydrogène (pH)

Ce paramètre, qui se mesure sur le **terrain avec des bandelettes test** ou un appareil (pH-mètre), donne le degré d'acidité ou d'alcalinité d'une eau. Le pH (potentiel hydrogène), est le reflet de la concentration d'une eau en ions H^+ : $pH = -\log [H^+]$. Le pH doit être compris entre 6 et 8 pour permettre la vie aquatique.

Une mesure de pH, différente de la valeur habituelle du cours d'eau, peut-être l'indice d'une arrivée de pollution, en générale industrielle. Sa valeur, le plus souvent mesurée à l'aide d'un pHmètre ou de « papier pH », indique si l'eau est acide (de 1 à <7), neutre (7), ou basique (de > 7 à 14); On dit aussi alcaline.

En effet dans les stations d'épuration le pH est un paramètre indispensable pour la vitalité de la masse bactérienne dans le bassin biologique et qui doit être proche de la neutralité (6.5, 8.5) pour la bonne dégradation des matières polluantes des eaux usée (ONA, 2006). Il varie suite à la nature des effluents basiques (cuisson, lavage de résine : NaOH, Na_2S) ou acide (bioxyde, lavage de la résine : H_2SO_4) . [7]

Les valeurs moyennes du pH des eaux usées avant et après traitement (année 2018) sont regroupées dans le tableau ci-dessous suivant (IV-3) [34] .

Tableau IV-2: Les valeurs moyennes mensuelles du pH (2018). [34]

MOIS	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	ju	a	Moyne annuelle
pH eau à l'entrée de la station	7,91	7,81	7,72	7,8	/	8,07	8,07	8,00	7,87	7,86	7,98	7,95	7,91
Number d'analyses	18	23	18	21	/	12	21	19	12	20	22	20	18,7272
pH eau à la sortie de la station	8,73	7,76	7,74	7,66	/	8,12	8,21	8,29	8,24	8,22	8,3	8,39	8,15090
pH analyze eau épurée	18	23	18	21	/	9	21	18	22	20	22	19	19,18181

Les données collectées à partir des services de l'ONA permettant de tracer les histogrammes présentées dans la figure (IV-3), ces données montrent qu'à l'entrée de la STEP de Boussaâda, le pH moyen est situé entre 7,72 à 8,07 .Et à la sortie de la station il est de 7,74 à 8,73. De même, il y'a une légère augmentation/ou réduction dans les eaux sortantes cela pour-

rait être dû à une réaction de nitrification qui dégage des ions H^+ .

D'une manière générale, nous pouvons dire que, ces pH restent compris entre 6.5 et 8.5, ce qui n'a pas d'incidence écologique forte sur les organismes aquatiques.

NB : En raison de manque des données par les services de l'ONA .certaines cases dans le tableau (IV-3) sont vides, (mois de janvier) [34]

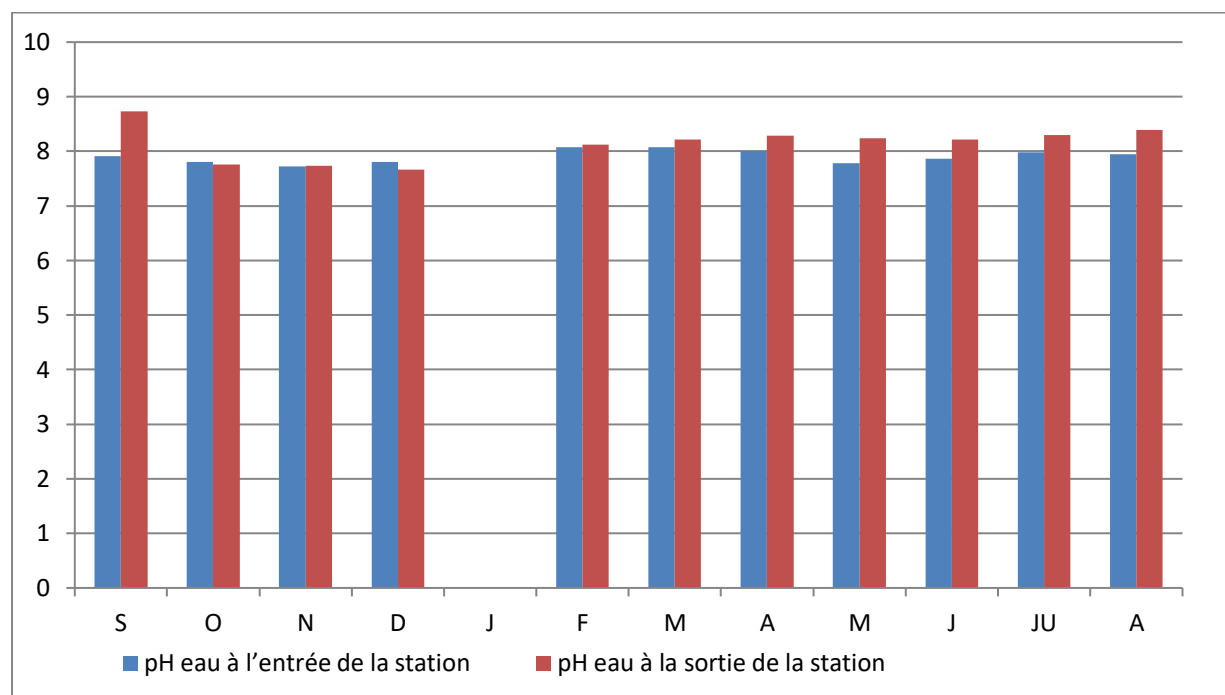


Figure IV-2: Valeurs moyenne du pH des eaux usées avant et après traitement [34]

IV.2.3. La Conductivité

La mesure en $\mu S/cm$ ou ms/cm (micro ou milli Siemens par cm) de la conductivité électrique d'une eau s'effectue à l'aide d'un conductimètre. Celui-ci mesure le passage de l'électricité entre deux électrodes séparées par un cube de $1cm \times 1cm$ d'eau. La mesure s'effectue à $25^\circ C$ ou avec un conductimètre avec compensateur automatique de température.

La conductivité d'une eau est l'inverse de sa résistivité électrique en $\mu ohm/cm$ ou $mohm/cm$ (micro ou milli ohm/cm par cm). Si l'eau très pure est un isolant qui oppose une grande résistance au passage de l'électricité, il n'en est plus de même lorsqu'elle est chargée en sels minéraux d'origine naturelle (calcium, magnésium, sodium, potassium). A cette minéralisation naturelle liée à la nature des sols s'ajoutent aussi ...les polluants.

La conductivité permet d'apprécier globalement l'ensemble des produits en solution dans l'eau. La mesure de la conductivité est un moyen assez simple de détection d'une anomalie indiquant la présence probable d'une pollution, par comparaison de la valeur mesurée avec celle que l'on était en droit d'attendre. Elle peut permettre de localiser un apport de pollution.[35]

Une charge importante de pollution organique augmente la conductivité.

Et tant que la mesure de la conductivité permet d'évaluer la concentration des éléments minéraux dans les eaux. Durant notre période d'étude les conductivités mesurées sont assez moyennes et acceptables pour une eau usée.

Il est important de signaler que nos résultats représentés dans la figure (figure IV-4) montrent qu'à l'entrée de la station, les valeurs de la conductivité se situent entre 3,286 ms/cm à 2,513 mS/cm. Tandis que À la sortie de la station il y'a une augmentation qui varie entre 1,04 et 1,11 %, où l'on constate que cette hausse est quasi constante qui frôle le seuil de 2% dans les premiers mois de l'année (la saison hivernale) ainsi qu'au mois de juillet.

L'usage des réseaux unitaires permet de justifier cette augmentation, où les eaux de différentes origines (domestiques, industrielles, ruissellement) entraînent dans son passage des divers éléments minéraux et salines en plus des autres facteurs influents tels que le pH. Et selon [7].), est probablement liée à des processus comme le lessivage des minéraux du sol, la minéralisation de la matière organique ou le phénomène d'évapotranspiration des algues.

Le tableau ci-dessous (IV-4) représente la Variations moyennes mensuelles de la conductivité de l'eau brute et de l'eau traitée de la station de la ville de Bou Saâda (2018).[34]

Tableau IV-3 : Variations moyennes mensuelles de la conductivité de l'eau brute et de l'eau traitée de la station de la ville de Bou Saâda pendant la période d'étude en ($\mu\text{S}/\text{cm}$)

2018/ 2019.[34]

	J	F	M	A	M	J	JT	A	S	O	N	D
Entrée STEP(Eau brute)	/	3237	3244	3286,00	3064,00	3066,00	2953,00	3015,00	3031,00	2920,00	3195,00	2513,00
Nbr d'analyses /mois (Eau brute)	/	12	21	19	21	20	22	20	18	23	18	21
Sortie STEP *(Eau épurée)	/	3207	3069	3059,00	3025,00	2974,00	3070,00	2955,00	2987,00	2762,00	2998,00	2393,00
Nbr d'analyses/mois (Eau épurée)	/	9	21	18	22	20	22	19	18	23	18	21

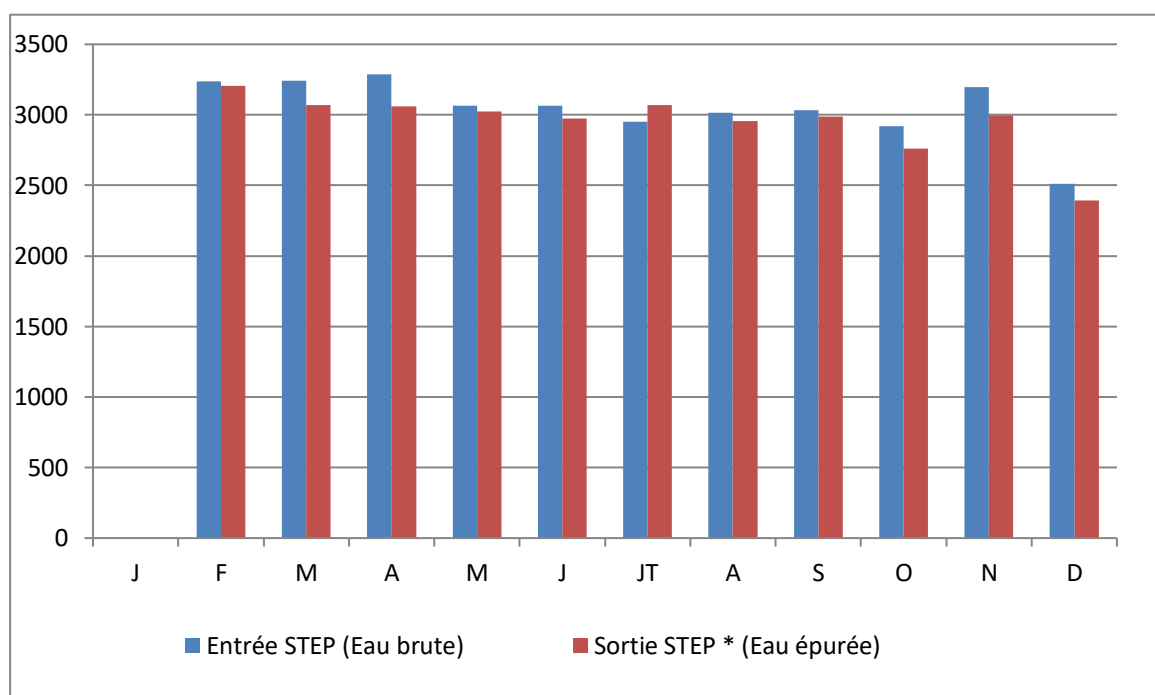


Figure IV-3 : Variations moyennes mensuelles de la conductivité de l'eau brute et de l'eau traitée de la station de Bou Saâda[34]

IV .3. Paramètres chimiques

IV. 3.1. Oxygène dissous

La présence d'oxygène dans l'eau est indispensable à la respiration des êtres vivants aérobies aquatiques. En dessous d'un certain seuil de concentration en oxygène c'est l'asphyxie des poissons. (7 mg/l pour les salmonidés ; 3 mg/l pour les carpes).

L'oxygène de l'eau permet également le processus d'oxydation des matières organiques (autoépuration), mais cette décomposition appauvrit le milieu aquatique en oxygène.

La figure (IV-5) nous permette de voir clairement qu'il existe des variations des concentrations moyenne mensuelles de l'oxygène dissous à l'entrée et à la sortie de la station d'épuration de Boussaâda durant toute l'année (période allant du mois de Janvier jusqu'au mois de décembre 2018. [34]

Les variations saisonnières de la température et la salinité de l'eau qui ont un impact direct sur le processus de solubilité de l'oxygène qui se traduit par Les fluctuations de la teneur en oxygène dissous de l'eau. Nous notons en effet, une augmentation des valeurs moyennes mensuelle des concentrations en oxygène des eaux traitées par rapport aux eaux brutes.

D'autre explication de cette augmentation peut être dépend de la présence de l'aération artificielle, et par l'action photosynthétique des algues dans les bassins d'aération.

L'augmentation des teneurs d'oxygène dissous, à la sortie de la station revient probablement à la technique d'épuration elle-même, utilisant des aérateurs et permettant le développement des algues qui libèrent de l'oxygène par photosynthèse. En plus, lorsqu'il existe moins de matières organiques à dégrader, les teneurs en oxygène dissous augmentent. [35]

Notre résultat confirme les résultats obtenus par [37] qui ont indiqué que la teneur de saturation en oxygène dépend fortement de la température. En effet, l'augmentation des teneurs d'oxygène dissous, à la sortie de la station revient probablement à la technique d'épuration elle-même, utilisant des aérateurs et permettant le développement des algues qui libèrent de l'oxygène par photosynthèse.

Les résultats des variations moyennes mensuelles de l'oxygène dissous 2018 sont enregistrées dans Le tableau ci-dessous (IV-5) [34]

Tableau IV-4: Variations moyennes mensuelles de l'oxygène dissous (2018) en mg/L.[34]

	J	F	M	A	M	J	JT	A	S	O	N	D
Entrée STEP (Eau brute)	/	1,95	2,28	1,73	0,85	0,60	0,64	1,04	1,00	0,96	2,64	3,11
Nbr d'analyses / mois (Eau brute)	/	6	21	19	20	22	22	19	18	23	18	21
Sortie STEP* (Eau épurée)	/	7,32	8,73	9,37	9,31	9,58	8,39	6,15	5,85	5,92	6,81	7,37
Nbr d'analyses / mois (Eau épurée)	/	6	21	18	20	19	22	19	18	23	18	21

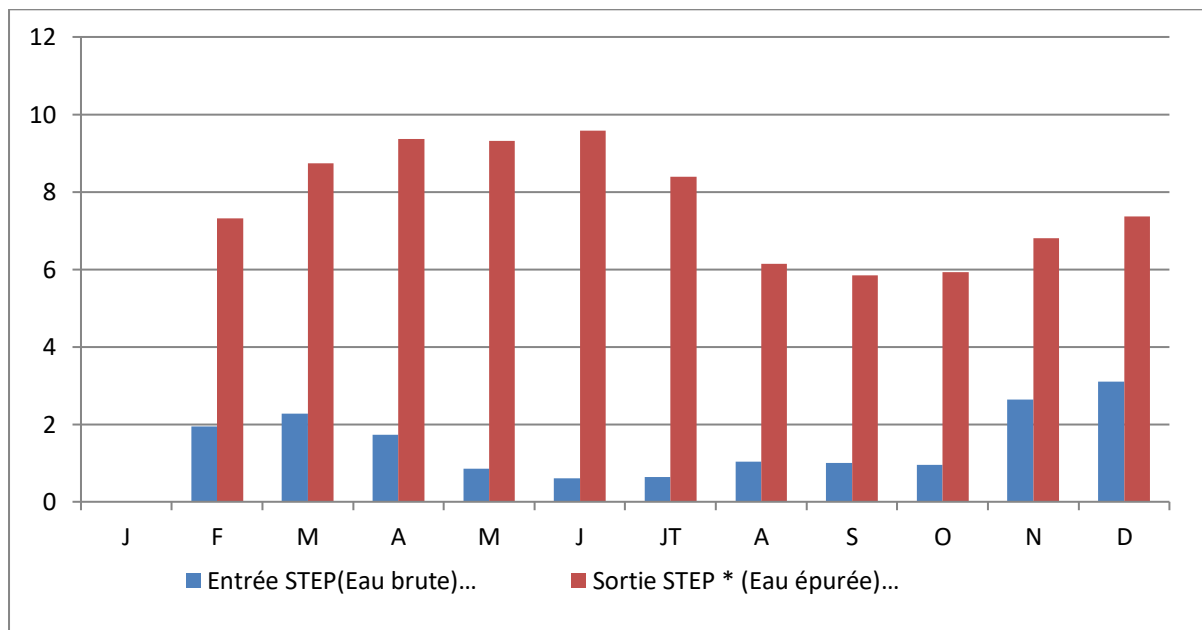


Figure IV-4: Variations moyennes mensuelles de l'oxygène dissous de l'eau brute et de l'eau traitée de la station de la ville de Bou Saâda (2018 /2019) [34]

IV.3.2. Demande biologique en oxygène (DBO₅)

La DBO₅ est une expression pour indiquer la quantité d'oxygène qui est utilisée pour la destruction de matières organiques décomposables par des processus biochimiques [7].

Cette technique permet de mesurer en laboratoire sur 5 jours (à 20° dans l'obscurité), la quantité d'oxygène consommée par le processus naturel de décomposition de la matière organique décomposable présente dans un litre d'eau. Le résultat est donné en mg/L. de (O₂).

La DBO₅ ou Demande Biologique en Oxygène sur 5 jours, représente la quantité d'oxygène nécessaire aux micro-organismes pour oxyder (dégrader) l'ensemble de la matière organique présente dans un échantillon d'eau maintenu à 20°C, à l'obscurité, pendant 5 jours. [Pour mesurer la DBO₅, on réalise une première mesure de la concentration en dioxygène dans l'échantillon d'eau. On répète cette mesure 5 jours plus tard. La DBO₅ représente la différence entre les deux concentrations mesurées]. [35]

D'après les données ramenées à partir de la station STEP Bou Saâda. Ces données qui nous permîmes de tracer la figure (IV-6) sous forme des histogrammes.

Le tableau ci-dessous (IV-6) regroupe les résultats des variations de la teneur en DBO₅ dans les eaux usées à l'entrée et à la sortie de la station STEP de Bou Saâda (2018) en (mg/l). [36]

Tableau IV-5 : Les variations de la teneur en DBO₅ dans les eaux usées à l'entrée et à la sortie de la STEP de Bou Saâda (2018) [34]

Les variations de la teneur en DBO ₅ 2018												
	J	F	M	A	M	J	JT	A	S	O	N	D
Entrée STEP (Eau brute)	/	251,5	298,5	315,0	250,6	304,7	294	367	462	409,7	/	/
Nbr d'analyses / mois (Eau brute)	/	2	2	3	3	3	3	3	3	3	0	/
Sortie STEP * (Eau épurée)	/	14,50	0	8,33	1,00	5	6,67	16	22	10	/	/
Nbr d'analyses/ mois (Eau épurée)	/	2	1	3	3	3	3	3	3	3	0	/

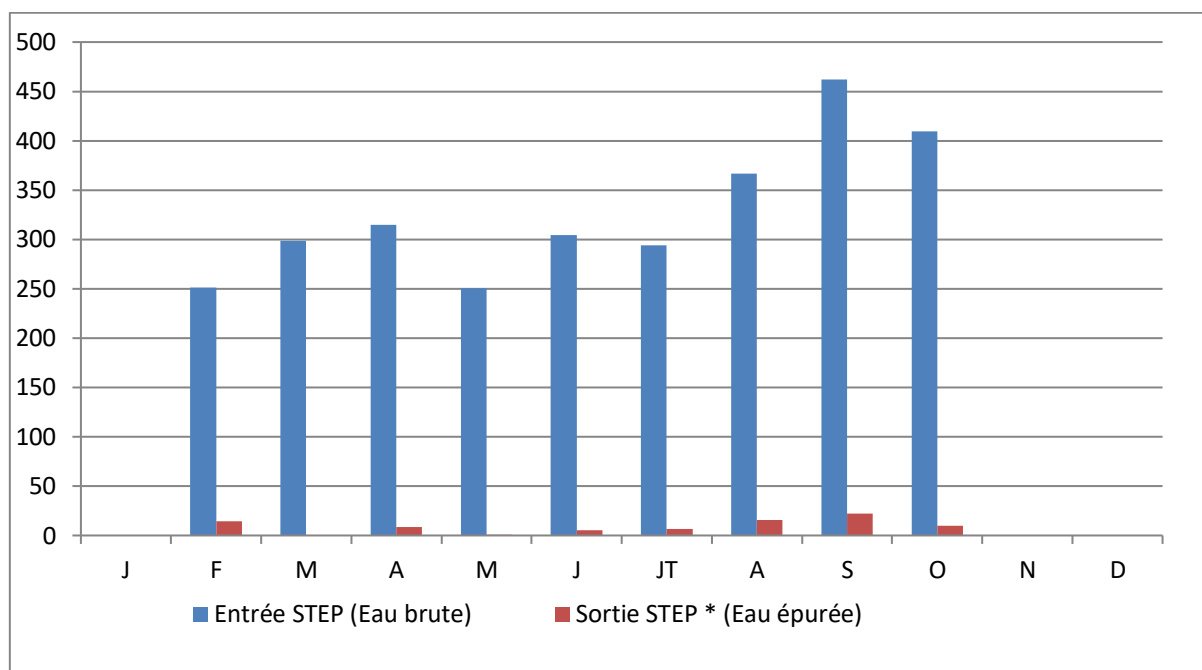


Figure IV-5 : Les variations de la teneur en DBO₅ dans les eaux usées à l'entrée et à la sortie de la STEP de Bou Saâda [34]

Au regard de notre résultats (figure IV-6) on remarque que les valeurs moyennes mensuelles de la DBO₅ des eaux brutes sont variables, elles oscillent entre 409,7 mg O₂/l et 250,6 mg de O₂/l avec une moyenne de 328.11 mg de O₂/l.

Nous pouvons remarquer clairement qu'après l'épuration des eaux usées dans la station d'épuration. Les valeurs qui ont été enregistrées de la DBO₅ sont largement inférieures à celle des eaux avant l'opération d'épuration. Cette diminution est située entre 70 mg O₂/l et 155 mg O₂/l donc elle réduite en moyenne de 71,64%. Donc, une grande quantité de la pollution organique biodégradable est éliminé par la station. Mais ces valeurs restent au-dessus de normes, (30 mg/l), cette augmentation est due soit aux rejets (huileries, les rejets industriel qui sont raccordées au même réseau d'assainissement), soit à une mauvaise aération.

IV.3.3. Demande chimique en oxygène(DCO) :

Contrairement à la DBO₅, qui ne prend en compte que les matières organiques biodégradables, la DCO est une mesure globale des matières organiques et de certains sels minéraux oxydables (pollution organique totale) présents dans l'eau. Cette technique mesure en laboratoire la quantité d'oxygène consommée par l'oxydation chimique (à l'aide d'un oxydant et à chaud, pendant 2 heures) des matières organiques ou minérales présentes dans l'eau. Il existe

des systèmes permettant d'effectuer des analyses sommaires rapides de la DCO d'un échantillon d'eau (environ 2 heures). Le résultat est donné en mg/L. de (O₂). [35]

D'après (Koné, 2002), la DCO évolue en sens inverse avec l'oxygène dissous, ce qui traduit une probable utilisation de l'oxygène pour la dégradation de la matière carbonée.

Suivant les résultats que nous avons obtenus sur les histogrammes qui sont représentées sur la figure (IV-7), il est très claire que les valeurs de concentration de la DCO des eaux brutes de la station d'épuration de Bou Saâda varient entre un minimum de 9,20 mg/l et un maximum de 119,80 mg/l à la sortie su station. Tandis que nous avons enregistré un maximum de 989,5 mg/l et un minimum de 600,50 mg/l à l'entrée de la station de Boussaâda.

Après un procédé d'épuration utile nous avons enregistré un rendement d'élimination qui varie entre 94,57à 82,34%. Et par conséquence, nous remarquons qu'il y a un bon abattement de DCO.

Le tableau ci-dessous (IV-7) regroupe Les résultats de la variation de la teneur en DCO 2018 en (mg/l).

Tableau IV-6 : Les variations de la teneur en DCO (2018) (mg/l) .[34]

	J	F	M	A	M	J	JT	A	S	O	N	D
Entrée STEP (Eau brute)	744,50	600,50	899,00	926,00	984,33	854	989,5	/	/	/	/	/
Nbr d'analyses / mois (Eau brute)	2	2	3	3	3	3	2	/	/	/	/	/
Sortie STEP (Eau épurée)	9,20	119,80	54,66	90,47	72,06	115,9	73,4	/	/	/	/	/
Nbr d'analyses/mois (Eau épurée)	2	2	3	3	3	3	3	/	/	/	/	/
Rendement Epuratoire (%)	88,26	82,34	94,57	91,27	94,08	88,2	93	/	/	/	/	/

NB : certaines cases dans les tableaux (IV-7) sont vides à raison du manque de données par les services de l'ONA.

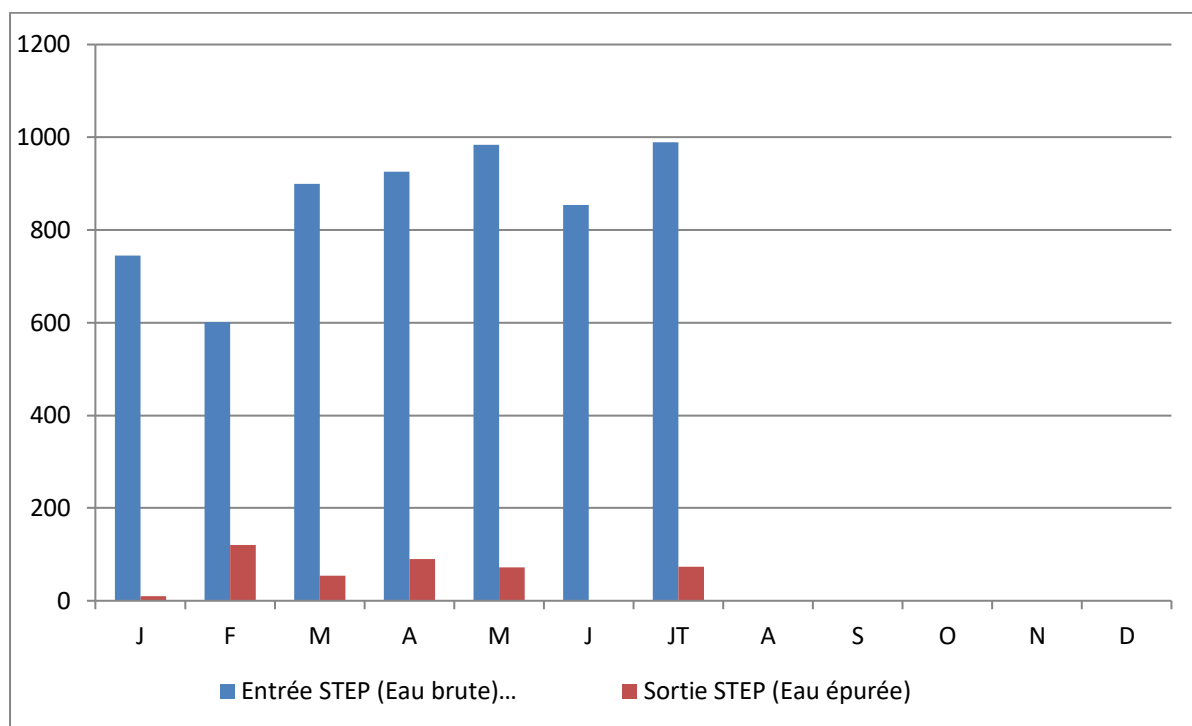


Figure IV-6 : Variations moyennes mensuelles de la demande chimique en oxygène (DCO) à l'entrée et à la sortie de la station.[34]

IV.4. Conclusion :

D'après les données et les résultats d'analyses qui ont été effectuées au laboratoire de la station d'épuration de Bou Saâda sur les eaux usées entrantes et sortantes à la station. Nous pouvons conclure que :

Pour l'ensemble des paramètres testés, les résultats obtenus sont très satisfaisants puisque les concentrations dans les eaux épurées sont conformes avec les normes des rejets des eaux usées après épuration à l'exception de la DBO_5 qui est nettement supérieure à la norme à raison du système unitaire où les eaux industrielles qui sont associées aux eaux domestiques.

Concernant le taux du rendement d'épuration de la station de la ville de Bou Saâda est effectivement important.

Il faut noter que pour un bon jugement on a besoins d'un nombre suffisant d'analyse. Néanmoins le peu /petit nombre d'analyses entreprises par le laboratoire de la station qui se résument qu'à la définition de la DBO_5 , la DCO et l'oxygène dissous ainsi la conductivité s'avèrent insuffisantes pour témoigner de l'efficacité d'épuration et fournir une garantie absolue de la qualité des eaux et des boues produites après traitement

Conclusion Générale

Conclusion Générale

La consommation excessive d'eau par les divers secteurs (agriculture, industrie, population) génère des quantités importantes d'eau usée chargée en nombres illimités de polluants. Ces eaux usées doivent être épurées avant de les évacuer en milieu récepteur sinon les conséquences seront catastrophiques. de la ville Bou Saâda dispose d'une station d'épuration destinée à traiter les eaux usées d'une population en vue de pallier aux problèmes de pollution du milieu récepteur. L'objectif principal de notre travail est de diagnostiquer et évaluer les performances épuratoires de la station de de la ville Bou Saâda.

Les résultats d'analyse effectuée sur les eaux usées de la ville de Bou Saâda à l'entrée et à la sortie la station durant 2018 ont mis en évidence

Ce qui nous a permis de connaître les différentes méthodes utilisées dans la STEP et de maîtriser les techniques d'analyses grâce aux nombreuses manipulations que nous avons peut faire

D'après les analyses effectuées, la plupart des résultats concernant l'eau à traiter respectent les normes de rejets .

Le processus de traitement des eaux usées est un processus intégré, car il comprend de nombreuses opérations, comme celle que nous avons étudiée et analysée pour l'usine de Bou Saâda, qui se divise en deux parties : Propriétés physiques et chimiques, où la station de Bou Saâda a prouvé sa grande efficacité à travers les chiffres et les résultats présentés au quatrième chapitre. révèlent la conformité de ces dernières aux normes nationales.

Le succès du traitement et de la réutilisation de l'eau dépend d'un ensemble de critères et de contrôles. Les conditions environnementales liées à la nature de cette eau et le but ultime de la traiter et de la valoriser, leur utilisation, qui doit s'effectuer dans un cadre garantissant la protection de l'environnement et des personnes, en tenant compte des opte tenu des considérations économiques et de la nécessité de surveiller les impacts environnementaux de la réutilisation de cette eau sur les composantes de

Conclusion Générale

l'épuration et la réutilisation des eaux usées est une stratégie qui s'inscrit dans le cadre du développement des ressources en eau non conventionnelles et d'un investissement environnemental rentable, car elle soulage la pression sur les ressources naturelles en eau.

Référence bibliographiques

- [1].Alain Damen, guide de traitement des déchets, 2ème édition, paris année 2002-2003
- [2]. ATTAB S, Amélioration de la qualité microbiologique des eaux epurees par boues activées de la station d'épuration haoudberkaoui par l'utilisation d'un filtre a sable local, mémoire de magister, Université kasdiMerbah-Ouargla,Année,2013.
- [3]. AbibsiN, Réutilisation des eaux usées épurées par filtres plantes (phytoepuration) pour l'irrigation des espaces verts application á un quartier de la ville de Biskra , mémoire de magister , Universite Mohamed Khider – Biskra , Année2011.
- [4]. Aulicino E.A., Mastrantonio A., Orsini E, Bellucci C., Muscillo M., Larosa G. 1996. Enteric viruses in a wastewater treatment plant in Rome. Water, Air, and Soil Pollution. Vol. 91. Iss. 3 -4 p. 327-334
- [5]. Badia-Gondard. F., (2003) L'assainissement des eaux usées. Edition techni. cités, 231p.
- [6].B. Rim. A. Somia. K. Besma : Traitement des eaux usées par le procédé coagulation floculation 2021
- [7]. B. Rafik : Diagnostic et Evaluation de la Performance de la Station d'Epuracion de M'sila. 2021. page 19 et page 62 et page 68
- [8]. BAUMONT S, CAMARD J-P, LEFRANC A, FRANCONI A. (2005)- Réutilisation des eaux usées épurées : risques sanitaires et faisabilité en Île-de-France. Institut d'aménagement et d'urbanisme de la région Ile-de-France
- [9]. Benlala charifa ,2012 . l'efficacité du traitement des eaux usées dans une station d'épuration à faible charge , mémoire du brevet T.S, Institut Nationale spécialisé de la formation professionnelle-Batna
- [10]. Campos C. 2008. New perspectives on microbiological water control for wastewater reuse
- [11]. CHAIB J., 2002 : « L'épuration des eaux usées par les plantes. Connaître pour agir »,

Références bibliographiques

- [12]. DahouA et Brek A , lagunage aere en zone aride performance epuratoires cas de (regiond'ouargla) , mémoire de master , Département des sciences et technologie , Université d'Ouargla, Année2013.
- [13]. Duguet J-P ; Bernazeau F ; Cleret D ; Gaid A ; Laplanche A ; Moles J, Montiel A ; RIOU G ; Simon P, (2006). Réglementation et traitement des eaux destinées à la consommation humaine. 1èreédition. ASTEE (Association Scientifique et Technique pour l'environnement)
- [14]. Faby J.A., Brissaud F. 1997. La réutilisation des eaux usées épurées dans les schémas directeurs d'assainissement et dans certains cas, pour économiser l'eau. Environnement et techniques / infos – déchets Juillet- Août 1997. N° 168.
- [15]. FRANCK.R. (2002)-Analyse des eaux, Aspects réglementaires et techniques. Edition Scéen CRDP AQUITAINE. Bordeaux, pp165-239
- [16]. Gérard Gros Claude, 1999, L'eau Usages et polluants, paris
- [17]. Gomella C., Guerree H., (1978) Le traitement des eaux publiques, industrielles et privées. Edition Eyrolles Paris, 262p
- [18]. GROSCLAUDE, G. (1999) : L'eau usages et polluants. Ed INRA, Paris 1999 tome II.
- [19]. Hammou A. Caractéristiques de la fluorescence des eaux du fleuve côtier Tet (Pyrénées-Orientales) en relation avec la matière organique naturelle du bassin versant: utilisation de l'algorithme PARAFAC. Thèse de Doctorat. Université de Perpignan Via Domitia (France), 2012, 271 p
- [20]. J. Bontoux, Introduction à l'étude des eaux douces : eaux naturelles, eaux usées, eaux de boisson. Qualité et santé. Edition Cebedoc, Liège, 1993.
- [21]. Journal Officiel de la République
- [22]. KARDACHE LOUBNA, Mémoire de fin D'études, Valorisation Energétique Des BouesDe La Station D'épuration De Bomerdes ,2015-2016.
- [23]. M o r e l., G u c k e r t.A. et S e d e g o m., (1978) . Effet de l'épandage des boues urbaines sur l'état physique des sols. Comm. XIème cong. De l'AISS Edmontin, pp :

Références bibliographiques

13 -19.publication de l'Agence régionale de l'environnement de Haute-Normandie

[24]. Metahri,m.s. (2012) : Elimination simultanée d la pollution azotée et phosphatée des eaux usées traitées par des procédés mixtes :cas de la STEP Est de la ville Tizi- Ouzou,thèse de doctorant ,université Mouloud Mammeri de Tizi-ouzou

[25]. Règlement du service départemental d'assainissement des Hauts-de-seine adopté par délibération du 9 juillet 2012, Edition Octobre 2012.

[26]. Rodier J. Legube B. Merlet N. (2005). L'analyse de l'eau ; eau naturelles, eaux résiduaires, eau de mer. 8eme édition. Dunod, Paris.1824p.

[27]. RahouK , Evaluation des performances des aérateurs de surface de la STEP d'EL-kerma ORAN , mémoire de master ,faculté de chimie , Université d'Oran ,Année2014.

[28]. REJSEK F. (2002) « Analyse des eaux aspects réglementaires et techniques ». CRDP d'Aquitaine, Bordeaux (2002).

[29]. https://fr.wikipedia.org/wiki/Traitement_des_eaux_us%C3%A9es

[30]. T. Yassine. Diagnostique et évaluation de la performance de la station d'épuration d'Oued Souf (Kouinine) 2016. Page 09

[31]. Données obtenues des services la municipalité de Bou Saâda

[32].(<https://www.infoclimat.fr/climatologiemensuelle/60468/aout/2019/batna.html>).

[33] Données obtenues des services Direction de l'hydraulique de la wilaya de m'sila

[34] Données obtenues des services Office National de l'Assainissement. Rapport mensuel d'exploitation de la STEP de Bou Saâda

[34].<https://fr.search.yahoo.com/search?fr=mcafee&type=E210FR91105G0&p=temp%C3%A9ratures+mensuelles+moyennes%2C+minimales+et+maximales+dans+la+r%C3%A9gion+de+Bou+Sa%C3%A2da>

[35] <https://cpepesc.org/6-nature-et-pollutions/2-eaux-et-milieux-aquatiques-sources-de-pollutions-> CPEPESC FC

[36] CPEPESC FC le 1 janvier 2015

<https://cpepesc.org/6-nature-et-pollutions/2-eaux-et-milieux-aquatiques-sources-de-pollutions-et-atteintes/2-qualite-des-eaux-pollutions-etat-des-cours-deau/2-bonne-qualite-ou-pollution-des-eaux/parametres-physiques-et-chimiques-de-leau-indicateurs-des-pollutions/les-differents-parametres-physiques-et-chimiques-des-eaux-et-commentaires/>

[37]. RASSAM A, CHAOUCH A, BOURKHISS B et BOURKHISS M., (2012).
“Performances de la dégradation de la matière organique par lagunage aéré dans la station d’épuration des eaux usées de la ville d’Oujda (Maroc oriental) », Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège, Vol. 81 2012, p. 121 – 125.

[37]

https://fr.search.yahoo.com/search;_ylt=AwrJA4vIn8Fil3kAqiMk24lQ;_ylu=Y29sbwNpcjIEcG9zAzEEdnRpZAMEc2VjA3Fydw--?type=E210FR91105G0&fr=mcafee&ei=UTF-8&p=dégradation+physique%2C+chimique+Pollution+de+l%27eau&fr2=12642

[38] . Liss. S.N., Allen D.G. (1992) Microbiological Study of Bleached Kraft Pulp Mill

Aerated Lagoon