



MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

Pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur d'Etat en Hydraulique

Option : Réutilisation des eaux non conventionnelle

THEME :

**Diagnostic de la station d'épuration de Chlef et valorisation des
eaux usées épurées en agriculture**

Présenté par
SBAIHIA Selman

Devant les membres du jury

Nom et Prénoms	Grade	Qualité
MR ZEROUAL Ayoub	M.C.A	Président
Mme KHALED HOULI Samia	M.A.A	Examineur
MR KHEDIM ALLAH Abderrahmane	M.A.A	Examineur
Mme TAFAT Leila	M.A.A	Examineur
Mme SALHI Charazed	M.C.B	Promoteur

Session2022/2023

Remerciements

Tout d'abord, je souhaite exprimer ma gratitude envers Dieu, le Tout-Puissant, de m'avoir accordé la volonté et le courage nécessaires pour mener à bien ce travail. Je tiens à remercier chaleureusement tous les membres du jury, pour l'honneur qu'ils nous ont fait en acceptant d'examiner et d'évaluer ce travail.

Je souhaite exprimer mes remerciements les plus sincères à ma directrice de mémoire, Mme Chahrazed SALHI, pour son encadrement attentif, ses précieux conseils et son soutien constant tout au long de cette recherche. Grâce à vous, ce travail a pu voir le jour. Votre expertise et vos orientations ont été inestimables pour l'achèvement de ce mémoire. Je vous suis profondément reconnaissant pour votre contribution précieuse à notre parcours académique.

Je souhaite également exprimer mon profonde gratitude envers M. KERROUCHE Abdelhakim et Mme AMMOUR Karima pour leur précieuse collaboration et leur soutien tout au long de mon travail de recherche. Leur contribution en nous permettant d'accéder à la station d'épuration de Chlef a été essentielle pour la réalisation de notre étude. Je suis également reconnaissant envers tous les enseignants et membres du corps professoral de l'Ecole National Supérieure d'Hydraulique Blida pour leurs Enseignements précieux et leurs conseils avisés qui ont contribué à mon développement académique.

Enfin, je souhaite exprimer mon gratitude envers ma familles et mes amis pour leur soutien inconditionnel, leurs encouragements et leur présence tout au long de cette aventure.

Que tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à ce mémoire trouvent ici nos plus sincères remerciements et notre reconnaissance profonde.

Dédicace

À la lumière de mes jours, la source de mes efforts, la flamme de mon cœur, ma vie et mon bonheur ; maman que j'adore.

À mon exemple éternel, mon soutien moral et ma source de joie et de bonheur, celui qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir, que dieu te garde, à moi mon papa. Aucun mot, aucune phrase ne peut exprimer mes sentiments de reconnaissance. Que ce modeste travail soit un début de mes récompenses envers vous. Toutes les encres du monde ne me suffisent pour vous exprimer ma gratitude.

À mes deux chers frères Faycel et Salah je vous dédie ce travail en témoignage de ma grande affection et amour. Que dieu vous garde et vous accorde d'une vie pleine de bonheur et de succès. À mes deux chères sœurs Meriem et Asma , ma fierté, qui ont toujours été là pour moi. Qu'ALLAH vous protège.

À ma meilleure amie Chahinez ROUIBAH, mon précieuse compagnons de route, un grand merci pour votre présence , votre soutien inconditionnel et votre encouragement infini. Je suis reconnaissant d'avoir une amie aussi merveilleuse qui m'a accompagné dans les hauts et les bas de cette aventure.

Chers amis,

Vous êtes mes confidents et mes sources de joie.

Votre présence, votre soutien inconditionnel et nos moments partagés ont illuminé mon parcours. Vos encouragements, vos conseils et votre amitié sincère ont été d'une valeur inestimable. Je suis reconnaissant d'avoir des amis aussi merveilleux qui m'ont accompagné dans les hauts et les bas de cette aventure.

Chers camarades de classe, Nous avons vécu ensemble des moments inoubliables, des défis et des réussites. Notre esprit d'équipe, notre solidarité et notre collaboration ont été des moteurs essentiels pour surmonter les obstacles et avancer vers nos objectifs communs.

Avec gratitude, Selman

ملخص

يشهد الزحف الحضري والاحتفاظ السكاني في الجزائر، ولا سيما في المدن الكبرى، تفاقماً ملحوظاً. وقد أدى ذلك إلى ظهور مشاكل بيئية كبيرة، بما في ذلك مشكلات التلوث. ولهذا السبب، قامت السلطات في السنوات الأخيرة بالاستثمار في مشاريع لإنشاء محطات لتصفية مياه الصرف الصحي باستخدام تقنية الحمأة المنشطة. يهدف عملنا الحالي إلى تشخيص محطة التطهير للمياه المستعملة الخاصة بولاية الشلف من أجل السير الحسن لها ووضع استراتيجية خاصة من أجل استعمال مياه المحطة للسقي.

الكلمات المفتاحية: الحمأة المنشطة ، التلوث ، محطة التطهير ، للسقي. ،

Résumé :

En Algérie, l'urbanisation croissante et la densité de population, en particulier dans les grandes villes, ont connu une augmentation significative. Cela a entraîné d'importants problèmes environnementaux, notamment des problèmes de pollution. Pour cette raison, les autorités ont investi ces dernières années dans des projets visant à construire des stations de traitement des eaux usées en utilisant la technologie des boues activées.

Notre travail actuel vise à diagnostiquer la station d'épuration des eaux usées de la wilaya de Chlef afin d'assurer son bon fonctionnement et de développer une stratégie spécifique pour l'utilisation des eaux de la station à des fins d'irrigation.

Mots clés : Boues activées, Pollution, Station d'épuration, irrigation.

Abstract:

In Algeria, urban sprawl and population density, especially in major cities, have witnessed a noticeable increase. This has led to significant environmental problems, including pollution issues. For this reason, in recent years, the authorities have invested in projects to establish sewage treatment plants using activated sludge technology.

Our current work aims to diagnose the wastewater treatment plant in the Chlef province to ensure its proper operation and to develop a strategy for utilizing the plant's water for irrigation purposes.

Keywords: Activated sludge, Pollution, Treatment plant, irrigation.

SOMMAIRE

Contents

Introduction Générale	11
Chapitre 1 : Généralités sur les eaux usées urbains	1
I.1.2 Traitement primaire :	1
I.1.3 Traitement secondaire :	1
I.2 Les eaux usées urbaines	1
I.2.1 Définition des eaux usées	2
I.2.2 Classification des eaux usées	2
I.2.2.1 Les eaux usées domestiques :	2
I.2.2.2 Les eaux usées industrielles	2
I.2.2.3 Les eaux pluviales	3
I.3 Composition des eaux usées	4
I.3.1 Les micro-organismes	4
I.3.2 Les matières en suspension (MES)	4
I.3.3 Les micro-polluants organiques et non organiques	4
I.3.4 Les substances réutilisation agricole	4
I.4 Les indicateurs de qualité de l'eau	5
I.4.1 Analyses physico-chimiques	5
I.4.1.1 La température	5
I.4.1.2 La conductivité	5
I.4.1.3 Le pH	6
I.4.1.4 La turbidité	7
I.4.1.5 La DBO (demande biochimique en oxygène)	7
I.4.1.6 La DCO (Demande Chimique en Oxygène)	8
I.4.1.7 L'azote	8
I.4.1.8 Ammonium	8
I.4.1.9 Nitrate	8
I.4.2 Analyse bactériologique	9
I.5 Les impacts des eaux usées sur l'environnement	9
Chapitre II : PRESENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE	10
Introduction.....	11
II.1 Présentation et description de la STEP de Chlef (Situation géographique)	11
II.2 Situation climatique :	11
II.2.1 Climat :.....	11
II.2.2. Température :	11
II.2.3.Pluviométrie	12
II.2.4. Humidité relative	13
II.2.5. Vent	14
III La géologie.....	15
IV Situation démographique	15
conclusion	16

Chapitre III : ETAT DE LIEU	17
Introduction.....	18
III.1 But de la station d'épuration :	18
III.2 Système hydraulique	18
III.2.1 Station d'épuration	18
III.3 Type de traitement :	19
III.3.1 traitement physico chimique	19
III.3.1.1 dégrillage	19
III.3.1.2 Dessablage-dégraissage :	19
III.3.2 traitement biologique :	20
III.3.2.1 bassin d'aération et stabilisation :	20
III.3.2.2 Décanteur secondaire :	20
III.4 Traitement des boues	21
III.4.1 Epaississement :	21
III.4.2 Stabilisation et hygiénisation	22
III.4.2.1 Stabilisation biologique	22
III.4.2.2 Stabilisation chimique	22
III.4.3 Conditionnement	23
III.4.3.1 Conditionnement chimique	23
III.4.3.2 Conditionnement thermique	23
III.4.4 Séchage	23
III.5 Station de relevage :	24
III.5.1 Positionnement des stations par rapport la station	24
III.5.2 L' état des stations	24
III.6 système gravitaire	25
III.6.1 définition de système gravitaire	25
III.6.2 Le rôle d'un réseaux assainissement	26
III.6.3 Positionnement de réseaux assainissement	26
Conclusion	26
Chapitre IV : Réhabilitation de la STEP de Chlef	27
Introduction.....	28
IV.1. Les paramètres physico-chimiques :	28
IV.1.1 La température	28
IV.1.2. Le pH	29
IV.1.3. Conductivité électrique	29
IV.1.4. Total des sels dissous (TDS)	30
IV.1.5. Matières en suspension (MES)	30
IV.1.6. Demande biologique en oxygène (DBO5)	31
IV.1.7. Demande chimique en oxygène (DCO)	32
IV.1.8 Azote total (N-T)	32
IV.1.9	Azote ammoniacal (N-NH ₃)

.....	33
IV.1.10 Nitrates (N-NO ₃)	34
IV.2 Analyses microbiologiques	34
IV.3 Les différentes méthodes de désinfection :	36
IV.4 La désinfection de la station d'épuration de Chlef :	39
IV.5 Étude technico-économique des méthodes de désinfection proposées :	40
IV.6 L'ozonation :	42
IV.6.1 La dose de l'ozone à injecter :	42
IV.6.2. Dimensionnement du bassin de désinfection par ozonation :	43
Conclusion.....	44
Chapitre V : Réutilisation de l'eau usées épurée pour l'irrigation	45
Introduction.....	45
V.1 Le choix de périmètre	46
V.2 Qualité des eaux	46
V.3 Calcul des besoins	50
V.4 Calcul de la pluie efficace	51
V.5 La réserve facile des utiles (RFU)	52
V.6 Choix de culture	52
V.7 Cultures maraichères	53
V.8 Culture des arbres :	53
V.8 Calcul le débit	56
Chapitre VI : GESTION ET D'EXPLOITATION	58
VI.1. La gestion de la station d'épuration :	59
VI.2. Les objectifs de la gestion de la STEP :	59
VI.3. Le chef d'exploitation de la station d'épuration :	59
VI.4. Moyens et techniques d'exploitation de la station d'épuration :	59
VI.5. L'entretien et le suivi des équipements de la station d'épuration	60
VI.5.1. L'entretien du dégrilleur	60
VI.5.2. L'entretien du déssableur	60
VI.5.3. L'entretien du dégraissage	60
VI.5.4. L'entretien du traitement biologique (boues activées) :	61
VI.5.5. L'entretien du décanteur secondaire (clarificateur)	61
VI.6. Les avantages et les inconvénients de la station d'épuration :	62
VI.7. Hygiène et sécurité :	62
CONCLUSION GENERALE.....	63
Conclusion Générale	64
LES ANNEX.....	65

Liste des abréviations

MES : les matières en suspension

T : la température Cond : la
conductivité pH : le potentiel
d'hydrogène

NTU : unité néphélométrique de turbidité (Nephelometric Turbidity Units)

DBO : demande biochimique en oxygène

DCO : demande chimique en oxygène

STEP : station d'épuration

MS : matière sèche

TS : temps de séjour

TDS : total des sels dissous

UV : ultraviolet

OMS : Organisation mondiale de la santé

Dj : dose journalière

Qmoy,j : débit moyen journalier

Tc : temps de contact

Qptp : débit de pointe en temps de pluie

Qpts : débit de pointe en temps sec

Sh : la surface horizontale

CE : conductivité électrique

SAR : sodium adsorption ratio RFU :

réserve facile des utiles $\mu\text{S}/\text{cm}$:

micro siemens par centimètre mg/l :

milligramme par litre m^3/j : mètre

cube par jour eq / hab : équivalent

habitant mm : millimètre

kg/j : kilogramme par jour

Liste des figures

Figure I.1 :les eaux usées domestique	Error! Bookmark not defined.
Figure I.2 : les eaux usées industrielles	3
Figure II.1 : Situation géographique de la STEP de Chlef	11
Figure (II.2) : variation des température moyenne mensuelle	12
Figure (II.3) : Variation des précipitations moyennes mensuelles	13
Figure (II.4) : vitesse moyenne du vent	Error! Bookmark not defined.
Figure III.1 :plan de la station	19
Figure III.2 : dégrilleur grossier	18
Figure III.3 : dégrilleur fin	21
Figure III.4 : Dessablage-dégraissage.....	22
Figure III.5 : Bassin d'aération.....	23
Figure III.6 : Décanteur secondaire	23
Figure III.7 : Bassin de collection des boues	24
Figure III.8 : epaississeurs.....	25
Figure III.9 : lits de séchage	27
Figure III.10 : station de relevage CHERIFIA.....	28
Figure IV.1: Variation journalière de la température de l'eau épurée (Période du 29 janvier au 09 Mars 2013)	28
Figure IV.2: Variation journalière du pH de l'eau épurée (Période du 29 janvier au 09 Mars 2013)	29
Figure IV.3: Variation journalière la conductivité électrique de l'eau épurée (Période du 29 janvier au 10 Mars 2013)	29
Figure VI.4: Variation journalière de la concentration des TDS de l'eau épurée (Période du 29 janvier au 09 Mars 2013)	30
Figure IV.5: Variation journalière de la concentration des matières en suspension dans l'eau épurée (Période du 29 janvier au 09 Mars 2013)	31
Figure IV.6: Variation journalière de la concentration en demande biologique en oxygène après 5 jours (DBO5) dans l'eau épurée (Période du 06 Février au 02 Mars 2013)	31
Figure IV.7: Variation journalière de la demande chimique en oxygène dans l'eau épurée (Période du 29 janvier au 09 Mars 2013)	32
Figure IV.8 : Variation journalière de l'azote total dans l'eau épurée (Période du 29 janvier au 05 Mars 2013)	33
Figure VI.9: Variation journalière de la concentration de l'azote ammoniacal dans	

l'eau épurée (Période du 29 janvier au 09 Mars 2013)	33
Figure IV.10: Variation journalière de la concentration de l'azote nitrique dans l'eau épurée (Période du 29 janvier au 09 Mars 2013)	34
Figure IV.11.....	37
Figure IV.11 :méthode de chloration.....	41
Figure IV.11 : schémas d'ozonation	42
Figure IV.12 :vue actuelle de traitement UV.....	43
Figure IV.14 :les appareil de filtre a sable	44
Figure V.1 périmètre d'irrigation.....	51
Figure V3 :pomme de terre.....	54
Figure V2 :olives.....	55

Liste des tableaux

Tableau I.1 : La quantité de sels dissous dans l'eau en fonction de la conductivité.	6
Tableau I.2 : la variation de l'acidité d'une eau en fonction du pH.	6
Tableau I.3 : La couleur de l'eau en fonction de sa turbidité.	7
Tableau I.4 : Echelle de valeurs de DBO ₅	7
Tableau (II.1) : Répartition mensuelle de la température (2018)	11
Tableau (II.2) : Précipitations moyennes mensuelles (2018)	12
Tableau (II.3) : humidité relative mensuelles 2018.....	13
Tableau (II.4) : vitesse moyenne de vent 2018.....	14
Tableau (II.5) : Population future du centre urbain	15
Tableau III.1: Valeurs de bases des données de le STEP de Chlef	17
Tableau III.2 : normes de rejets internationales.....	17
Tableau III.3 : Caractéristiques de l'ouvrage d'aération et de stabilisation	19
Tableau (III.4) : Les caractéristique de la station de CHERIFIA.	25
Tableau IV.1: Résultats des analyses Bactériologiques des eaux épurées prélevées	35
Tableau IV.2: Résultats des analyses physico-chimiques et bactériologiques des eaux épurées prélevées à la sortie de la STEP dans la période de l'été 2013	35
Tableau IV.1 : étude comparative de deux précédées de désinfection	40
Tableau V.1 : Classement des eaux d'après la conductivité électrique (CE)	47
Tableau (V.2) : La qualité chimique des eaux utilisées pour l'irrigation dans la zone de Chlef	48
Tableau V.3 : pourcentage de superficie des différentes cultures	53
Tableau V.4 : les besoins d'irrigation d'olives	54
Tableau V.5 : les besoins d'irrigation de pomme de terre	55
Tableau V.6 : les besoins d'irrigation d'orge vert	56
Tableau V.7 : bilan hydraulique	56

Introduction Générale

L'eau revêt une importance indiscutable, qu'elle soit destinée à la consommation humaine, à l'agriculture, aux loisirs, au transport ou à la production d'énergie. Le progrès de l'humanité est de plus en plus entravé par l'augmentation de la pollution de l'eau. La contamination des lacs et des rivières constitue l'un des problèmes de pollution de l'eau les plus fréquemment observés à l'échelle mondiale, d'où la nécessité de traiter préalablement les eaux usées avant de les déverser dans les écosystèmes naturels.

Les contraintes liées au climat, à la croissance démographique et aux évolutions économiques et sociales dans la wilaya de CHLEF, en particulier dans la ville de CHLEF sont responsables d'une demande en eau constamment croissante. Actuellement, les eaux usées de la ville de CHLEF sont directement déversées dans l'oued sans subir aucun traitement préalable.

L'objectif principal de l'étude portant sur le système de traitement des eaux usées de la ville de notre ville est de préserver cet oued de la pollution et de permettre la réutilisation de l'eau traitée pour l'irrigation des terres agricoles environnantes. Ceci vise à répondre à la demande croissante en ressources hydriques de ce secteur qui souffre depuis quelques années d'une pénurie d'eau.

Chapitre 1 : Généralités sur les eaux usées urbains

introduction

Les eaux usées englobent toutes les eaux chargées de divers composants issus de la population ainsi que des activités commerciales et industrielles, du fait de leur utilisation pour des activités telles que le lavage ou les toilettes, pouvant entraîner une pollution des environnements où elles sont déversées. Dans un souci de préservation de ces milieux, des opérations de traitement sont effectuées sur ces effluents par l'intermédiaire du réseau d'assainissement urbain. L'objectif de ces traitements ne vise pas nécessairement à rendre l'eau potable, car certains usages n'exigent pas une eau propre à la consommation. On parle alors de recyclage des eaux usées. Dans tous les cas, ces traitements peuvent être réalisés de manière collective au sein d'une station d'épuration ou de manière individuelle. La plupart des stations d'épuration suivent des processus de base similaires, bien que des variations plus ou moins significatives puissent exister dans la mise en œuvre de ces procédés. Le traitement est généralement divisé en plusieurs phases.

I.1 Les étapes de traitement des eaux usées :

I.1.1 Prétraitement :

Le prétraitement comprend trois étapes principales visant à éliminer les éléments perturbateurs pour les étapes ultérieures du traitement. Toutes les stations d'épuration ne disposent pas nécessairement des trois étapes ; le dégrillage est le plus courant, tandis que les autres étapes sont le dessablage et le déshuilage [1].

I.1.2 Traitement primaire :

Le traitement primaire consiste en une simple décantation visant à éliminer la majeure partie des matières en suspension responsables de la turbidité des eaux usées. Cette opération se déroule dans des bassins de décantation dont la taille dépend du type d'installation et du volume d'eau à traiter. De même, la durée de rétention des effluents dans ces bassins est fonction de la quantité de matières à éliminer et de la capacité de l'installation à les éliminer [1].

I.1.3 Traitement secondaire :

Le traitement secondaire est le plus souvent réalisé par des processus biologiques. Parfois, des processus physico-chimiques peuvent être utilisés en complément, favorisant la floculation, la coagulation des boues, ou permettant par exemple de fixer les phosphates apportés par l'utilisation d'engrais agricoles, entre autres [1].

I.2 Les eaux usées urbaines

La problématique de la pollution de l'eau constitue incontestablement l'un des aspects les plus préoccupants de la détérioration de l'environnement par la société contemporaine.

Les eaux usées, qu'elles proviennent d'activités industrielles ou domestiques, ne devraient en aucun cas être directement déversées dans l'environnement naturel, étant donné qu'elles peuvent entraîner d'importants problèmes environnementaux et de santé publique.

Le traitement ou la purification des eaux usées s'avère impératif. Son objectif principal consiste à réduire la charge de polluants qu'elles transportent. Pour ce faire, ces eaux doivent être acheminées vers des stations d'épuration dont la mission est de concentrer les substances polluantes présentes dans les eaux usées sous forme de résidus (boues), tout en épurant l'eau afin qu'elle réponde à des normes strictes. Ces opérations sont rendues possibles grâce à l'utilisation de processus physicochimiques et biologiques [1].

I.2.1 Définition des eaux usées

Les eaux usées se caractérisent par leur composition hétérogène, contenant des substances minérales et organiques, susceptibles d'être en suspension ou en solution, et certaines d'entre elles peuvent même présenter un caractère toxique. Ces eaux revêtent diverses formes, étant évacuées dans les réseaux d'égouts publics des villes et des zones urbaines. Elles renferment une variété de substances d'origine naturelle ou artificielle qui, après avoir été utilisées par les êtres humains, les animaux, et l'environnement (l'air ou le sol), peuvent avoir des propriétés polluantes pour les milieux où elles sont déversées. Les opérations de traitement sont menées sur ces effluents grâce au réseau d'assainissement urbain.

Ces traitements peuvent être mis en œuvre collectivement au sein d'une station d'épuration ou de manière individuelle [2].

I.2.2 Classification des eaux usées

Et peuvent être classées comme eaux usées et en fonction de leur origine et de la composition. Pour estimer la capacité de fournir de l'eau et d'égout construction, l'ingénierie, le transport, le traitement, le livre fait la distinction entre :

I.2.2.1 Les eaux usées domestiques :

Les eaux usées domestiques, ainsi que des bâtiments et des installations, qui comprennent des déchets et de l'eau des bains publics et d'une cuisine particulièrement prometteurs pollution organique est composée de graisses et détergents, solvants et déchets azotés organiques ou divers germes [3].



Figure I.1 :les eaux usées domestique

I.2.2.2 Les eaux usées industrielles

Il est essentiel de mettre en place des mesures pour la plantation de végétation aquatique et la réduction de 60 % de la quantité totale de pollution présente dans les mers, les lacs et les

rivières. Il est important de noter que de nombreuses usines, tant dans les pays développés que dans les pays en développement, ne respectent pas les réglementations relatives aux déchets industriels et déversent leurs déchets dans l'eau. Il convient de souligner que les méthodes conventionnelles de purification de l'eau ne permettent pas d'éliminer les polluants industriels, les contaminants inorganiques, les pesticides et les produits chimiques variés. La pollution industrielle résulte notamment de l'utilisation de certaines usines pour le refroidissement de l'eau, ce qui entraîne le déversement d'eau chaude dans les rivières ou les lacs, ce qui augmente la température de l'eau et a un impact sur la faune et la flore. Ces eaux industrielles contiennent également des matières organiques similaires aux eaux domestiques, mais elles se distinguent par la présence potentielle de substances toxiques, d'hydrocarbures, de métaux lourds et de micropolluants [3].



Figure I.2 : les eaux usées industrielles

I.2.2.3 Les eaux pluviales

Les eaux de pluie peuvent également constituer une source significative de pollution des cours d'eau, surtout pendant les périodes de précipitations. L'eau de pluie absorbe des impuretés en entrant en contact avec l'air, notamment des émissions industrielles. Ensuite, en s'écoulant, elle ramasse des résidus déposés sur les toits et les routes des zones urbaines, tels que des huiles de vidange, des carburants, des résidus de pneus et des métaux lourds. Dans les zones urbaines, les surfaces construites rendent les sols imperméables, ce qui aggrave le risque de pollution et ajoute celui des inondations [3].



Figure I.3 : les eaux pluviales

I.3 Composition des eaux usées

La composition des eaux usées est hautement variable en fonction de leur provenance (qu'elle soit industrielle, domestique, etc.). Elles peuvent renfermer une grande diversité de substances, qu'elles soient sous forme solide ou dissoute, ainsi que de nombreux microorganismes. Ces substances peuvent être classées en quatre catégories distinctes, en fonction de leurs propriétés physiques, chimiques, biologiques et du risque qu'elles représentent pour la santé et l'environnement : les microorganismes, les matières en suspension, les composés organiques et les nutriments.

I.3.1 Les micro-organismes

Les micro-organismes sont classés en ordre croissant de taille, comprenant les virus, les bactéries, les protozoaires et les helminthes. La grande majorité d'entre eux provient des matières fécales, et on peut distinguer entre la flore entérique normale et les micro-organismes pathogènes. Ces micro-organismes sont responsables de diverses infections, allant des infections bénignes telles que la gastro-entérite, aux maladies potentiellement mortelles telles que le choléra [3].

I.3.2 Les matières en suspension (MES)

Les matières en suspension (MES) sont principalement constituées de matières biodégradables. Les micro-organismes se trouvent généralement adsorbés à la surface de ces particules en suspension, ce qui les transporte avec les MES. Ces matières rendent l'eau trouble, lui confèrent un mauvais goût et une mauvaise odeur. Toutefois, elles peuvent avoir un intérêt dans le domaine de l'irrigation agricole [6].

I.3.3 Les micropolluants organiques et non organiques

Les micropolluants sont des substances présentes en quantités infimes dans les eaux usées. Lorsqu'il s'agit de la réutilisation des eaux usées traitées, l'ingestion constitue la principale voie de contamination. C'est la contamination indirecte qui est généralement préoccupante. Par conséquent, certains micropolluants tels que les métaux lourds ou les pesticides ont la capacité de s'accumuler dans les tissus des êtres vivants, notamment dans les plantes cultivées. Cette accumulation peut entraîner une contamination de la chaîne alimentaire et une concentration de ces polluants dans les organismes. En raison du manque de connaissances sur les effets à long terme de ces substances, il est essentiel d'examiner attentivement la nature et la présence des micropolluants dans les eaux usées [7].

I.3.4 Les substances réutilisation agricole

Les nutriments tels que le potassium peuvent contribuer à satisfaire une partie des besoins des plantes en éléments nutritifs. En ce qui concerne les phosphates, un excès de ces composés peut entraîner leur fixation dans le sol, ce qui peut ensuite les rendre susceptibles d'être emportés par l'érosion et de contribuer ainsi au phénomène d'eutrophisation des milieux aquatiques. Toutefois, les nitrates posent les problèmes les plus significatifs. Bien qu'ils fournissent de l'azote aux plantes, un apport excessif de nitrates peut avoir divers effets nuisibles sur les cultures, tels que des retards de maturation et une altération de la qualité des produits agricoles. De plus, leur présence dans les eaux usées peut avoir un impact négatif sur la santé humaine et

la qualité des eaux de surface. Les nitrates jouent un rôle prédominant dans le processus d'eutrophisation des milieux aquatiques. En ce qui concerne la santé humaine, les nitrates peuvent conduire à la formation de nitrites et de nitrosamines, entraînant potentiellement deux problèmes de santé : la méthémoglobinémie et un risque accru de cancer. Les nitrites sont des oxydants puissants qui ont la capacité de convertir l'hémoglobine en méthémoglobine, ce qui rend le sang incapable de transporter efficacement l'oxygène vers les tissus [5].

I.4 Les indicateurs de qualité de l'eau

I.4.1 Analyses physico-chimiques

Les paramètres à analyser sont choisis en fonction de l'objectif recherché.

I.4.1.1 La température

La température est un facteur écologique crucial dans un environnement aquatique. Son augmentation peut entraîner des perturbations significatives dans la vie aquatique, ce que l'on appelle la pollution thermique. Certains rejets de chaleur présentent des écarts de température importants par rapport au milieu récepteur, comme c'est le cas des eaux de refroidissement des centrales nucléaires thermiques, ce qui peut entraîner une perturbation majeure de l'écosystème aquatique.

La mesure de la température de l'eau se fait généralement à l'aide d'une thermosonde ou d'un thermomètre. Il est crucial de disposer de données précises sur la température de l'eau, car elle influe sur la solubilité des sels et, plus particulièrement, des gaz. Elle joue également un rôle dans la détermination du pH de l'eau, dans la compréhension de l'origine de l'eau et d'éventuels mélanges, entre autres aspects écologiques et chimiques [7].

I.4.1.2 La conductivité

La conductivité est une mesure de la capacité de l'eau à conduire le courant électrique entre deux électrodes. La plupart des substances dissoutes dans l'eau se présentent sous forme d'ions chargés électriquement. La mesure de la conductivité permet donc d'évaluer la concentration de sels dissous dans l'eau.

Il est important de noter que la conductivité de l'eau varie en fonction de sa température, augmentant avec l'élévation de la température. Par conséquent, les résultats de mesure de conductivité sont généralement exprimés en termes de conductivité équivalente à 20 ou 25°C. Les appareils de mesure utilisés sur le terrain effectuent généralement automatiquement cette conversion.

Il est impératif de réaliser cette mesure sur le terrain, car elle offre une information précieuse pour caractériser la qualité de l'eau. La procédure de mesure est simple et permet d'obtenir des données utiles. En outre, des variations de conductivité peuvent aider à détecter des pollutions, des zones de mélange ou d'infiltration dans l'eau. La conductivité joue également un rôle

essentiel pour la validation des analyses physico-chimiques de l'eau, car la valeur mesurée sur le terrain doit être cohérente avec celle mesurée en laboratoire [7].

Tableau I.1 : La quantité de sels dissous dans l'eau en fonction de la conductivité.

$X < 0.005 \mu\text{S/cm}$	eau déminéralisée
$0.005 < X < 30000 \mu\text{S/cm}$	
$10 < X < 80 \mu\text{S/cm}$	eau de pluie
$30 < X < 100 \mu\text{S/cm}$	eau peu minéralisée, domaine granitique
$300 < X < 500 \mu\text{S/cm}$	eau moyennement minéralisée, domaine des roches carbonatées (karst)
$500 < X < 1000 \mu\text{S/cm}$	eau très minéralisée, saumâtre ou saline
$X > 30000 \mu\text{S/cm}$	eau de mer

I.4.1. 3 Le pH

Le pH, ou potentiel d'hydrogène, est une mesure qui représente le logarithme décimal inverse de la concentration en ions H⁺ présents dans l'eau. Il exprime l'acidité ou l'alcalinité du milieu, ce qui est une conséquence de sa composition.

La mesure du pH de l'eau peut être réalisée de deux manières principales. La méthode classique se fait à l'aide d'un potentiomètre, utilisant une électrode de mesure en verre et une électrode de référence en calomel. Cette méthode est généralement utilisée en laboratoire pour obtenir des mesures précises. En revanche, sur le terrain, lorsque la précision n'est pas aussi cruciale, on a recours à la méthode colorimétrique, qui utilise des bandelettes ou des réactifs pour déterminer le pH.

Le pH des eaux naturelles dépend des concentrations de gaz carbonique dissous et d'hydrogénocarbonates. En général, les eaux naturelles ont un pH tamponné autour de la neutralité, c'est-à-dire entre 6,5 et 8. Cependant, il peut y avoir des variations, par exemple, des pH légèrement acides (entre 5 et 6) dans les régions granitiques ou tourbeuses, et des pH alcalins (entre 8 et 8,5) dans les zones calmes, comme les bras morts des cours d'eau.

La mesure du pH est une opération essentielle sur le terrain, qu'elle soit réalisée à l'aide d'un pH-mètre ou par colorimétrie à l'aide de bandelettes (moins précises) [7].

Tableau I.2 : la variation de l'acidité d'une eau en fonction du pH.

pH < 5	- acidité forte, pH coca cola = 3, pH jus d'orange = 5 - présence d'acides minéraux ou organiques dans les eaux naturelles
pH = 7	pH neutre
7 < pH < 8	neutralité approchée, majorité des eaux de surfaces
5.5 < pH < 8	eaux souterraines
pH > 8	alcalinité, évaporation intense

I.4.1. 4 La turbidité

La turbidité est une propriété optique de l'eau qui mesure sa capacité à diffuser ou absorber la lumière incidente. Elle contribue à la couleur de l'eau. La turbidité est le résultat de la présence de particules en suspension, qu'elles soient minérales, organiques, vivantes ou détritiques. Ainsi, une eau contenant une grande quantité de biomasse phytoplanctonique ou de particules sédimentaires sera plus turbide.

La turbidité a plusieurs conséquences, notamment sur la pénétration de la lumière et des ultraviolets dans l'eau, ce qui peut influencer la photosynthèse et le développement des bactéries. De plus, la couleur de l'eau peut affecter sa température, sa teneur en oxygène, son évaporation et sa salinité.

La mesure de la turbidité est réalisée sur le terrain à l'aide d'un tube en plastique transparent. Les unités couramment utilisées pour la turbidité sont les NTU (Néphélométrie Turbidité Unit), les JTU (Jackson TU) et les FTU (Formazin TU). Les valeurs de turbidité sont généralement classées en différentes catégories, comme indiqué dans le tableau suivant [7].

Tableau I.3 : La couleur de l'eau en fonction de sa turbidité.

NTU < 5	Eau incolore
5 < NTU < 30	Eau légèrement colorée
NTU > 50	Eau colorée
NTU > 200	Eau de surface "Africaine"

I.4.1.5 La DBO (demande biochimique en oxygène)

La Demande Biochimique en Oxygène, abrégée en DBO, est une mesure qui exprime la quantité d'oxygène nécessaire à la dégradation de la matière organique biodégradable présente dans une eau. Cette dégradation est effectuée par le développement de micro-organismes, dans des conditions spécifiques.

Les conditions couramment utilisées pour mesurer la DBO sont les suivantes : une période de 5 jours (d'où le terme DBO₅), une température de 20°C, à l'abri de la lumière et de l'air. Cette méthode permet d'obtenir une estimation de la charge en matières organiques biodégradables dans l'eau.

La DBO est exprimée en milligrammes (mg) d'oxygène dissous (O₂) consommés au cours du processus de dégradation de la matière organique. Elle est largement utilisée pour surveiller les rejets des stations d'épuration, car elle donne une idée de la quantité de matières organiques présentes dans l'eau qui pourraient potentiellement affecter la qualité de l'eau et de l'écosystème aquatique [7].

Tableau I.4 : Echelle de valeurs de DBO₅

Situation	DBO ₅ (mg/l d'O ₂)
Eau naturelle pure et vive	c < 1
Rivière légèrement polluée	1 < c < 3
Egout	100 < c < 400
Rejet station d'épuration efficace	20 < c

I.4.1.6 La DCO (Demande Chimique en Oxygène)

La Demande Chimique en Oxygène, abrégée en DCO, est une mesure qui exprime la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder la matière organique présente dans une eau, qu'elle soit biodégradable ou non. Cette oxydation est réalisée à l'aide d'un oxydant, en l'occurrence le bichromate de potassium.

La DCO offre une représentation plus ou moins complète des matières oxydables contenues dans l'échantillon, bien que certains composés, comme certains hydrocarbures, ne soient pas oxydés dans ces conditions. Il convient de noter que l'objectif de la DCO diffère de celui de la DBO (Demande Biochimique en Oxygène).

La DCO peut être effectuée de manière plus rapide que la DBO, car elle repose sur une oxydation "forcée" et ne dépend pas du développement de micro-organismes. Par conséquent, elle permet d'obtenir une image de la matière organique présente, même dans des situations où le développement de micro-organismes serait impossible, par exemple en présence de substances toxiques.

Les résultats de la DCO sont exprimés en milligrammes par litre (mg/L) d'oxygène consommé. En général, pour les eaux usées domestiques, la DCO est d'environ 1,5 à 2 fois supérieure à la DBO₅, ce qui signifie qu'elle reflète une quantité plus importante de matière organique oxydable [7].

I.4.1.7 L'azote

L'azote, qu'il soit sous forme organique ou inorganique, peut subir une oxydation en présence de peroxydisulfate, ce qui conduit à sa transformation en nitrate. Les ions nitrate réagissent ensuite dans une solution contenant de l'acide sulfurique et de l'acide phosphorique en présence de diméthylphénol-2,6, ce qui aboutit à la formation de nitrophénol [7].

I.4.1.8 Ammonium

La présence d'ammonium dans l'eau, en présence de sodium nitroprussique agissant comme catalyseur à un pH d'environ 12,6, est généralement le signe d'un processus de dégradation incomplet de la matière organique. L'ammonium dans l'eau provient souvent de la réaction de minéraux contenant du fer avec des nitrates. Par conséquent, la présence d'ammonium est un indicateur significatif de la pollution de l'eau par des rejets organiques d'origine agricole, domestique ou industrielle [7].

I.4.1.9 Nitrate

Le nitrate est une substance chimique naturelle qui fait partie du cycle de l'azote. Il est largement utilisé dans divers domaines, notamment comme composant d'engrais inorganiques, d'explosifs, d'agents de conservation des aliments, et en tant que matière première dans de nombreux processus industriels.

Le nitrate est considéré comme la forme la plus stable de l'azote, mais sous l'action de microorganismes, il peut être réduit en nitrite (NO₂-), qui est une forme plus toxique. Le nitrate est naturellement présent dans l'environnement et résulte de l'oxydation de l'azote atmosphérique

(qui représente environ 78% de l'atmosphère) par des micro-organismes présents dans les plantes, le sol et l'eau. Il peut également être produit en moindre mesure par des phénomènes tels que les décharges électriques, comme la foudre [7].

I.4.2 Analyse bactériologique

L'analyse bactériologique de l'eau n'est pas seulement qualitative, mais elle est également quantitative. Elle permet de mesurer la présence de bactéries dans l'eau, ce qui est crucial pour évaluer sa qualité. Cette analyse sert également à contrôler l'efficacité des mesures de prévention ou de traitement mises en place pour garantir la salubrité de l'eau.

De plus, l'analyse bactériologique de l'eau peut être un outil complémentaire dans les enquêtes sur la santé publique. Elle offre une image instantanée de la qualité de l'eau dans les échantillons prélevés, mais il est important de noter que ces résultats peuvent varier avec le temps. Par conséquent, les interprétations des données bactériologiques doivent être faites en relation avec les enquêtes sur les maladies liées à l'eau, qui peuvent être nombreuses et variées.

Les échantillons d'eau prélevés pour l'analyse bactériologique doivent être représentatifs de l'eau à contrôler et ne doivent pas altérer ses propriétés bactériologiques. Ils doivent être collectés dans des conditions aseptiques pour garantir la fiabilité des résultats [7].

I.5 Les impacts des eaux usées sur l'environnement

Il existe de nombreux pays où la quantité d'eaux usées augmente en raison de la croissance démographique, de l'urbanisation croissante et de l'utilisation inadéquate des ressources en eau. La gestion de l'eau et de l'assainissement est l'une des principales sources de pollution de l'eau, en particulier lorsque les eaux usées contiennent des quantités élevées de virus, de bactéries, de matières organiques et de produits chimiques issus de produits de nettoyage.

Cette pollution de l'eau a des conséquences graves sur l'environnement, notamment en perturbant les écosystèmes aquatiques et en mettant en danger la faune et la flore locales. De plus, les eaux contaminées peuvent présenter un danger pour la santé humaine. Pour lutter contre ce type de pollution de l'eau, il est essentiel de prévenir le rejet d'eaux usées non traitées dans les cours d'eau (y compris la mer), afin de protéger les écosystèmes aquatiques et la santé publique.

La gestion des eaux usées doit inclure un traitement adéquat, de préférence bilatéral, ce qui signifie que les eaux usées traitées peuvent être réutilisées dans l'agriculture ou d'autres usages, tout en veillant à ce qu'elles ne contiennent pas de substances nocives. Le traitement des eaux usées est essentiel pour préserver la qualité de l'eau et minimiser son impact sur l'environnement et la santé humaine [8].

Chapitre II : PRESENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

introduction

Dans ce chapitre on va présenter la commune de Chlef, en commençant d'abord par sa situation géographique, géologique, topographique ainsi que les caractéristiques hydrauliques de la zone et ses données climatologiques. Après nous allons déterminer la situation démographique et on finit par une étude de choix du site.

II.1 Présentation et description de la STEP de Chlef (Situation géographique)

est située à l'Ouest de la wilaya de Chlef, elle est implantée dans la commune de Chlef. Mise en service en Mars 2006, le procédé d'épuration est dit « à boue activée à moyen charge ». Elle a une capacité de 227 528 eq/hab. et un débit nominal de 36 504 m³ /j.

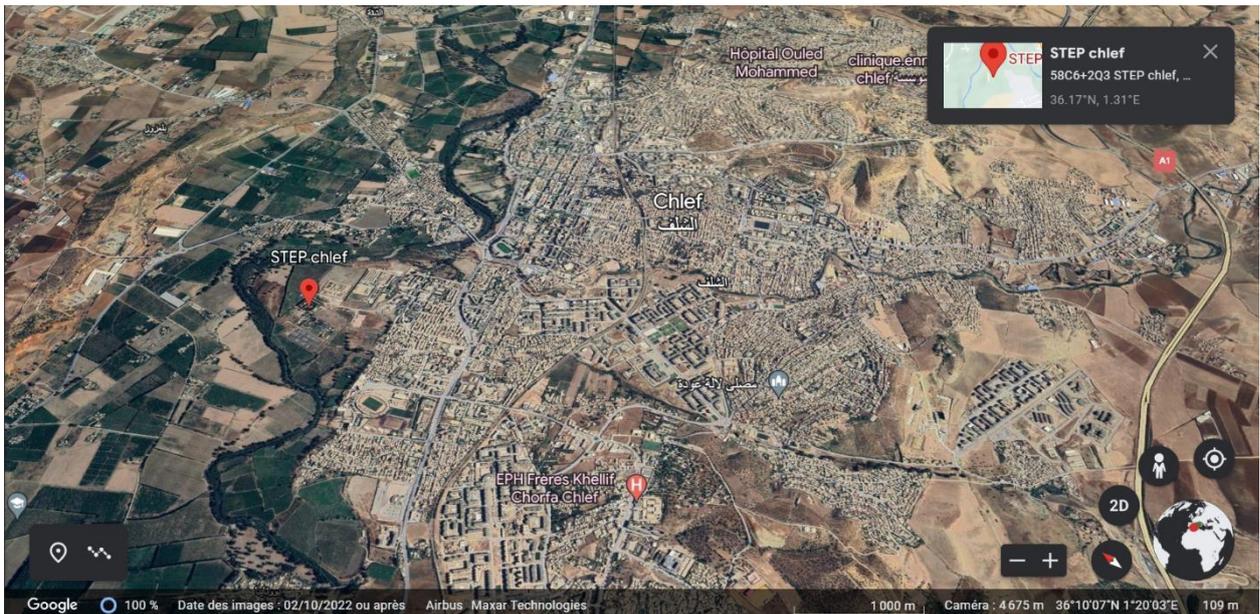


Figure II.1 : Situation géographique de la STEP de Chlef
Source : google EARTH

Cette STEP a été conçue dans le but de traiter les eaux usées de type domestique de la ville de Chlef et de protéger l'Oued Cheliff qui est son point de rejet final.

II.2 Situation climatique :

II.2.1 Climat :

Cette région est caractérisée par un climat de type méditerranéen semi-aride avec un hiver froid et pluvieux et un été chaud et sec.

II.2.2. Température :

Malgré la proximité à la mer de notre zone d'étude, les mois de l'année enregistrent des températures régulièrement croissantes entre les deux pôles chauds et froids. Pour l'examen de ce paramètre, nous avons de la station de Chlef. (voir tableau (II.1))

Tableau (II.1) : Répartition mensuelle de la température (2012 à 2018)

mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	MOY ANU
T°C	11	10.7	14.5	17.2	22.5	26.2	30	31.3	26.8	22	17	12	20.1

Source : ONM (2018)

L'écart est important entre le mois de janvier et le mois de juillet, soit près de 20. 35 °C cette différence indique une continentalité claire malgré la proximité de la mer.

Formula $(0^{\circ}\text{C} \times 9/5) + 32 = 32^{\circ}\text{F}$

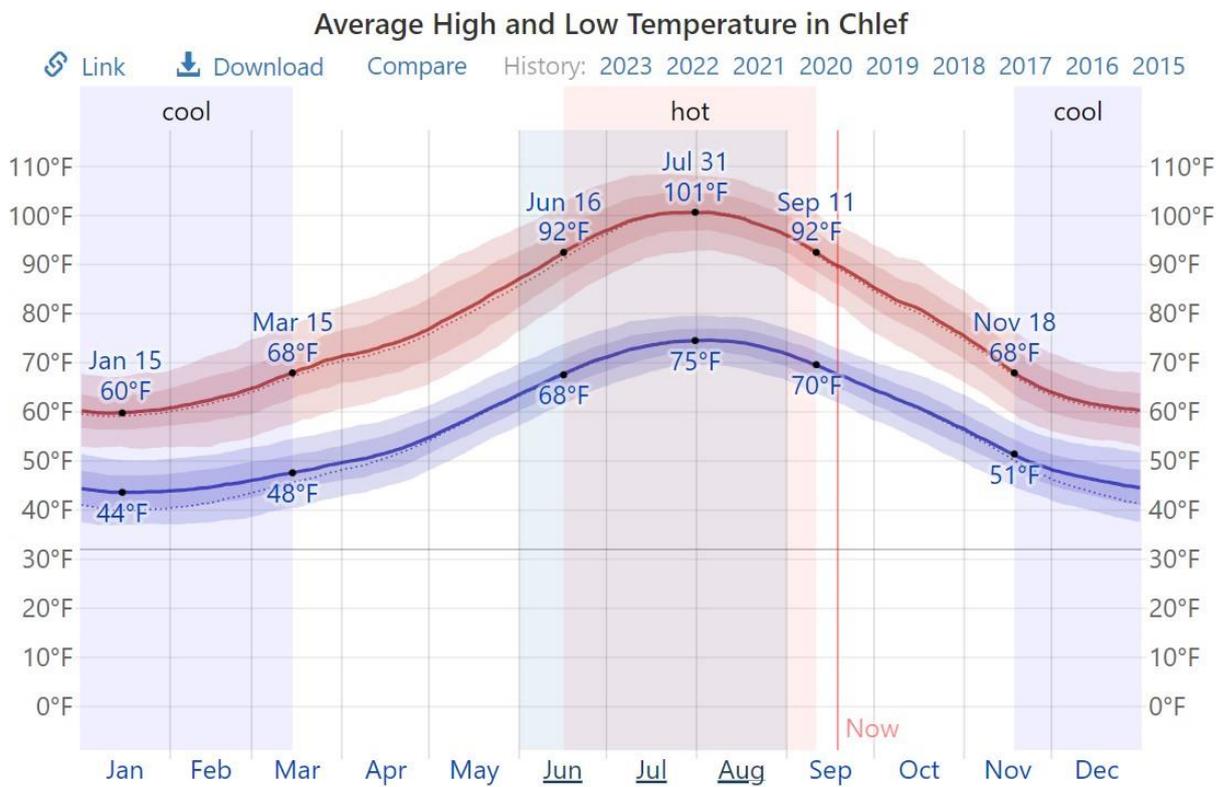


Figure (II.2) : variation des température moyenne mensuelle
Source : WEATHER SPARC

II.2.3.Pluviométrie

L'étude des précipitations joue un rôle très important surtout pour le choix de type de réseau d'assainissement à projeter. Les valeurs moyennes mensuelles de la pluviométrie sont données dans le tableau (II.2)

Tableau (II.2) : Précipitations moyennes mensuelles (2012 à 2018)

MOIS	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	MOY ANN
(mm)	68.9	100.35	43.75	47.47	35.65	6.5	0	10	12	35	68.8	70	41.35

Source : ONM (2018)

La pluviométrie moyenne annuelle enregistrée est 496.2 mm

Le tracé de la courbe de variation de précipitation moyenne mensuelle montre qu'il y a deux saisons distinctes (fig. II.7) :

- ✓ Une saison pluvieuse s'étale du mois d'octobre au mois de mai ; avec une hauteur maximale de précipitation de 67.13 mm enregistrée au mois de décembre.
- ✓ Les mois de Juin, Juillet et Aout sont les plus secs ; avec un minimum de précipitation de 5.5 mm au mois de Juillet.

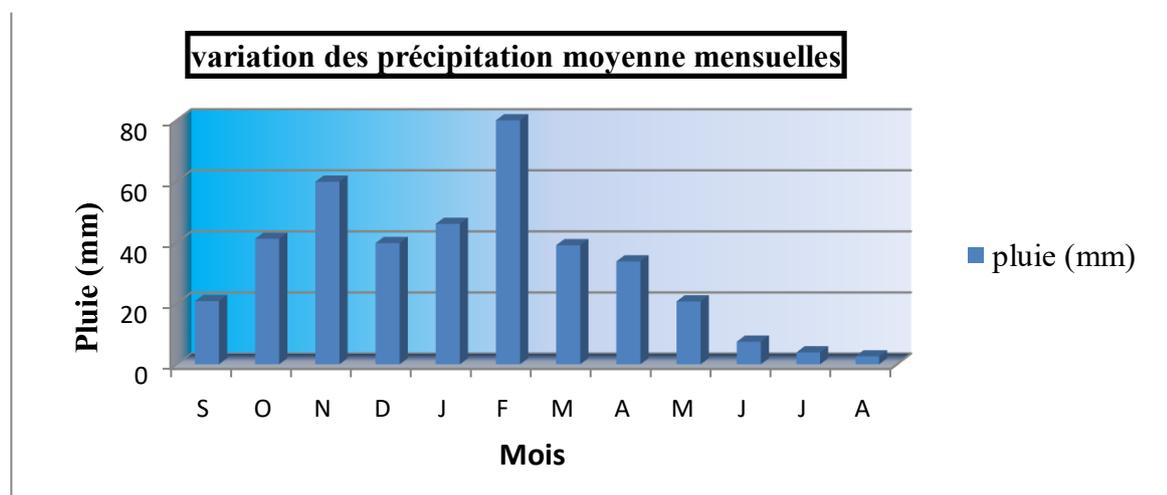


Figure (II.3) : Variation des précipitations moyennes mensuelles

Source : site WEATHER SPARC

II.2.4. Humidité relative

C'est un élément important du cycle hydrologique, contrôlent l'évaporation du sol et l'ouverture végétale et qui représente la quantité réelle de vapeur d'eau contenue dans l'air par rapport celle que l'air pourrait contenir s'il était saturé a la même température Humidité moyenne mensuelle (2012 à 2018)

M	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	MOY ANN
(%)	78.6	75.15	71	67.8	56.1	47	41.4	45	54	60.3	72.3	77	62.13

Source (ONM. 2018)

On a le mois le plus humide c'est Janvier 78.6(%)

ET le mois avec humidité minimale c'est juillet 41.4(%)

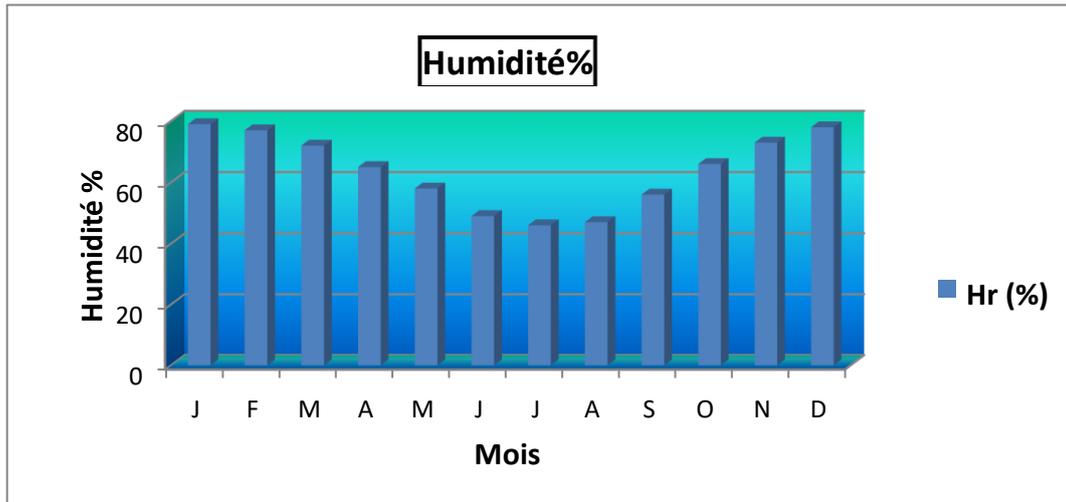


Figure (II.3) : variation d'humidité

Source : site WEATHER SPARC

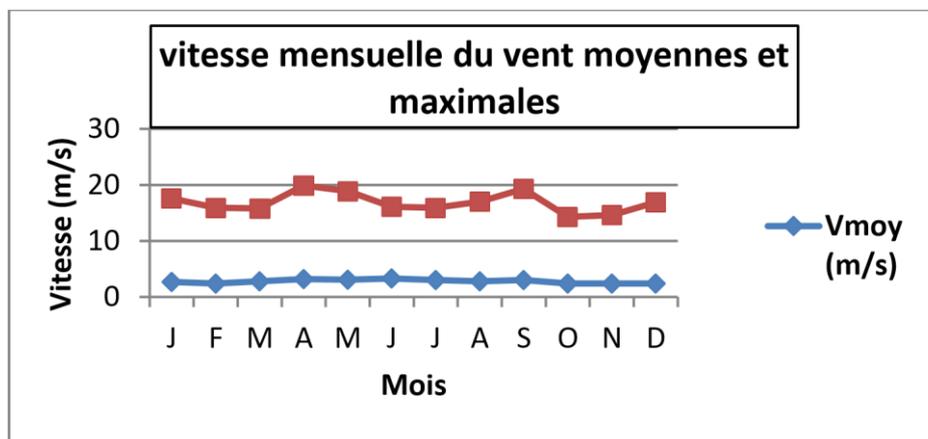
II.2.5. Vent

Cette section traite du vecteur de vent horaire moyen sur une vaste zone (vitesse et direction) à 10 mètres au-dessus du sol. Le vent ressenti à un endroit donné dépend fortement de la topographie locale et d'autres facteurs, et la vitesse et la direction instantanées du vent varient plus largement que les moyennes horaires.

Vitesse moy de vent (2012 à 2018)

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	MA
Vmoy (m/s)	2,7	2,4	2,8	3,2	3,1	3,3	3,0	2,8	3,0	2,4	2,4	2,4	2,8
Vmax (m/s)	17,6	15,9	15,8	19,9	18,9	16,1	15,9	17,0	19,3	14,3	14,6	16,9	16,8

Source : ONM (2018)



Figure(II.4) : Représentation de vitesse mensuelle du vent moyen et maximal

Source : site WEATHER SPARC

III La géologie

La plaine de la commune de Chlef représente une cuvette déboîtée du relief continental entourée de massif sableux et d'un grand mont dont les pieds sont presque entièrement marneux et argileux du miocène.

Elle se compose de formations de grès argileux à intercalations graveleuses et caillouteuses sur elles reposent les concentrations alluviales récentes qui sont limoneuses aux abords de la rivière et limono - sableuses à la base des collines.

Cet alluvionnement est déposé non seulement par les cours d'eau et les nombreux ruisseaux dévalant les massifs montagneux attenants qui sont formés des marnes salines du pliocène, grès et argile à gypse. Une destruction violente des roches sableuses commencée à l'époque ancienne à provoquer la création d'une couche sablonneuse qui couvre partout la dépression ainsi que la formation de dunes sur les bourrelets de la plaine à Talahamada.[1]

Alluvions récentes répandues au centre et dans la partie Nord de la plaine de Chlef.

Elles se composent de limon et de sables à grain fin mais au pied des collines ce sont des sables limono- argileux, leur épaisseur varie de 1 m à 1,5 m.

IV Situation démographique

D'après le dernier recensement effectué par l'A.P.C de Chlef, il a fourni le chiffre de 289 500 habitants, pour l'année 2018.

Pour le calcul de la population pour l'horizon visé, on utilise la formule du taux d'accroissement exponentiel :

$$P_n = P_0 (1 + T)^n \dots\dots\dots(I.1)$$

P_n : population future ;

P_0 : population de l'année de référence (2018) ; n :

nombre de l'année ;

T : taux d'accroissement=2,14 % ;

Tableau I.7 : Population future du centre urbain

Population en (2018)	Taux d'accroissement	Population à l'année 2030	Population à long terme 2050
289 500 hab	2,14	373 249 hab	570 053 hab

conclusion

Dans ce chapitre, nous avons vu que la zone d'étude de la ville de Chlef est caractérisée par un climat méditerranéen. Le relief est pratiquement incliné de l'Ouest vers Est et de nature montagneuse.

Chapitre III : ETAT DE LIEU

introduction

Les stations d'épuration sont des installations essentielles pour la dépollution des eaux usées urbaines domestiques, utilisant divers procédés biologiques et physico-chimiques. Elles éliminent les matières indésirables par dégrillage, dessablage, dégraissage et déshuilage, puis utilisent des microorganismes et des composés chimiques pour éliminer les contaminants restants. Ces stations permettent de protéger l'environnement et la santé publique en garantissant la qualité des eaux rejetées dans la nature ou réutilisées dans certaines régions où l'eau potable est rare. Grâce à leur approche complète, elles jouent un rôle crucial dans la préservation des ressources en eau et la préservation des écosystèmes aquatiques.

III.1 But de la station d'épuration :

Le but d'une station d'épuration n'est pas de rendre l'eau potable, mais de la rendre acceptable sur le plan environnemental. Le processus de traitement des eaux usées commence par une filtration pour éliminer les débris. Ensuite, les graisses flottantes et les particules solides qui se déposent sont collectées. Au lieu d'introduire délibérément des bactéries dans le bassin, on permet aux bactéries naturellement présentes de se nourrir des résidus restants avant que l'eau ne soit relâchée dans l'environnement. Une fois ce processus terminé, l'eau est propre et peut être renvoyée dans la nature.

La plupart des stations d'épuration fonctionnent selon ce processus de base, mais il peut y avoir des variations et des différences dans la mise en œuvre de ces étapes spécifiques d'une station à l'autre [9].

III.2 Système hydraulique

Le système comprend une station d'épuration traite l'effluent de la commune de Chlef, l'arrivée des eaux est assuré via 4 stations de relevage : CHERIFIA, CARMILA, EL HOURIA 01 et EL HOURIA 02 et d'une fraction des eaux véhiculées de façon gravitaire.

III.2.1 Station d'épuration

La station a deux système en parallèle mais un seul système qui marche car le débit est très faible $\frac{1}{4}$ de débit nominale (7000 à 9000 m³) par jour (voir la figure III.1)

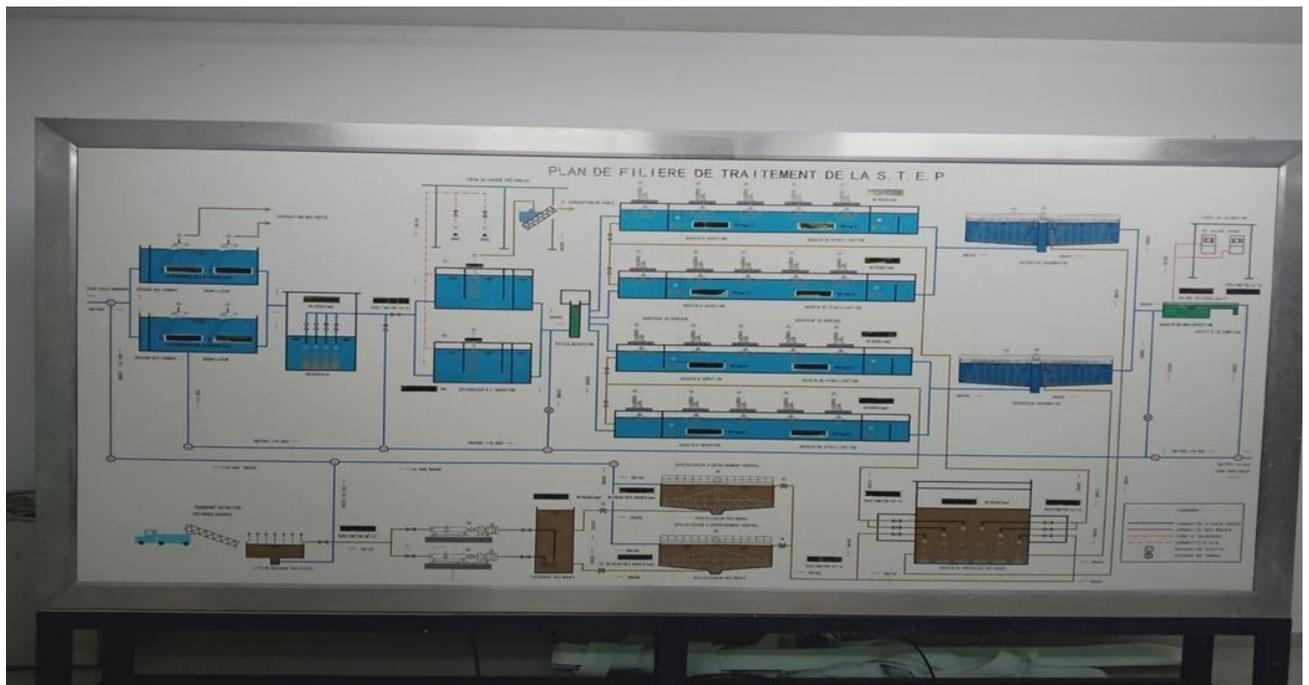


Figure III.1 :plan de la station
 Source : une photo actuelle de la STEP

Tableau III.1: Valeurs de bases des données de la STEP de Chlef

Paramètres	Unités	Valeurs
Nombre d'Equivalent Habitant	E.H	227 528
Volume moyen journalier des eaux usées	m ³ /j	36 405
Débit moyen par horaire	m ³ /h	1 517
Débit de point de temps sec	m ³ /h	2 460
Concentration de l'effluent en MES	mg/l	730
DBO ₅	mg/l	562
DCO	mg/l	120
Concentration de l'effluent en NTK	mg/l	138

Source : (ONA,2018)

Tableau IV.2 : normes de rejets internationales dans le milieu naturel

Caractéristiques	Normes utilisées (OMS 1989)
PH	6,5-8,5
DBO ₅	<30 mg/l
DCO	<90 mg/l
MES	<20mg/l
NH ₄ ⁺	<0,5 mg/l
NO ₂	1 mg/l
NO ₃	<1 mg/l
P ₂ O ₅	<2mg/l
Température	<30°C
Couleur	Incolore
Odeur	Inodore

Source OMS (1989)

III.3 Type de traitement :

Le traitement dans cette station est divisé en plusieurs étapes principalement sont :

III.3.1 traitement physico chimique

Les collecteurs urbains d'eaux usées avec un conduite de 1000mm véhiculent des matières très hétérogènes et souvent volumineuses, spécialement sur des réseaux unitaires.

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

Les opérations de prétraitements sont les suivant :

III.3.1.1 dégrillage

Il comprend deux files de dégrillage parallèles, qui comportent chacune une grille grossière (espacement des barreaux : 60 mm) suivie d'une grille fine (espacement : 20 mm), toutes deux verticales, mécanisées et à nettoyage automatique. Les caractéristiques des canaux sont les suivantes : [10] - Largeur : 2,00 m

- Profondeur : 4,40 m

- Hauteur d'eau : 4,00 m



Figure III.2 : dégrilleur grossier



Figure III.3 : dégrilleur fin

Source : une photo actuelle de la STEP

NB : une seule file de dégrillage que marche et aussi il y a un problème au niveau de la vanne (une fuite),

Donc, il faut apporter un dégrilleur automatique de réserve en cas où la machine s'arrêterait

III.3.1.2 Dessablage-dégraissage :

Le dessableur : Le sable pompé par des pompes submersibles est acheminé par des conduites en charge vers le classificateur de sable afin d'être cumulé puis transporté par un tracteur à benne, avec la capacité max de la pompe est de 30m³/h.

Ledéshuileur: Les graisses et les huiles raclés et évacués à travers les orifices de deux bassins sont transférés par une conduite en acier ; la capacité maximale de concentrateur en graisse et les huiles est de 12m³/h , les graisses sont acheminées par un tracteur à benne.

-Les opérations de dessablage et déshuilage sont combinées dans un ouvrage rectangulaire Composé de deux chambres parallèles, aéré par insufflation d'air. Les caractéristiques essentielles de l'ouvrage sont les suivantes :

-Longueur : 13.5 m

-Largeur : 7.5 m

-surface utile : 101.25 m²

-Volume : 405 m³

L'ouvrage est équipé d'un pont roulant motorisé muni de racleurs de fond et de surface. Les sables collectés dans une fosse en tête de l'ouvrage sont extraits par pompage puis triés et lavés par un classificateur à sables avant d'être rejetés dans les bennes de stockage des refus de dégrillage. Les graisses sont collectées dans une bache en extrémité de l'ouvrage puis extraites par pompage [11].



Figure III.4 : Dessablage-dégraissage
Source : une photo actuelle de la STEP

NB :

il n'existe pas un décanteur primaire car l'eau de cette agglomération est très faible de MES (matière en suspension).

III.3.2 traitement biologique :

Composé à deux ouvrages un bassin d'aération et stabilisation avec un décanteur secondaire :
[9]

III.3.2.1 bassin d'aération et stabilisation :

Le bassin d'aération est une technique qui intensifie et accélère le processus naturel de dégradation des déchets organiques. En présence d'oxygène, les bactéries aérobies et anaérobies transforment la matière organique en composés stables tels que le dioxyde de carbone, l'eau, les nitrates et les phosphates.

Un bassin d'aération est un type de bac (conteneur) dans lequel les eaux usées sont mises en contact intime avec la boue activée et où une forte concentration d'oxygène est entretenue au moyen d'aérateurs qui maintiennent la boue en suspension.

L'ouvrage d'aération et de stabilisation est composé de 04 bassins de forme carré (serpent) ayant les caractéristiques suivantes :

Tableau III.1 : Caractéristiques de l'ouvrage d'aération et de stabilisation

Désignation	Longueur (m)	Largeur (m)	Hauteur (m)	Surface (m ²)	Volume total (m ³)
Dimension	9.56	9.56	2.32	4 x 91.39	846.13



Figure III.5 : Bassin aeration
Source : une photo actuelle de la STEP

NB : les appareils de mesures de la concentration d' O_2 en arrête donc le temps de séjour et 24H.
Les avantages de circuit serpent sont : augmentation de temps de séjour et un espace pour avoir un bon mélange homogène.

III.3.2.2 Décanteur secondaire :

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. Le rayon de ce bassin égale 40m.

En remarque qu' il y a Taches d'huile au niveau de la clarificateur (foisonnement) ça veut dire un problème dans le processus. En générale les clarificateurs se forme conique.



Figure III.6 : Décanteur secondaire
Source : une photo actuelle de la STEP

NB : Les eaux clarifiées issues du décanteur sont directement rejetées dans l'Oued. Une partie des bouées décantées est envoyée en tête du bassin d'aération (recyclage des boues) tan disque l'autre partie elle est envoyée vers l'épaisseur.

III.4 Traitement des boues



Figure III.7 : Bassin de collection des boues

Source : une photo actuelle de la STEP

III.4.1 Epaissement :

Il s'agit de la première étape de traitement des boues, qui s'opère en général avant le mélange des boues issues des différentes étapes d'épuration des eaux usées (boues primaires, secondaires, et éventuellement tertiaires).

L'épaissement est un procédé simple, consommant peu d'énergie. Il sert principalement à réduire le volume des boues brutes et constitue une étape préalable aux traitements suivants.

Le taux de siccité obtenu peut atteindre jusqu'à 10% de MS. Quelle que soit la technique utilisée, l'eau récupérée doit être recyclée en tête de station. Diverses méthodes sont utilisées pour épaisir les boues : □ Epaissement gravitaire : la décantation (ou sédimentation) □ Epaissement dynamique :

- ✓ la flottation
- ✓ la centrifugation
- ✓ un système de drainage (gilles et table d'égouttage) **NB :**

- Le temps de séjour on estimation c'est 24H car les appareils des mesures sont arrêtés .
- Il y a deux ouvrages d'épaissement chacun a 96 mètre cube de volume [12].

La STEP de Chlef contient deux épaisseurs. Du fait que la quantité des boues en excès est relativement faible, les deux épaisseurs se mettent en service alternativement. Les boues sont introduisent dans le bassin se décantent et s'épaississent. Au bout de deux ou trois jours et sous l'effet de la décantation et d'épaissement, la teneur en eau des boues diminue considérablement. L'eau claire surnageant s'évacue à partir du déversoir de l'ouvrage.



Figure III.8 : epaississeures

Source : une photo actuelle de la STEP

III.4.2 Stabilisation et hygiénisation

Certains spécialistes considèrent que les techniques suivantes permettent de garantir la stabilisation et l'hygiénisation :

III.4.2.1 Stabilisation biologique a- Digestion anaérobie (37 °C, TS>20 j) :

Les objectifs du traitement des boues par

- digestion anaérobie sont les suivantes : stabilisation des boues par voie biologique (réduction du pouvoir fermentescible),
- hygiénisation des boues (destruction des germes pathogènes) et □ réduction du volume. **b- La digestion anaérobie** des boues est une fermentation méthanique dans des cuves fermées, à l'abri de l'air, nommées digesteurs, permet d'atteindre un taux de réduction des matières organiques de 45 à 50 % en masse. [12]

III.4.2.2 Stabilisation chimique

a- Chaulage (pH 12, TS > 10 j)

L'utilisation de la chaux a déjà été abordée au niveau des conditionnements, mais le chaulage peut également être considéré comme un traitement de stabilisation & d'hygiénisation. En effet, au-delà de pH 12, la biomasse est inhibée et une hygiénisation partielle peut être réalisée avec l'augmentation de température due à la chaux vive.

Administré à des boues pâteuses présentant des siccités variables (15 à 30 %), le chaulage à la chaux vive permet d'atteindre des siccités finales de l'ordre de 30 à 40% en fonction du rapport CaO/MS. Le calcul de la conservation de la masse et de l'évaporation permet d'apprécier la corrélation entre CaO/MS et la siccité finale. A titre d'exemple, une boue à 20 % atteint les 30 % avec un rapport de 50.2 % (la chaux est pure à 92 %). En terme d'énergie, on estime à 5 kWh/T MS les besoins pour pompage et malaxage. [12]

b- Stabilisation aux nitrites (pH 2, TS> 2 h)

Développée par OTV, le procédé SAPHYR, process de type "mixte", permet la stabilisation des boues liquides épaissies à 15 - 25 % par des nitrites en milieu faiblement acide (+ 3 % de siccité) ce qui autorise aussi bien la valorisation agricole que l'incinération. [12] c-
Stabilisation physique (90°C, TS>10 min) Elle est assurée par le séchage thermique. [12]

III.4.3 Conditionnement

III.4.3.1 Conditionnement chimique

Lors des opérations de déshydratation, il a pu être observé que des réactifs pouvaient avantageusement être utilisés. En effet, par la réalisation d'une floculation des boues, la stabilité colloïdale est cassée et la taille des particules augmentée. En général, le conditionnement est de nature chimique (réactifs minéraux ou polymères organiques) mais le conditionnement thermique existe également (voir plus loin).. [12]

III.4.3.2 Conditionnement thermique

Il est possible de réaliser un conditionnement thermique des boues autour de 150 à 200 °C pendant 30 à 60 minutes. Selon la nature des boues ainsi thermiquement traitées, 20 à 40 % de la matière organique est solubilisée. La qualité du jus de cuisson est très particulière (DBO de l'ordre de 3 à 6 g/l et NH_4^+ de l'ordre de 1 g/l) et doit faire l'objet d'un traitement (recyclage dans la filière "eau" : + 10 à 25 % de pollution). Ce procédé de cuisson présente de nombreux avantages en rapport avec le prix très élevé de l'investissement, en effet, toutes les boues organiques peuvent être ainsi traitées et les boues cuites s'épaississent très bien (120 à 200 g/l). Les boues cuites peuvent être déshydratées dans un filtre presse avec une excellente siccité (taux de MS 50 %) et sans réactif. L'association d'une digestion avec récupération du biogaz et un conditionnement thermique est une option qui peut être intéressante pour les grosses STEP. Mais il faut souligner le coût très élevé de circuit chaud sous pression de 15 à 25 bars[12].

III.4.4 Séchage

La technologie du séchage des boues de station d'épuration a été développée en Europe, pour lui-même ou en préalable à une incinération. La conception des séchoirs à boues s'inspire en fait des nombreux procédés qui existaient dans d'autres domaines comme l'industrie agroalimentaire, le textile,... Les procédés se divisent en deux grands types : les sécheurs directs (ou séchage convectif) et indirects. Dans les premiers, la boue est mise en contact direct avec la source de chaleur qui peut être de l'air chaud ou de la vapeur surchauffée. Dans les seconds, la boue est séparée de la source de chaleur qui est constituée de parois chauffées par un fluide caloporteur. Il existe également des procédés pour lesquels les étapes de séchage et d'incinération se produisent successivement au sein du même appareil. Comme illustré plus loin, dans la plupart des procédés, la boue se trouve dans un état dispersé suite à un émiettage, une granulation ou une extrusion[12].



Figure III.9 : lits de séchage
Source : une photo actuelle de la STEP

III.5 Station de relevage :

Les stations de relevage collectives conçues pour une application spécifique pour réseaux d'assainissement collectifs se distinguent des stations de relevage domestiques par les pompes de refoulement et les cuves qui les composent. En effet, les postes de relevage collectifs sont généralement dotés de cuves d'eau de grande capacité et d'au moins deux pompes de refoulement qui relèvent les eaux qui ne peuvent être évacuées vers le réseau d'égout parce qu'il est situé sur un plan plus élevé. Certains postes de relevage d'eau collectifs sont automatisés et incluent par exemple des systèmes d'alarme en cas de panne ou de montée du niveau des eaux dans la cuve. Les stations de relevage d'eau collectives conviennent aux applications pour stations de traitement des eaux, agglomérations et lotissements.

-on a quatre stations de relevage responsable a collecte les eaux usées parmi les zones qui ont une faibles inclinaison par apport à la station ou bien une changement du pente.

III.5.1 Positionnement des stations par apport la station

-Station de CARMILA que positionne à l'EST la station reliée avec une conduite de 800mm et cet station collecte les eaux usées de la commune de chlef la cotée de OULED MOHAMMED ET ZABOUJ.

- Station de CHERIFIA que positionne à SUD-EST de la STEP reliée avec une conduite de 800mm et cet station collecte les eaux usées de CHLEF centre ville la cotée de SAHAT TADAMON.

- Station de HOURIA 1 et la station de HOURIA 2 reliée entre eux c'est-à-dire HOURIA 1 collectée les eaux usées de la commune de (HAY HOURIA FIREM)et CHAGA et le coté NORD de commune de CHLEF avec une conduite de 600mm et la station de HOURIA 2 c'est un récepteur des eaux usées provenant de HOURIA 1 et ce dernier reliée avec la STEP avec une conduite de 800mm.

III.5.2 L' état des stations

La station de CARMILA et hors service car des problèmes technique elle est abandonnée depuis 2017 ,et aussi je n'avais pas l'accès pour visité , aussi la station de CHERIFI fonctionne à 40% capacité et la station de HOURIA 1 relie avec HOURIA 2 mais en cas des problèmes technique et des fuites dans les réseaux les stations ont des mauvaises état .

Tableau (III.2) : Les caractéristique de la station de CHERIFIA.

Volume de bassin (m ³)	Débit entré(m3)	Débit sortie (m3)	Puissance de pompe(kw)	Volume de pompe (1 /s)	HMT (m)	Etat de débitmètre
96	2000	1900	37	180	26	En service



Figure III.10 : station de relevage CHERIFIA

Source : une photo actuelle de la STEP

III.6 système gravitaire

III.6.1 définition de système gravitaire

Les réseaux d'assainissement constituent un système complexe de canalisations, de conduites et d'infrastructures enterrées conçues pour collecter, transporter et traiter les eaux usées domestiques, industrielles ou pluviales dans une zone urbaine ou rurale donnée. Leur rôle essentiel est d'assurer une évacuation sûre des eaux usées, de prévenir la pollution de l'environnement et de garantir la salubrité publique. Ces réseaux comprennent généralement des égouts, des stations de pompage, des dispositifs de traitement des eaux usées, ainsi que d'autres composants visant à gérer de manière efficace les déchets liquides produits par les habitants et les entreprises.



Figure III.11 : tyaux gravitaire
Source : une photo actuelle de la STEP

III.6.2 Le rôle d'un réseaux assainissement

Le rôle d'un réseau d'assainissement est de gérer efficacement les eaux usées et les eaux pluviales dans une zone urbaine ou rurale, en veillant à leur collecte, leur transport, et leur traitement appropriés. Voici les principales fonctions et rôles d'un réseau d'assainissement :

- Collecte des eaux usées : Le réseau collecte les eaux usées provenant des habitations, des entreprises et des installations industrielles. Il rassemble ces eaux usées dans un système de canalisations dédiées.
- Transport des eaux usées : Une fois collectées, les eaux usées sont transportées à travers les canalisations vers une station de traitement des eaux usées. Ce transport se fait généralement par gravité ou à l'aide de stations de pompage lorsque nécessaire.
- Gestion des eaux pluviales : Les réseaux d'assainissement gèrent également les eaux pluviales pour prévenir les inondations urbaines. Ils collectent l'eau de pluie à partir des surfaces imperméables comme les routes et les toits, puis la dirigent vers des bassins de rétention ou des systèmes de drainage appropriés.

III.6.3 Positionnement de réseaux assainissement

Ce réseaux relie avec la STEP avec une conduite de 1500mm collecte les eaux usées de SUD et OUEST de la commune de CHLEF (HAY CHORFA et ALHAMMADIA) car ce ville la Situé à un tarif élevé par apport de la station. On a une autre réseaux qui collecte les eaux usées de prison qui Situé à proximité de la station avec une conduite de 600 mm et aussi on a une agglomération rurale qui alimente direct notre STEP.

Conclusion

Dans ce chapitre de présentation de la Station d'Épuration des Eaux Usées (STEP), nous avons exploré les éléments essentiels de cette installation cruciale pour le traitement des eaux usées. Nous avons découvert comment la STEP fonctionne en plusieurs étapes, allant du prétraitement à l'élimination des boues, en passant par le traitement biologique. Nous avons également examiné les équipements clés, tels que les bassins, les clarificateurs, les déversoirs d'orage, qui contribuent à garantir un traitement efficace et respectueux de l'environnement des eaux usées. La STEP joue un rôle vital dans la préservation de la qualité de l'eau et la protection de l'écosystème, tout en contribuant à la santé publique et à la durabilité environnementale. Ce chapitre nous a permis de comprendre l'importance de cette infrastructure dans la gestion responsable des eaux usées et dans la préservation de nos ressources en eau pour les générations futures.

Chapitre IV : Réhabilitation de la STEP de Chlef

introduction

Afin d'évaluer les performances de fonctionnement de la STEP de Chlef en matière de respect des normes de rejet et la possibilité de réutiliser ces eaux en agriculture ou ils nécessitent un traitement tertiaire (complémentaire), une série de mesures sur les paramètres de pollution de l'eau ont été effectuées à la sortie de la STEP (eau traité). Le travail expérimental mené, au niveau de la STEP. Les paramètres ayant fait l'objet d'analyses sont : la température, le pH, la conductivité électrique, le total des sels dissous (TDS), les matières en suspension (MES), la demande biochimique en oxygène (DBO_5), la demande chimique en oxygène (DCO), l'azote total (N-T), l'azote ammoniacal ($N-NH_3$) l'azote nitrique ($N-NO_3$). Faute de moyens d'analyses, les résultats des analyses bactériologiques nous ont été fournis par l'ONA de Chlef. Les résultats expérimentaux trouvés sont présentés ci-après.

IV.1. Les paramètres physico-chimiques :

IV.1.1 La température

La figure IV.1 montre la variation de la température des eaux usées à la sortie de la STEP.

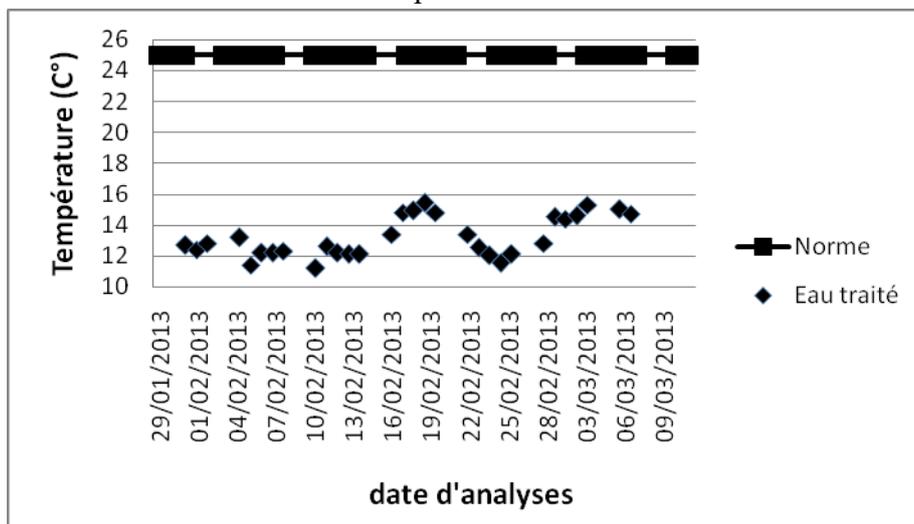


Figure IV.1: Variation journalière de la température de l'eau épurée (Période du 29 janvier au 09 Mars 2013)

En examinant les résultats trouvés, on remarque que les valeurs de la température des eaux traitées varient de 11,2 à 15,4°C, soit une moyenne de 13°C. La température de l'eau est largement inférieure à la limite recommandée pour l'eau d'irrigation (soit $T = 25^{\circ}C$).

IV.1.2. Le pH

La figure IV.2 montre la variation du pH des eaux traitées par la station.

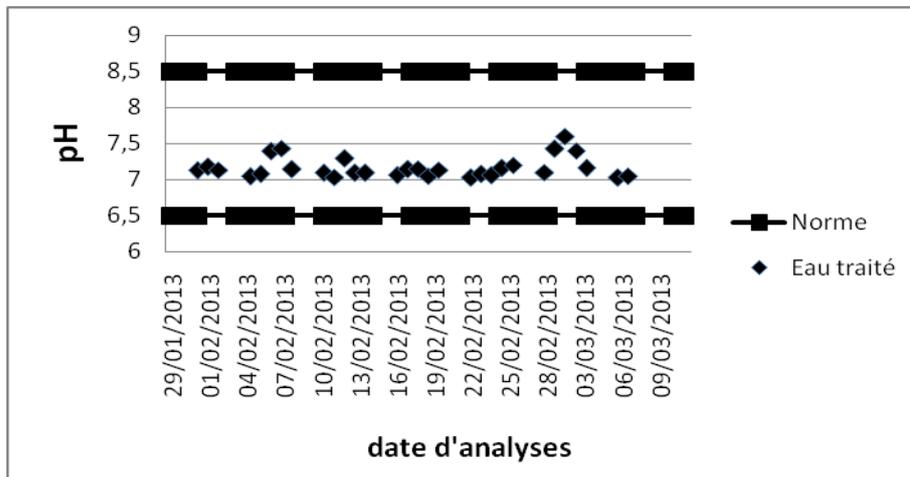


Figure IV.2: Variation journalière du pH de l'eau épurée (Période du 29 janvier au 09 Mars 2013)
Selon la figure VI.2, on constate que les valeurs du pH des eaux traitées sont proches de la neutralité. Elles varient de 7,02 à 7,6 et ne représentent aucun danger ni pour le sol ni pour les cultures. Les valeurs du pH recommandées pour l'eau d'irrigation sont situées dans la gamme: 6 à 8,5.

IV.1.3. Conductivité électrique

La figure VI.3 donne la variation de la conductivité électrique des eaux traitées durant la période des analyses.

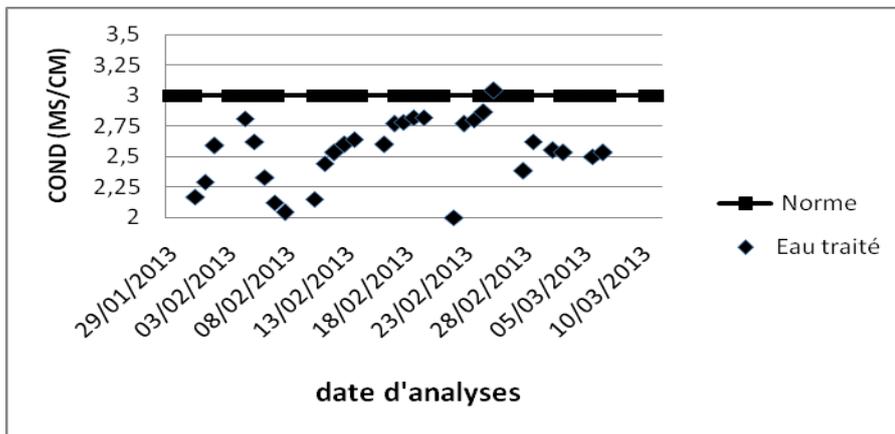


Figure IV.3: Variation journalière la conductivité électrique de l'eau épurée (Période du 29 janvier au 10 Mars 2013)

L'examen des résultats obtenus (Figure IV.3) montre que la conductivité des eaux épurées est comprise entre 2 et 3,04 ms/cm (soit une moyenne de 2,52 ms/cm). Ces eaux sont classées dans la catégorie des eaux de forte salinité [5]. Le taux de sels solubles correspondants estimés en Na Cl (mg/l) avoisine les 1500 mg/l mais l'utilisation de ces eaux en agriculture et le maintien des rendements sont encore possibles.

IV.1.4. Total des sels dissous (TDS)

Les résultats de la variation des sels dissous des eaux traitées trouvés pour ce paramètre sont présentés sur la figure IV.4 ci- après

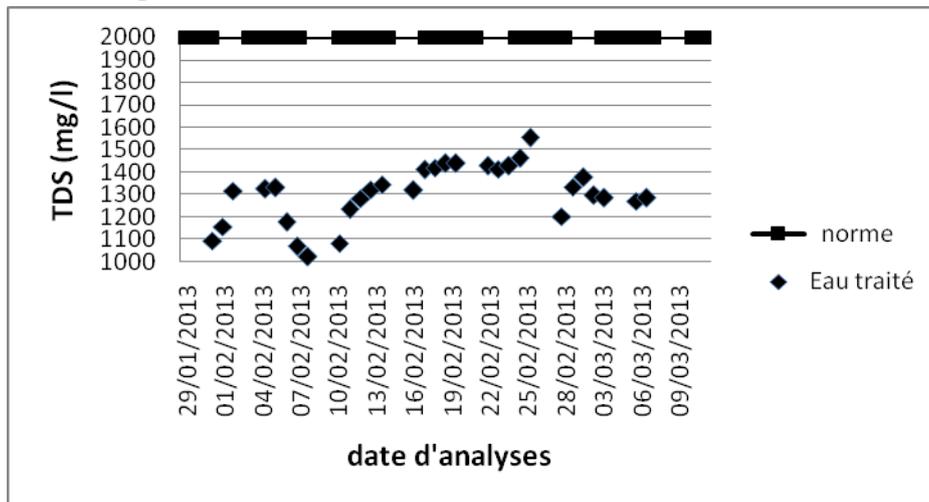


Figure VI.4: Variation journalière de la concentration des TDS de l’eau épurée (Période du 29 janvier au 09 Mars 2013)

D’après la figure IV.4, on remarque que, durant toute la campagne des mesures, la concentration en TDS de l’eau épurée est comprise entre 1023 et 1554 mg/l ce qui confirme les résultats obtenus lors de la mesure de la conductivité. Les valeurs des TDS dans l’eau épurée sont très inférieures à la limite fixée pour l’eau d’irrigation. Selon la FAO, les restrictions pour l’irrigation commencent à partir d’une concentration dépassant 2000 mg/l.

IV.1.5. Matières en suspension (MES)

La figure IV.5 donne la variation de la concentration des matières en suspension (MES) dans l’eau épurée durant la période de l’échantillonnage

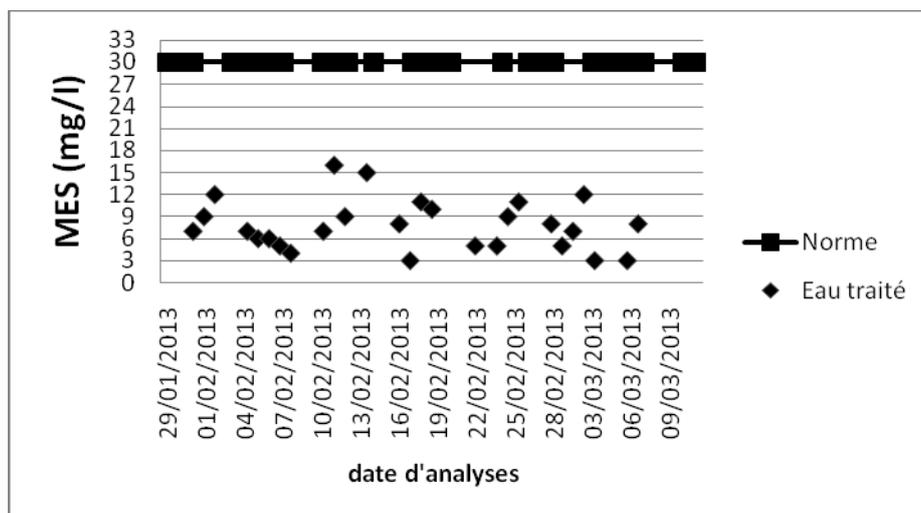


Figure IV.5: Variation journalière de la concentration des matières en suspension dans l’eau épurée

(Période du 29 janvier au 09 Mars 2013) L'examen de la figure VI.5 montre que la teneur en MES dans l'eau épurée est trop faible. Elle est variable de 3 à 16 mg/l, soit une moyenne de 8 mg/l. Ces résultats mis en évidence l'efficacité de la décantation après le traitement biologique. De telles concentrations n'engendrent pas de difficultés pour le transport ou la distribution de l'eau épurée el que le bouchage des systèmes d'irrigation, puisque la valeur limite admissible dans l'eau d'irrigation est de 30 mg/l.

IV.1.6. Demande biologique en oxygène (DBO5)

Dans le cas d'une eau destinée à l'irrigation, la DBO5 ne doit pas dépasser 30 mg/l selon l'OMS et quelques états. Les résultats des analyses obtenus pour ce paramètre de pollution sont indiqués sur la figure IV.6.

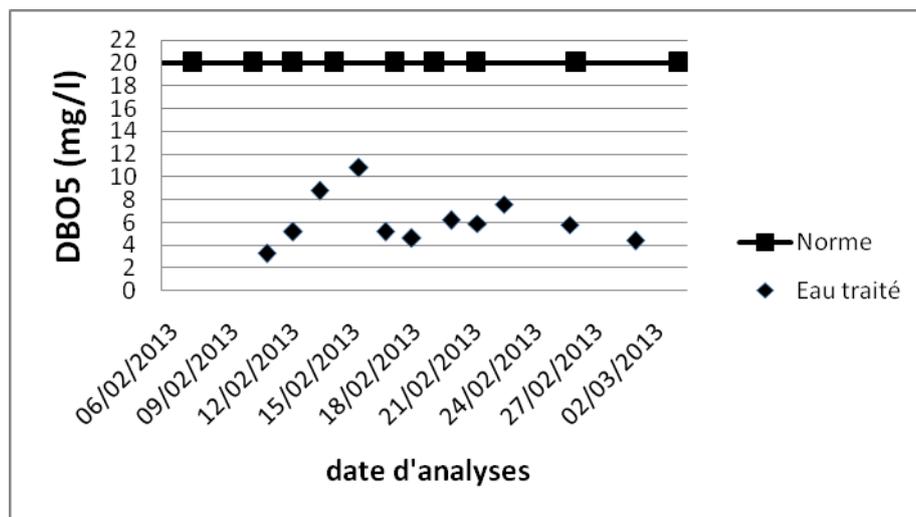


Figure IV.6: Variation journalière de la concentration en demande biologique en oxygène après 5 jours (DBO5) dans l'eau épurée (Période du 06 Février au 02 Mars 2013)

Selon les résultats obtenus (Figure IV.6), il en résulte que les valeurs de la DBO5 de l'eau épurée issue de la STEP de Chlef, comprises entre 3,3 et 10,8 mg/l, sont largement au dessous de la limite fixée pour l'eau d'irrigation (20 mg/l). En termes de pollution organique biodégradable, l'eau traitée ne présente aucun risque pour les cultures.

IV.1.7. Demande chimique en oxygène (DCO)

La DCO ne fait l'objet d'une réglementation dans la majorité des normes mais dans tous les cas, elle ne doit pas dépasser 120 mg/l pour l'OMS et elle doit être inférieure à 150 mg/l pour quelques états. La figure IV.7 donne les variations de la concentration de la DCO dans l'eau à la sortie de la STEP

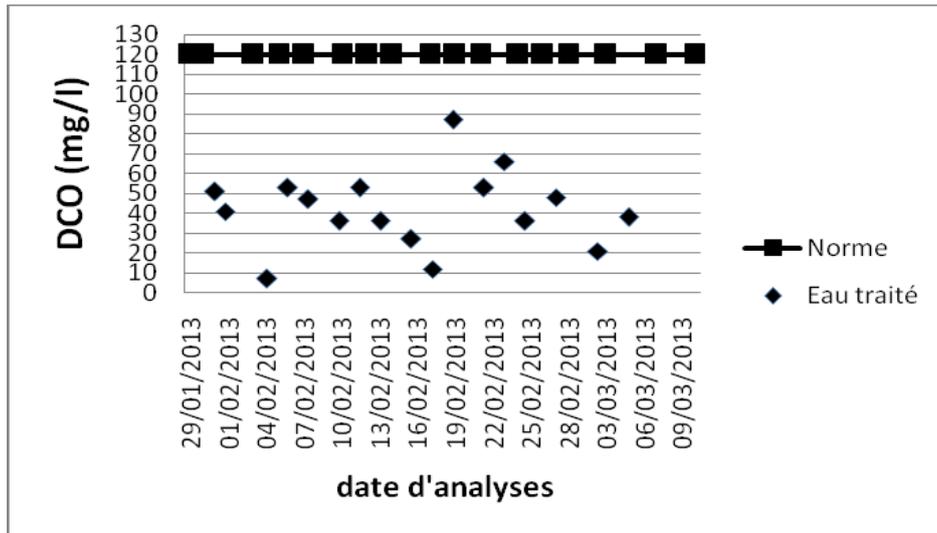


Figure IV.7: Variation journalière de la demande chimique en oxygène dans l'eau épurée (Période du 29 janvier au 09 Mars 2013)

D'après la figure IV.7, on s'aperçoit que la teneur de la DCO dans l'eau traitée par la STEP n'est pas stable. De grandes variations sont observés (de 7 à 87 mg/l) sans toutefois atteindre la limite maximale de 120 mg/l fixée par l'OMS pour la réutilisation. Ces variations dans la teneur de la DCO sont probablement dues aux variations dans la quantité d'oxygène dans les bassins d'aération.

IV.1.8 Azote total (N-T)

L'azote est indispensable à la vie des végétaux. Il est nécessaire pour le développement foliaire des plantes. L'azote se trouve en quantités appréciables dans l'eau usée, mais en proportions très variables par rapport aux besoins des cultures. La variation de la concentration en azote total dans l'eau traitée est indiquées sur la figure IV.8.

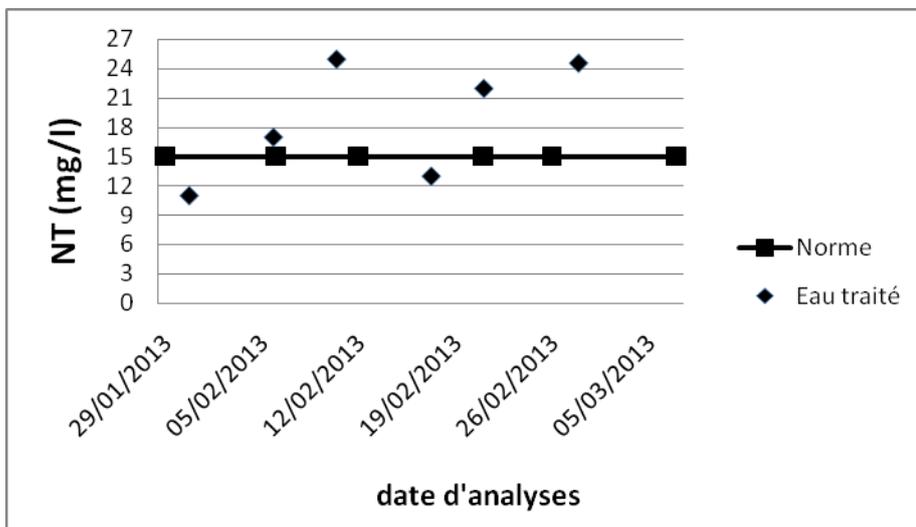


Figure IV.8: Variation journalière de l'azote total dans l'eau épurée (Période du 29 janvier au 05 Mars 2013)

2013)

Selon les résultats indiqués sur la figure IV.8, les valeurs de la concentration en azote total (N-T) dans l'eau traitée (sortie de la STEP) varient de 11 mg/l et 25 mg/l, soit une moyenne de 18 mg/l. quelques dépassements de la limite de 15 mg/l ont été enregistrés dans les échantillons du 12, 19 et 26 Fev 2013. Néanmoins cet excès en azote peut être assimilée par certaines cultures notamment celles fourragères.

IV.1.9 Azote ammoniacal (N-NH₃)

L'azote ammoniacal ou ammonium est une source d'azote minéral essentielle dans le fonctionnement biologique des écosystèmes aquatiques. La figure VI.9 présente la variation de la concentration de cet élément dans les eaux traitées

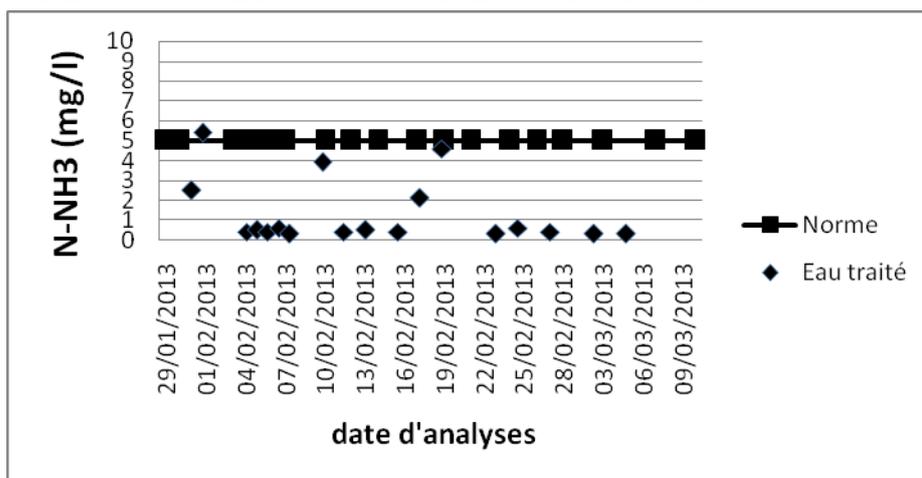


Figure VI.9: Variation journalière de la concentration de l'azote ammoniacal dans l'eau épurée (Période du 29 janvier au 09 Mars 2013)

La variation de l'azote ammoniacal (N-NH₃) pour les eaux de réutilisation ne doit pas dépasser les 5 mg/l. Selon les résultats présentés sur la figure VI.9, on remarque clairement que les teneurs de l'azote ammoniacal dans l'eau traitée sont dans l'ensemble inférieur à 5 mg/l. Une valeur, de 5,5 mg/l obtenu le 01/02/2013, est peut être due à des erreurs dans le dosage.

IV.1.10 Nitrates (N-NO₃)

La figure VI.10 montre la variation de la concentration en nitrates dans l'eau en sortie de la STEP. La valeur maximale tolérée pour l'irrigation est de l'ordre de 30 mg/l selon la FAO et les normes algériennes (voir annexe).

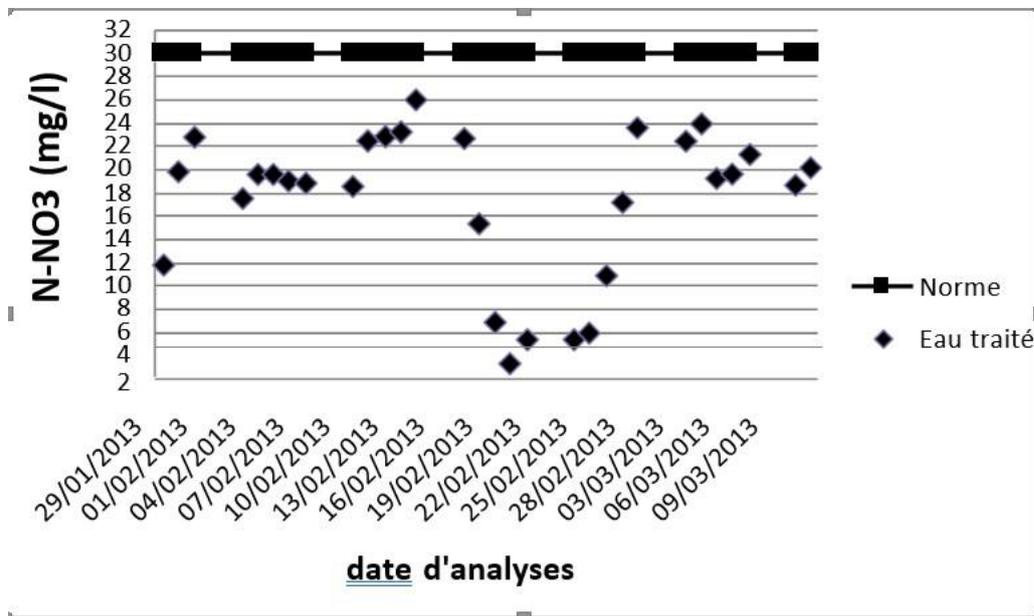


Figure IV.10: Variation journalière de la concentration de l'azote nitrique dans l'eau épurée (Période du 29 janvier au 09 Mars 2013)

Selon les résultats indiqués sur la figure IV.10, on observe que les valeurs des nitrates (N-NO₃) dans l'eau épurée sont largement inférieures à la limite fixée pour les eaux d'irrigation (soit 30 mg/l). Les teneurs en nitrates oscillent entre 3,4 et 26 mg/l et dépendent du rendement des bactéries de nitrification-dénitrification. En effet, un apport excédentaire de nitrate par rapport aux besoins des cultures, peut provoquer dans un sol très perméable la contamination des eaux souterraines.

IV.2 Analyses microbiologiques

L'analyse bactériologique consiste à mesurer les germes totaux contenus dans l'eau usée épurée qui va servir comme eau d'irrigation. Les résultats de l'analyse bactériologique sont indiqués dans le tableau IV.1 suivant :

Tableau IV.1: Résultats des analyses Bactériologiques des eaux épurées prélevées à la sortie de la STEP

Paramètre	Eau de la STEP	Normes OMS (1989)
Coliformes totaux à 37°C/100ml	< 200 UFC	<1000/100ml
Coliformes fécaux à 37°C/100ml	Abs	
Streptocoque	2,5	
Salmonella	Abs	
Vibrion.colerae	Abs	
E.coli	20,47	

Source OMS(1989)

Selon les résultats indiqués sur le tableau , on constate que pour les coliformes totaux et les streptocoques, les résultats des échantillons de l'eau épurée mettent en évidence une teneur en germes non négligeable (<200 germes/100ml). Cependant, cette teneur reste toutefois conforme à la norme OMS et la norme algérienne édictée pour les eaux usées destinées à l'irrigation des arbres fruitiers (< 1000 CFU/100 ml). Complété par un traitement de désinfection, l'utilisation des eaux usées traitées dans l'irrigation serait tout à fait possible.

Selon les résultats des analyses obtenus, on peut conclure que les eaux épurées de la STEP de Chlef peuvent être utilisées pour l'irrigation. Tous les résultats des analyses paramètres mesurées sur l'eau usée épurée présentent en grande partie des valeurs au dessous des normes fixées pour la réutilisation de l'eau en irrigation notamment en arboriculture. Cependant, un traitement complémentaire de l'eau par une désinfection au chlore peut élargir cette pratique à d'autres types de cultures en particulier les cultures maraîchères.

Vu les résultats encourageants de cette partie d'étude, le dimensionnement d'un réseau d'irrigation pour un périmètre de 71 ha, situé à proximité de la station, est proposé dans la suite de ce travail. NB :

Les résultats obtenue précédemment ne sont pas toujours valable car il y'a des moments où nous trouvons des dépassements pour les valeurs des paramètres des pollutions malgré la présence de la chaine de traitement conventionnel.

Voici quelque analyse physico-chimique et bactériologique des eaux épurées prélevées à la sortie de la STEP dans la période de l'été 2013.

Les résultats de l'analyse physico-chimiques et bactériologique sont indiqués dans le tableau IV.2 suivant :

Tableau IV.2: Résultats des analyses physico-chimiques et bactériologiques des eaux épurées prélevées à la sortie de la STEP dans la période de l'été 2013

Tableau IV.2 analyses de la sortie de step

Paramètre	Eau de la STEP
T (C°)	39
Cond (ms /cm)	6,8
TDS (mg /l)	1050
DBO ₅ (mg/l)	10
DCO (mg/l)	300
Nitrates(mg/l)	35
Salmonella	Abs
E. coli	30
Streptocoque	8
MES (mg/l)	30
pH	6,8

Analyse de la sortie du STEP 2013

Nous remarquons qu'il y'a quelques paramètres au-dessus des normes de l'irrigation tel que : la DCO et les MES alors un traitement tertiaire est nécessaire pour ces eaux pour qu'on puisse les réutiliser en irrigation.

Le choix de la méthode qu'on va utiliser pour le traitement tertiaire se base sur :

- ✓ Objectifs de traitement : Les objectifs peuvent varier, de la simple séparation à l'élimination spécifique de contaminants comme les nutriments (azote, phosphore), les métaux lourds ou les micropolluants.
- ✓ Taille de l'installation : Les contraintes d'espace et la capacité de traitement nécessaire influencent le choix des technologies.
- ✓ Coûts : Les coûts d'investissement, d'exploitation et de maintenance des différentes technologies doivent être pris en compte.

IV.3 Les différentes méthodes de désinfection :

Les méthodes de désinfection sont des techniques et des procédés utilisés pour éliminer ou tuer les micro-organismes pathogènes présents dans l'eau, les surfaces ou d'autres substances. Voici quelques-unes des méthodes de désinfection couramment utilisées :

•Chloration :

Elles ne sont pratiquement pas utilisées pour leur effet bactéricide (beaucoup trop faible), mais plutôt comme un "bactériostatique" sur le réseau vu leur effet rémanent, tout particulièrement dans la distribution des eaux relativement chaudes (25°C ou plus), car elles sont plus stables que le chlore libre à cette température. Dans les pays où est accepté un fort taux de désinfectant résiduel au robinet du consommateur, l'emploi des chloramines se développe après une désinfection effectuée soit à l'ozone soit au chlore (effet bactéricide).

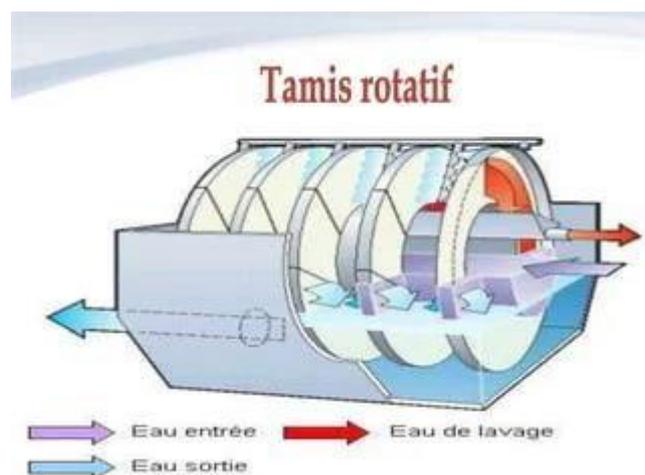


Figure IV.11 : méthode de chloration

•Ozonation :

Le maintien d'un taux de $0,4 \text{ mg.L}^{-1}$ pendant 4 min ($C.T = 1,6$) est recommandé pour l'élimination des bactéries pathogènes et des poliovirus. A 5° C un C.T égal à 2 semble nécessaire pour assurer l'élimination des kystes de *Giardia* et supérieur à 15 pour les oocystes de *Cryptosporidium*. Dans ces conditions il serait impératif de vérifier que la mise en œuvre d'un tel traitement n'entraîne pas la formation de sous-produits d'oxydation indésirables, notamment les bromates (BrO_3^-) qui sont considérés comme dangereux à des valeurs $< 10 \mu\text{g/L}$. En fait, de telles observations sont à l'origine de la conception des traitements "multibarrières" déjà évoquée : désinfection chimique contre les bactéries et virus en appliquant les critères habituels, alors que l'élimination des kystes reposera surtout sur l'efficacité de la filtration (sur matériaux granulaires ou mieux sur membranes de clarification) ou encore de l'irradiation U.V

La désinfection par l'ozone exige que l'eau à ozoner ne contienne plus de manganèse soluble (Mn^{2+}) sous peine de communiquer à l'eau une couleur rose. Cette couleur évolue ensuite vers le brun-marron par suite de la précipitation de MnO_2 .

Au vu de ce qui a été indiqué dans les paragraphes précédents, il convient de ne pas utiliser l'ozone comme désinfectant dans l'étape ultime du traitement : il faut ensuite prévoir une filtration sur charbon actif en grains qui aura pour objectif de réduire les concentrations en CODB afin de limiter les risques de reviviscence dans le réseau de distribution.

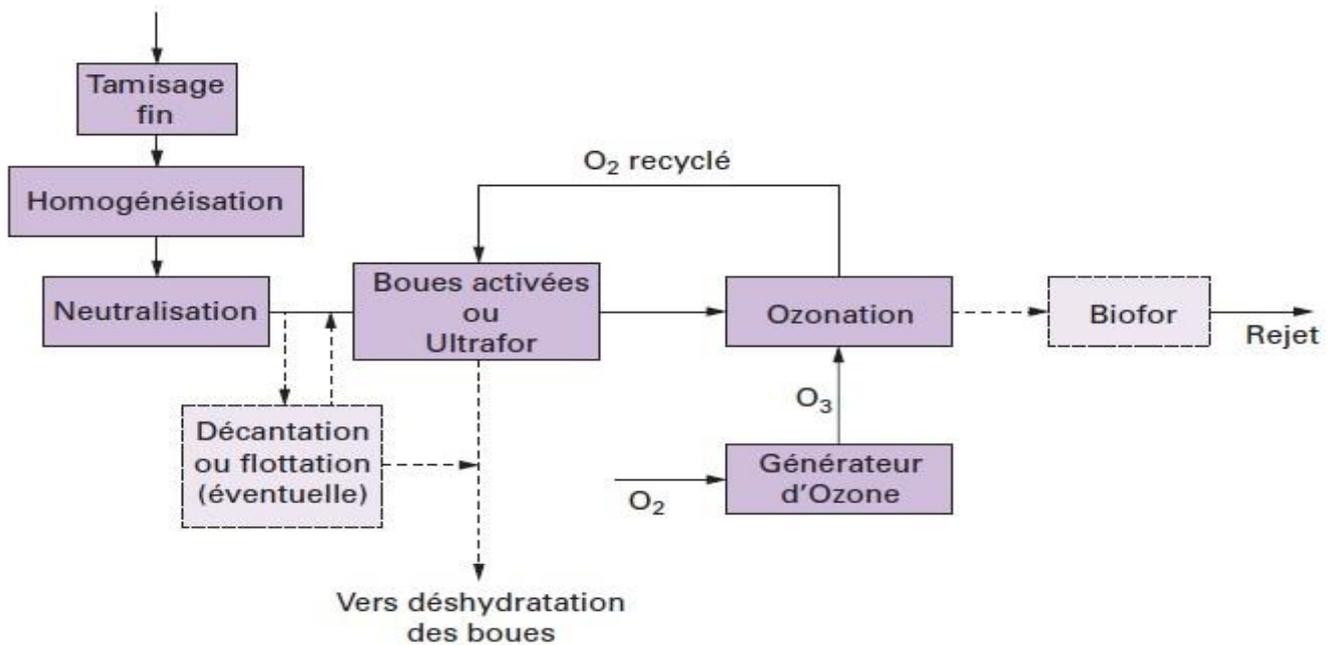


Figure IV.11 : schémas d'ozonation

•Treatment UV (Ultraviolet) :

La purification de l'eau par ultraviolets est la méthode la plus efficace pour se débarrasser des bactéries présentes dans l'eau. Les rayons ultraviolets (UV) pénètrent tous les types d'agents pathogènes dangereux de l'eau. Ils détruisent les micro-organismes nocifs en s'attaquant directement à leur code génétique (ADN). Cette méthode est également très efficace pour éliminer leur capacité à se reproduire. La désinfection de l'eau avec des rayons ultraviolets est simple, efficace et sans danger pour l'environnement. Les systèmes UV détruisent 99,99 % des micro-organismes nuisibles sans ajouter de produits chimiques ni modifier le goût ou l'odeur de votre eau. Le traitement eau UV est généralement utilisée avec d'autres formes de filtration telles que les systèmes d'osmose inverse ou les filtres à bloc de carbone. C'est la garantie d'une eau.



Figure IV.12 :vue actuelle de traitement UV

•**Dioxyde de chlore** : Le dioxyde de chlore est un désinfectant chimique qui peut éliminer une variété de micro-organismes. Il est souvent utilisé dans le traitement de l'eau.

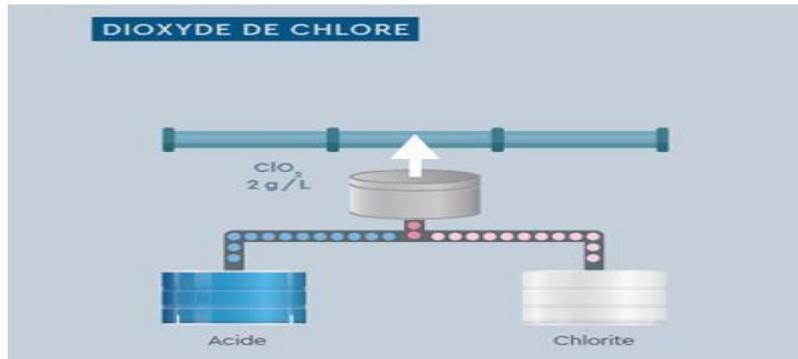


Figure IV.13: schémas de dioxyde de chlore

•**Filtration** : Ce que l'on appelle « filtration » est le procédé consistant à supprimer de l'eau les particules en suspension de taille moyenne. Pour ne citer que quelques uns des éléments que la filtration élimine, on trouve : du sable, des limons, des particules de rouille, des bouts de chanvre etc. Pour filtrer l'eau, il faut la faire circuler dans un corps filtrant : un tamis, des membranes ou une brosse par exemple, dans lequel l'eau peut librement passer, mais qui bloque les particules en suspension, précédemment citées.



Figure IV.14 :les appareil de filtre a sable

- Oxydation** : Les oxydants, tels que le peroxyde d'hydrogène, peuvent oxyder et éliminer les micro-organismes pathogènes.
- Electrolocation** : Cette method combine la production de chlore in situ par électrolyse avec action désinfectants du chlore.

IV.4 La désinfection de la station d'épuration de Chlef :

Comme observation pertinente, il est important de noter qu'il existe déjà une installation de désinfection par chloration à la station d'épuration de Chlef. Cependant, il est à noter que cette méthode de chloration n'est pas compatible avec

l'objectif de réutilisation de l'eau en agriculture. Le principal inconvénient de la chloration réside dans la formation de sous-produits de chloration et la présence résiduelle de chlore dans l'eau, ce qui peut être nuisible pour les cultures agricoles. Envisager une alternative telle que la désinfection par l'ozone est une démarche judicieuse, car l'ozone, en tant qu'oxydant puissant, peut éliminer efficacement les contaminants microbiens sans laisser de résidus chimiques indésirables. Cela rendrait l'eau traitée à l'ozone plus appropriée pour la réutilisation en agriculture. Toutefois, avant de prendre une décision, il est impératif de mener une évaluation approfondie des coûts, de l'efficacité et de la sécurité de l'installation d'ozone, tout en veillant à respecter les réglementations locales et les normes de qualité de l'eau en vigueur pour garantir la conformité aux exigences légales et environnementales. En fin de compte, il serait recommandé de faire appel à des experts en traitement de l'eau ou en génie environnemental pour concevoir et mettre en œuvre un système d'ozone adapté aux besoins spécifiques, tout en assurant la sécurité et la qualité de l'eau pour la réutilisation en agriculture

IV.5 Étude technico-économique des méthodes de désinfection proposées :

Nous avons sélectionné deux méthodes de désinfection pour une comparaison Approfondie : l'ultraviolet (UV) et l'ozonation. Nous souhaitons réaliser une étude comparative de ces deux procédés de désinfection [14].

Tableau IV.1 : étude comparative de deux précédées de désinfection

Aspect	Désinfection par Ultraviolets (UV)	Désinfection par Ozonation
Principe de fonctionnement	Les UV utilisent la lumière ultraviolette pour désactiver les microorganismes.	L'ozonation génère de l'ozone (O ₃) pour oxyder et éliminer les microorganismes et la matière organique.
Avantages	- Coût initial généralement plus bas pour les petites installations. - Utilisation de lampes UV pour une désinfection efficace.	- Efficace pour clarifier l'eau non claire. - Réduction des odeurs désagréables. - Réduction de la DCO (Demande Chimique en Oxygène).
Inconvénients	- Moins efficace pour la	- Coût initial plus élevé en

	<p>clarification de l'eau et la réduction des odeurs.</p> <p>-Nécessite un prétraitement pour éliminer les particules en suspension.</p> <p>-Remplacement périodique des lampes UV.</p>	<p>raison de l'équipement d'ozonation.</p> <p>-Coûts de maintenance plus élevés.</p> <p>- Gestion des sous-produits chimiques produits par l'ozonation.</p>
Espace requis	<p>-Compact, nécessite moins d'espace.</p>	<p>- Nécessite plus d'espace en raison des générateurs d'ozone et des composants de dosage.</p>
Consommation d'énergie	<p>- Généralement moins énergivore que l'ozonation.</p>	<p>- Peut être plus énergivore en raison de la Génération d'ozone.</p>
Temps de contact nécessaire pour l'efficacité	<p>- Courte durée de contact, nécessite un prétraitement efficace.</p>	<p>- Relativement court, mais dépend du système.</p>
Élimination des goûts et odeurs de l'eau	<p>- Moins efficace que l'ozonation.</p>	<p>- Efficace dans l'élimination des goûts et odeurs.</p>
Application courante	<p>- Désinfection de l'eau potable, traitement des eaux usées.</p>	<p>- Désinfection et traitement des eaux usées, traitement de l'eau potable dans certaines situations.</p>
Coûts opérationnels	<p>- Généralement moins élevés que l'ozonation.</p>	<p>- Peut être plus élevé en raison de la consommation d'énergie.</p>

NB :

Après avoir soigneusement examiné les avantages et les inconvénients de deux méthodes de traitement, nous sommes enclin à opter pour la désinfection par ozonation pour notre situation spécifique. Voici les raisons de ce choix :

✓ **Clarification de l'eau non claire :** Nous avons constaté que l'ozonation est efficace pour éliminer les particules en suspension et les impuretés dans l'eau. Cela aidera à clarifier notre eau, améliorant ainsi sa qualité visuelle.

✓ **Réduction des odeurs :** L'ozonation est particulièrement efficace pour éliminer les odeurs désagréables dans l'eau. Cette caractéristique est importante pour garantir que l'eau que nous utilisons ne présente pas de goûts ou d'odeurs indésirables.

✓ **Réduction de la DCO :** L'ozonation est capable d'oxyder et de décomposer la matière organique, ce qui se traduit par une réduction de la DCO (Demande Chimique en Oxygène). Cela contribuera à améliorer la qualité de notre eau. ✓

Efficacité globale : Bien que l'ozonation nécessite un investissement initial plus élevé et des coûts de maintenance plus élevés, je crois que les avantages en termes de qualité de l'eau, de clarification, de réduction des odeurs et de réduction de la DCO justifient ces coûts supplémentaires.

✓ **Élimination des sous-produits :** Nous tiendrons compte de la gestion appropriée des sous-produits chimiques générés par l'ozonation, afin de minimiser tout impact indésirable sur l'environnement.

✓ **Espace requis :** Nous devons être prêts à allouer l'espace nécessaire pour les générateurs d'ozone et les composants de dosage, mais nous considérons que les avantages en valent la peine.

✓ **Conformité aux normes :** Nous nous assurerons que notre installation d'ozonation est en conformité avec toutes les normes et réglementations locales. Bien que la désinfection par ozonation soit un choix légèrement plus coûteux, nous sommes convaincus que cela améliorera considérablement la qualité de notre eau, réduira les odeurs et les impuretés, et nous permettra de répondre à nos besoins de manière plus efficace.

IV.6 L'ozonation :**IV.6.1 La dose de l'ozone à injecter :**

Dans des conditions standard, une plage typique de dose d'ozone requise pour le Traitement d'un effluent est de 4 à 5 grammes par mètre cube (g/m^3), avec un temps de contact de 4 minutes (water, 2001). On a choisi une dose de 5 (g/m^3), avec un temps de contact de 4 min.

□ La dose journalière :

$$D_j = Q_{moy,j} * (O_3) = 36504 * 0,005 = 182.52 \text{ kg/j Avec}$$

:

- D_j : La dose journalière.
- $Q_{moy,j}$: Le débit moyen journalier de la STEP de Chlef est de $36504 \text{ m}^3 / \text{j}$. - (O_3) : La dose d'ozone.

IV.6.2. Dimensionnement du bassin de désinfection par ozonation :

Le bassin de désinfection par ozonation est constitué de plusieurs chambres, bien que dans notre situation spécifique, il n'y ait qu'un seul compartiment.

□ Le volume du bassin de désinfection :

$$V = Q_{ptp} * T_c$$

Avec :

- Q_{ptp} : débit de point en temps de pluie ($3 * Q_{pts}$)
- Q_{pts} : Le débit de point en temps
- T_c : Le temps de contact (4 min)

- Q_{pts} de la STEP de Chlef est de $17990,48 \text{ m}^3/\text{j}$

$$Q_{ptp} = 3 * Q_{pts} = 3 * 17990,48 = 53971,43 \text{ m}^3/\text{j}$$

$$V = Q_{ptp} * T_c = (53971,43/24) * (4/60) = 149,92 = 150 \text{ m}^3$$

□ **La hauteur du bassin**

On fixe la hauteur du bassin à $H = 3 \text{ m}$ □

La surface horizontale (Sh) :

$$Sh = V / H = 150 / 3 = 50 \text{ m}^2$$

□ **La largeur(b) et la longueur(L) du bassin :**

On prend : $L = 2 b$

$$\text{On a : } Sh = L * b ; Sh = 2 b * b$$

$$\text{Donc : } b = \sqrt{Sh/2}$$

$$= \sqrt{(50/2)} = 5 \text{ m}$$

Alors : $L = 2b$; $L = 2 * 5 = 10 \text{ m}$ □ **Le choix**

de la pompe doseuse à utiliser : - Le débit journalier d'ozone à injecter :

$$\text{Débit (m}^3/\text{jour)} = \text{Dose d'ozone (kg/jour)} / \text{Densité de l'ozone (kg/m}^3\text{)}$$

En utilisant la densité approximative de l'ozone :

$$\text{Débit (m}^3/\text{jour)} = (182,52) \text{ kg/jour} / (2,144) \text{ kg/m}^3 \approx 85,13 \text{ m}^3/\text{jour} =$$

$$3,547 \text{ m}^3 / \text{h} = 3547 \text{ l/h}$$

- Les caractéristiques de la pompe :
- On a choisi la pompe doseuse Sigma avec module de commande pour le dosage d'ozone.
- Cette pompe doseuse peut être commandée par des signaux de contacts ou par un Signal analogique (par exemple, un signal 4-20 mA).

- Elle est équipée d'un système de protection interne qui la désactive en cas de surcharge, éliminant ainsi le besoin de dispositifs hydrauliques supplémentaires. - Par rapport à la version de base de la pompe Sigma, la pompe doseuse Sigma à commande offre des fonctionnalités supplémentaires : - Commande simplifiée grâce à un grand écran LCD rétroéclairé.
- Intégration aisée dans des installations connectées à un réseau bus via une interface Profibus DP ou CAN.
- Cette pompe doseuse est fournie par le fournisseur Tech Pompe source (Tech Pompe).

Dans ce chapitre, nous avons évalué deux méthodes de désinfection, l'ultraviolet (UV) et l'ozone, pour améliorer la qualité de l'eau en vue de sa réutilisation dans l'irrigation, et notre choix s'est finalement porté sur l'ozone en raison de son efficacité accrue et de sa réduction des sous-produits indésirables. Nous avons ensuite entrepris le dimensionnement du bassin d'ozonation en prenant en compte divers paramètres pour garantir une désinfection efficace. Cette décision reflète notre engagement envers la fourniture d'eau de haute qualité, conforme aux normes microbiologiques, tout en minimisant notre impact environnemental. Notre démarche vise à assurer une gestion durable de nos ressources en eau pour le bien-être de nos utilisateurs finaux et de l'environnement, tout en favorisant la réutilisation de cette eau dans des pratiques d'irrigation durables.

conclusion

Dans ce chapitre, nous avons évalué deux méthodes de désinfection, l'ultraviolet (UV) et l'ozone, pour améliorer la qualité de l'eau en vue de sa réutilisation dans l'irrigation, et notre choix s'est finalement porté sur l'ozone en raison de son efficacité accrue et de sa réduction des sous-produits indésirables. Nous avons ensuite entrepris le dimensionnement du bassin d'ozonation en prenant en compte divers paramètres pour garantir une désinfection efficace. Cette décision reflète notre engagement envers la fourniture d'eau de haute qualité, conforme aux normes microbiologiques, tout en minimisant notre impact environnemental.

Grace à ce mode de désinfection nous pouvons assurer une eau épurée susceptible d'être utilisée pour l'irrigation du périmètre de Chlef.

Chapitre V : Réutilisation de l'eau usées épurée pour l'irrigation

introduction

L'irrigation représente la principale consommatrice des ressources hydriques en Algérie. Le pays s'efforce activement de développer des méthodes d'irrigation pour améliorer la production agricole, compte tenu de la réduction des ressources en eau, voire de leur rareté. Afin de prévenir les risques qui pèsent sur ces ressources en eau, il est impératif de promouvoir toute initiative hydraulique mobilisant les moyens requis. Actuellement, parmi les techniques en expansion, la réutilisation des eaux usées épurées occupe une place significative. Dans les sections suivantes, nous explorerons les opportunités pour irriguer une zone de 60 hectares en utilisant les eaux usées épurées provenant de la station d'épuration de CHLEF, mise en service en 2006.

V.1 Le choix de périmètre

Nous disposons d'une ancienne étude visant à irriguer une superficie de 300 hectares en utilisant l'eau de la station d'épuration de Chlef, qui a une capacité de purification de 35 000 mètres cubes. Cependant, notre station d'épuration a seulement la capacité de traiter un cinquième de cette capacité totale. Par conséquent, nous avons décidé de réaliser une nouvelle étude pour irriguer une superficie de 60 hectares.



Figure V.1 périmètre d'irrigation

Source : google Earth

V.2 Qualité des eaux

Parmi les différents paramètres physico-chimiques à considérer lors de l'évaluation de la qualité d'une eau d'irrigation, la salinité représente un aspect particulièrement crucial. L'irrigation avec des eaux contenant une concentration élevée en sels entraîne l'accumulation de ces sels dans le sol, ce qui peut entraver la croissance des plantes et réduire les rendements, allant parfois jusqu'à provoquer leur dépérissement.

En parallèle, un excès de sodium peut conduire à l'alcalinisation du sol et à la détérioration de sa structure. La connaissance de la qualité de l'eau est essentielle pour décider quels sols sont appropriés pour l'irrigation et quelles cultures peuvent y être cultivées. La classification des eaux d'irrigation repose sur deux critères principaux :

1. **La conductivité électrique de l'eau** : La conductivité électrique (CE), mesurée à 25 degrés Celsius et exprimée en microsiemens par centimètre ($\mu\text{S}/\text{cm}$), nous renseigne sur la salinité globale de l'eau. Le classement des eaux en fonction de leur CE, selon la proposition du laboratoire de Riverside, est présenté dans le tableau suivant : [Suivre avec la description du tableau de classification].

Tableau V.1 : Classement des eaux d'après la conductivité électrique (CE)

Classe	Mesure de CE à 25°	Type d'eau
C1	CE < 250 $\mu\text{S}/\text{cm}$	Eaux non salines
C2	250 < CE < 750 $\mu\text{S}/\text{cm}$	Eaux à salinité moyenne
C3	750 < CE < 2250 $\mu\text{S}/\text{cm}$	Eaux à forte salinité
C4	2250 < CE < 5000 $\mu\text{S}/\text{cm}$	Eaux à très forte salinité
C5	5000 < CE < 20000 $\mu\text{S}/\text{cm}$	Eaux à salinité excessive

L'évaluation de la menace potentielle d'alcalinisation du sol due à l'eau d'irrigation repose sur le coefficient d'absorption du sodium par le sol à l'équilibre, également connu sous le nom de SAR (Sodium Adsorption Ratio). Le SAR est déterminé par l'équation suivante : $\text{SAR} = \frac{(\text{Na}^+)}{[(\text{Ca}^{2+}) + (\text{Mg}^{2+})^{0.5}]}$

SAR=5.3

Tel que :

Ca ²⁺	9
Mg ²⁺	12.7
Na ⁺	17.4
Cl ⁻	10

Source (analyse de STEP 2013)

Où Na⁺, Ca²⁺ et Mg²⁺ représentent les concentrations en milliéquivalents par litre des ions sodium, calcium et magnésium présents dans la solution du sol. Quatre catégories de risque d'alcalinisation ont été établies en fonction des valeurs du SAR :

1. S1 : Risque faible (SAR < 10) : Les eaux de cette catégorie peuvent être utilisées pour l'irrigation de la plupart des sols sans risque significatif d'alcalinisation, bien que certaines cultures sensibles au sodium puissent être affectées.
2. S2 : Risque moyen (10 < SAR < 18) : Un risque d'alcalinisation du sol est notable, en particulier dans les sols à texture fine ayant une forte capacité d'échange ionique, surtout en présence de faible lessivage. Ces eaux conviennent mieux aux sols à texture grossière ou aux sols organiques.
3. S3 : Risque élevé (18 < SAR < 26) : Les eaux de cette catégorie ont le potentiel de provoquer une alcalinisation dangereuse dans la plupart des sols. Leur utilisation nécessite généralement des mesures spéciales telles que le drainage adéquat, une forte capacité de lessivage ou l'ajout de matières organiques.
4. S4 : Risque très élevé (SAR > 26) : Dans ce cas, le danger d'alcalinisation du sol est très élevé. Ces eaux peuvent être utilisées pour l'irrigation si leur faible teneur en sels le permet, ou si le sol contient déjà une quantité suffisante de calcium soluble.

La qualité chimique des eaux utilisées pour l'irrigation dans la zone d'étude est présentée dans le tableau suivant, selon les normes établies par l'ABH de Chlef. [Suivre avec la description du contenu du tableau].

Tableau (V.2) : La qualité chimique des eaux utilisées pour l'irrigation dans la zone de Chlef

Salinité (g/l)		1,20 à 1,70
Conductivité électrique (microhms/cm)		1,7 à 2,5
Bilan ionique (mg/l)	Ca ²⁺	4,9 – 5,7
	Mg ²⁺	5,5 – 9,3
	Na ⁺	6,5 – 11,3
	Cl ⁻	6,6 – 10,2
	SO ₄ ⁻	7,7 – 11,7
	CO ₃ H	2,9 – 3,7
SAR		2,85 – 4,13

Source :(ABH de Chlef, 2018)

La combinaison des mesures de conductivité électrique (C.S) et du coefficient d'adsorption de sodium (SAR) permet de définir la qualité d'une eau d'irrigation, classée en couples (C.S) caractérisant son aptitude à l'irrigation. Voici les différentes catégories de qualité et leurs implications :

1. C1 - S1 : Bonne qualité pour l'irrigation, mais des précautions sont nécessaires pour les plantes sensibles.
2. C1 - S2, C2 - S1 : Qualité moyenne à bonne ; à utiliser avec précaution dans les sols mal drainés et pour les plantes sensibles.
3. C2 - S2, C1 - S3, C3 - S1 : Qualité moyenne à médiocre, nécessite une utilisation prudente, avec un drainage adéquat, des doses de lessivage et éventuellement des apports de gypse.
4. C1 - S4, C2 - S3, C3 - S2, C4 - S1 : Qualité médiocre à mauvaise, adaptée uniquement aux plantes résistantes et aux sols légers bien drainés, avec des mesures de précaution telles que des doses de lessivage et des apports de gypse.
5. C2 - S4, C4 - S2, C3 - S3 : Qualité très mauvaise, à utiliser avec une grande prudence uniquement dans les sols légers bien drainés et pour les plantes résistantes, nécessitant un lessivage important et des apports de gypse.
6. C3 - S4, C4 - S3 : Qualité extrêmement mauvaise, à n'utiliser que dans des circonstances exceptionnelles.
7. C4 - S4 : Déconseillé pour l'irrigation en raison de sa très mauvaise qualité.

Dans le cas des eaux de STEP, elles sont classées dans la catégorie C3 - S1, ce qui signifie qu'elles présentent une qualité moyenne à médiocre et nécessitent une utilisation prudente. Il est

recommandé d'assurer un bon drainage du sol, d'appliquer des doses de lessivage et éventuellement d'apporter du gypse pour minimiser les risques liés à leur utilisation en irrigation.

Normes des eaux usées dans l'irrigation

paramètre	unités	Valeurs maximales
Température	°C	30
PH	-	5,5 à 8,5
MES	Mg/l	30
DBO	Mg/l	20
DCO	Mg/l	120
phosphates	Mg/l	02
Matières sédimentables	Mg/l	0,5
Azote (N –NH4)	Mg/l	3,5
Azote (N-NO3)	Mg/l	8_10
Huile et graisse végétales	Mg/l	20
Coliformes totaux	Nombre dans 100ml d'éch	<20.000
Coliformes fécaux	Nombre dans 100ml d'éch	<120.00
Streptocoques fécaux	Nombre dans 100ml d'éch	<2000

Source : FAO (2013)

V.3 Calcule des besoins

Il existe plusieurs formulations d'approches indirectes pour estimer l'évapotranspiration potentielle (ETP), chacune adaptée à des conditions climatiques spécifiques. Voici un aperçu des principales formules :

Formule de Turc : Cette formule est utilisée dans les régions humides. Si l'humidité relative (Hr) est supérieure à 50%, la formule est la suivante :

$$ETP=0.40 * (I_g+50) \cdot$$

T(en mm/mois) Où

:

- ETP : Évapotranspiration mensuelle en mm.
- T : Température moyenne mensuelle en °C.
- I_g : Radiation globale mensuelle en cal/cm²/jour.

Si Hr est inférieur à 50%, une autre formule est utilisée, dépendant de l'humidité de l'air (Hr) :

Formule de l'ANRH :

$$ETP=0.40*(Ig+50)*(L)*(1+Hr)$$

Où :

- L : Durée astronomique du jour en heures/mois.
- Hr : Humidité de l'air en pourcentage.

Formule de Blaney et Criddle : Cette formule est employée pour calculer l'ETP quotidienne :

$$ETP=k(0.46t+8.13).P$$

Où :

- ETP : Évapotranspiration potentielle en mm/jour.
- t : Température moyenne en degré Celsius.
- P : Pourcentage de la durée moyenne du jour pendant la même période par rapport à la durée moyenne du jour pour l'année.
- k : Coefficient climatique basé sur la température moyenne de l'air (Kt). Kt est calculé comme suit :
- $Kt=0.031t+0.24$

Méthode de Penman et Monteith modifiée : Cette méthode complexe prend en compte divers facteurs pour estimer l'ETP :

$$ET_0=C.[WRn+(1-W)F(u)(ea-ed)]$$

Où :

- ET_0 : Évapotranspiration de référence en mm/mois.
- W : Facteur de pondération prenant en compte l'effet du rayonnement à différentes températures et altitudes.
- Rn : Rayonnement net en évaporation équivalente en mm/jour.
- F(u) : Fonction liée au vent.
- ea : Tension de vapeur saturante à la température moyenne de l'air en millibars.
- ed : Tension de vapeur réelle moyenne de l'air en millibars. La différence (ea - ed) est un facteur de correction pour compenser les variations météorologiques diurnes et nocturnes.

Ces différentes formules permettent d'estimer l'évapotranspiration potentielle en fonction des conditions climatiques spécifiques à chaque région ou situation.

V.4 Calcule de la pluie efficace

Pour prendre en compte les pertes dans nos calculs, nous utilisons le programme Cropwat pour déterminer la précipitation efficace. Cette notion fait référence à la partie des précipitations qui

contribue effectivement à satisfaire les besoins en évapotranspiration de la culture, une fois que les pertes dues au ruissellement en surface et à la percolation en profondeur ont été soustraites, entre autres.

L'évaluation des précipitations efficaces peut être complexe en l'absence de données collectées sur de longues périodes dans différentes localités. Pour remédier à ce manque de données, des approches expérimentales sont souvent utilisées. L'une de ces approches est la méthode du pourcentage fixé, où un taux de 70% est choisi (représentant 30% de pertes dues à l'évaporation et à la percolation en profondeur). Cette valeur est calculée selon plusieurs méthodes, notamment :

1. À partir d'un pourcentage fixe :
2. $P_{eff} = A * P_{moy}$ Où $0.7 < A < 0.9$
3. Par rapport à la zone (aride et semi-aride) :
4. $P_{eff} = 0.6 * P_{moy} - 10$ si $P_{moy} \leq 70\text{mm}$
5. $P_{eff} = 0.8 * P_{moy} - 25$ si $P_{moy} \geq 70\text{mm}$
6. Méthode P_{eff} USDA :
7. $P_{moy} \leq 250\text{mm}$, alors $P_{eff} = P_{moy} * (1 - 1250.2 / P_{moy})$
8. $P_{moy} > 250\text{mm}$, alors $P_{eff} = 0.1 * P_{moy} + 125$

Ces différentes méthodes de calcul de la précipitation efficace permettent de prendre en compte les pertes liées à l'évaporation et à la percolation en fonction des caractéristiques climatiques et environnementales spécifiques de la région d'étude.

V.5 La réserve facile des utiles (RFU)

La détermination de cette réserve dépend de caractéristiques de sol La formule :

$$RFU = (H_{cc} - H_{pf}) * Z * d_a * Y$$

Avec :

H_{cc} : Humidité à la capacité au champ

H_{pf} : humidité du sol au point de flétrissement

Z : Profondeur d'enracinement (m)

d_a : Densité apparente

$Y = 1/3$ sable et $2/3$ argile

Evapotranspiration réelle ETR:

Elle se calcul par la formule suivante :

$$ETR = ETP * K_C$$

V.6 Choix de culture

Dans le processus de sélection des cultures à mettre en place, plusieurs éléments clés doivent être pris en considération, notamment :

1. **Conditions climatiques de la région étudiée** : Les caractéristiques climatiques de la zone, telles que les précipitations, la température, l'humidité relative, les variations saisonnières, et les risques de gel, jouent un rôle essentiel dans le choix des cultures appropriées. Certaines cultures prospèrent dans des climats chauds et secs, tandis que d'autres sont mieux adaptées à des climats plus frais et humides.
2. **Qualité et disponibilité de l'eau d'irrigation** : La qualité de l'eau d'irrigation, en termes de salinité, de teneur en sodium, et d'autres facteurs, peut influencer le choix des cultures. Les cultures sensibles à la salinité, par exemple, nécessitent une eau de meilleure qualité. De plus, la disponibilité de l'eau d'irrigation, son débit et sa régularité doivent être pris en compte pour déterminer quelles cultures peuvent être soutenues.
3. **Aptitude culturale des sols, évaluée à partir de l'étude pédologique** : L'étude des propriétés du sol, telle que sa texture, sa structure, sa profondeur, sa capacité de rétention d'eau, son pH, et sa fertilité, est cruciale pour déterminer quelles cultures peuvent prospérer dans la région. Certains sols conviennent mieux à certaines cultures en fonction de ces caractéristiques.

D'autres facteurs peuvent également être pris en compte dans le processus de sélection des cultures, tels que les besoins en main-d'œuvre, les marchés locaux, les préférences des agriculteurs et les aspects économiques. L'objectif est de choisir les cultures qui maximiseront les rendements tout en minimisant les risques liés aux conditions environnementales et aux ressources disponibles.

V.7 Cultures maraîchères

Le plan de culture pour le périmètre comprend à la fois des cultures maraîchères et des cultures céréalières (orge). Voici un aperçu des principales caractéristiques de ces cultures :

➤ **Cultures Maraîchères :**

Superficie prévue : 34,6 hectares, soit 57,66% de la superficie totale. ➤

Cultures Céréalières (Orge) :

Superficie prévue : 20,6 hectares, représentant 34,33% de la superficie totale. ➤

Cultures pomme de terre :

Superficie prévue 14 hectares, représente 23,33% de la superficie totale.

V.8 Culture des arbres :

Culture des olives représente 24,4 hectares c'est-à-dire 40,6 % de la superficie totale
 Tableau V.3 : pourcentage de superficie des différentes cultures

CULTURE	SUPERFICIE %	SUPERFICIE HECTARE
Olives	40.6%	24.4
Pomme de terre	23.33%	14
Orge	34.33	20.6
Total	98.33%	59

La formule de calcul des besoins en eau est la suivante :

$$B = ETR - (Pe_{eff} + RFU).$$

Besoins d'irrigation d'olives :



Figure V2 :olives

Tableau V.4 : les besoins d'irrigation d'olives

MOIS	PEFF	ETP	KC	ETM	BNET
JAN	40,8	158,06	0,5	79,03	38,23
FEV	4	150,05	0,5	75,02	71,02
MAR	40,5	194,84	0,5	97,42	56,92

AVR	32,4	210,31	0,6	126,18	93,78
MAI	30,9	229,12	0,7	160,32	129,42
JUIN	3,1	247,21	0,8	197,76	194,66
JUI	1,8	247,84	0,8	198,27	196,47
AOUT	2	232,57	0,8	186,05	184,05
SEP	12,5	190,45	0,7	133,31	120,81
OCT	33	187,17	0,6	112,3	79,3
NOV	55,4	162,51	0,6	97,5	42,1
DEC	61,1	153,11	0,6	91,86	30,76

Besoin d'irrigation de pomme de terre :



Figure V3 :pomme de terre

Tableau V.5 : les besoins d'irrigation de pomme de terre

MOIS	PEFF	ETP	KC	ETM	BNET
JAN	40,8	158,06			
FEV	4	150,05	0,6	90,03	86,03
MARS	40,5	194,84	1,25	243,55	203,05
AVR	32,4	210,31	1,38	290,2278	257,8278
MAI	30,9	229,12	1,25	286,4	255,5
JUIN	3,1	247,21			
JUI	1,8	247,84			
AOUT	2	232,57			
SEP	12,5	190,45	0,6	114,27	101,77
OCT	33	187,17	1,25	233,9625	200,9625
NOV	55,4	162,51	1,38	224,2638	168,8638
DEC	61,1	153,11	1,25	191,3875	130,2875

➤ **Besoin d'irrigation d'orge vert :**



➤ **Figure V4 : orge vert**

Tableau V.6 : les besoins d'irrigation d'orge vert

Mois	Pe _{eff}	et _p	K _c	et _m	b _{net}
JAN	40,8	158,06			-40,8
FEV	4	150,05	0,3	45,01	41,01
MARS	40,5	194,84	0,7	136,39	95,89
AVR	32,4	210,31	0,5	105,15	72,75
MAI	30,9	229,12	0,5	114,56	83,66
JUI	3,1	247,21			-3,1
JUI	1,8	247,84			-1,8
AOU	2	232,57			-2
SEP	12,5	190,45			-12,5
OCT	33	187,17	0,6	112,3	79,3
NOV	55,4	162,51	0,6	97,5	42,1
DEC	61,1	153,11			-61,1

➤ **Bilan hydraulique :**

Tableau V.7 : bilan hydraulique

Culture	Besoin en eau	
	Mm	M3/ha
Pomme de terre	257.88	2578.8
Orge	95.89	958.9
Olive	196.47	1964.7

V.8 Calcul le débit

La dose irrigation correspond à la quantité eau nécessaire à la satisfaction des besoins en eau De la plante. Ces besoins sont variables en fonction du système irrigation en place sur la parcelle.

La dose peut être exprimée en millimètre d'eau, en m³ /hectare ou bien encore en litres/arbre :

Equivalences : 1 mm = 10 m³ /ha = 1 L/m²

$$Q = B_{net} * 10000 / k * 30 * 22 * 3600 \text{ En}$$

utilisant les valeurs suivantes :

- B_m : Besoin mensuel maximum net, exprimé en mm/mois, égal à 257.88
- T : Durée d'irrigation quotidienne, fixée à 22 heures par jour.
- t : Nombre de jours d'irrigation dans le mois, exprimé en jours, égal à 30 jours.
- K : Coefficient efficience global du système d'irrigation ≈ 0,75. Le besoin en eau

du mois de pointe, correspondant à la culture la plus exigeante, est évalué à 257.88 mm/mois. Ce mois correspond au mois de mai pour la culture de la pomme de terre.

$$Q = (l/s/ha)$$

$$Q = 1.44 (l/s/ha)$$

$$Q = 6842.88 (m^3/j/60hec)$$

Et Notre débit pour un seul jour est égale (7000/8000) mètre cube par jour .

Conclusion

ce chapitre nous avons étudié les besoins en eaux d'irrigation pour les trois cultures différentes qui sont l'olivier (culture arborie) ; la pomme de terre (culture maraichère) ; Et l'orge (culture céréale).

Voyons les besoins pointes de chaque cultures , nous pouvons dire que le débit fournie par notre step (8000 m^3 jour) est largement suffisant pour l'irrigation de notre périmètre (60 ha) .

Chapitre VI : GESTION ET D'EXPLOITATION

Nous avons traité dans ce chapitre la gestion de l'exploitation d'une station d'épuration et des aspects liés à l'hygiène et à la sécurité

VI.1. La gestion de la station d'épuration :

La gestion de la station d'épuration implique l'utilisation de techniques et de moyens par des techniciens et des agents pour assurer le bon fonctionnement de la station.

VI.2. Les objectifs de la gestion de la STEP :

Les objectifs de gestion de la station d'épuration comprennent la connaissance des exigences réglementaires, des responsabilités du gestionnaire, des techniques de traitement de l'eau, des boues et de l'air, des contraintes et solutions pour l'élimination des sous-produits, ainsi que la capacité à réaliser et exploiter un bilan de fonctionnement de la station.

VI.3. Le chef d'exploitation de la station d'épuration :

Le chef d'exploitation est le responsable général de la station. Il veille à l'application des procédures de sécurité, d'hygiène, de qualité et d'environnement, contrôle le fonctionnement des installations, identifie les causes de non-conformité des produits entrants et sortants, et supervise les évolutions des procédures et méthodes.

VI.4. Moyens et techniques d'exploitation de la station d'épuration :

Ce tableau résume les rôles des personnes impliquées dans l'exploitation de la station, y compris le chef de la station, les techniciens de laboratoire, les électromécaniciens, les ouvriers, les agents d'exploitation et les gardiens.

Personnels	Rôles
Le chef de la station	Tache administrative (organisation du personnel)
Technicien de laboratoire	Responsable sur les analyses et l'échantillonnage
Electromécanicien	Dépannage de toutes les filières (eau et boues) peut devenir chef d'exploitation d'une filière sophistiquée
Des ouvriers	Entretiens des filières simples
Agent d'exploitation	Entretien des filières simples
Des gardiens	Assurent la sécurité de la STEP 24/24 h

VI.5. L'entretien et le suivi des équipements de la station d'épuration

VI.5.1. L'entretien du dégrilleur

Entretien	<ul style="list-style-type: none"> • Nettoyage journalier de la grille manuelle ; • Mise en stockage en conteneur à ordures ou bac approprié après égouttage préalable.
Suivi	<ul style="list-style-type: none"> • Contrôle visuel journalier des équipements électromécaniques ; • Inspection journalier de la quantité de déchets retenus.
Matériels utilisés	Râteau ou fourche.
Temps nécessaire d'entretien	De 1 à 2 min par manipulation

VI.5.2. L'entretien du déssableur

Entretien	<ul style="list-style-type: none"> • Extraction des sables 1 à 2 fois par semaine et stockage sur une aire d'égouttage ; • Vanne d'extraction fermée durant 30 s à 1 mn pour séparation sable et matière organique.
Suivi	□ Contrôle de la quantité des sables piégés systèmes automatisés.
Matériels utilisés	Pelle.
Temps nécessaire d'entretien	De 15 à 30 mn par semaine

VI.5.3. L'entretien du dégraissage

Entretien	<ul style="list-style-type: none"> • Ecumage journalière des ouvrages non mécanisés et stockage en fosse ; • Vidange régulière de la fosse de stockage des écumes.
Suivi	<p>Les ouvrages mécanisés :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Contrôle des équipements (bullage-raclage) ; • Vérification de la mise en trémie des graisses (colmatage).
Matériels utilisés	Ecumoire-Raclette- Citerne pour le vidange des graisse.
Temps nécessaire d'entretien	Quelque minute par opération.

VI.5.4. L'entretien du traitement biologique (boues activées) :

Entretien hebdomadaire	<ul style="list-style-type: none"> • Faire le tour de l'ouvrage pour déceler toutes anomalies (odeur, couleur, débit, départ de boues) ; • Vérifier le déversoir d'orage ; • Vider le panier de dégrillage du poste de relèvement ; • Nettoyer les prétraitements et évacuer les déchets ; • Nettoyer les parois des bassins ; • Nettoyer la goulotte du clarificateur ; • Nettoyer le canal de comptage ; • Contrôle du fonctionnement des moteurs, des voyants et compteurs de l'armoire électrique ; • Effectuer les tests NH_4 et NO_3 sur effluent traité.
Entretien régulier	<ul style="list-style-type: none"> • Nettoyer les flotteurs, câbles électriques et chaîne du poste de relèvement ; • Entretien des abords ; • Entretien annuel ; • Nettoyage et vidange des appareils électromécaniques (pompes, turbines).

VI.5.5. L'entretien du décanteur secondaire (clarificateur)

Entretien	<p>Décanteur statique :</p> <p><input type="checkbox"/> Brossage des parois de l'ouvrage jusqu'au fond de l'ouvrage.</p>
Suivi	<ul style="list-style-type: none"> • 1 à 2 fois par semaine ; • Vérification journalière de la limpidité et du niveau des dans le clarificateur.
Matériels utilisés	<ul style="list-style-type: none"> • 1 à 2 éprouvettes d'un litre (en plastique) ; • 1 chronomètre ; • 1 disque blanc de mesure de la turbidité ou disque de Secchi ;

<p>Temps nécessaire d'entretien</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 15 à 30 mn par semaine pour le Brossage des parois d'un décanteur ; • 30 mn décantation en éprouvette ; • 30 secondes : mesure de la limpidité et du niveau des boues.
--	--

VI.6. Les avantages et les inconvénients de la station d'épuration :

Ce tableau résume les avantages et les inconvénients d'une station d'épuration, notamment la protection de l'environnement et les problèmes potentiels liés à la santé et à l'irrigation.

<p>Avantages</p>	<p>Inconvénients</p>
<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> La protection de la mer ; <input type="checkbox"/> La préservation des espaces animales et végétales (la faune et la flore) ; <input type="checkbox"/> Réduire la pression sur les ressource en eau ; <input type="checkbox"/> Il est considéré comme écologique par la réutilisation des eaux épurées dans les besoin de l'environnement. 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Causer des problèmes de santé s'il n'est pas correctement traité ; <input type="checkbox"/> Les eaux épurées peuvent faire des blocages dans le réseau d'irrigations ; <input type="checkbox"/> Causer des dommages à la plante.

VI.7. Hygiène et sécurité :

Ce section met en évidence les risques liés à l'exploitation de la station d'épuration, tels que les infections, les produits dangereux et les dangers mécaniques. Des mesures de protection sont également suggérées.

Ce chapitre se termine par une conclusion rappelant l'importance de l'entretien périodique des ouvrages de la station et de l'application des mesures d'hygiène et de sécurité pour assurer le bon fonctionnement de la station d'épuration.

CONCLUSION GENERALE

Conclusion Générale

Le but de notre travail est le diagnostic de la station d'épuration de la ville de Chlef avec un capacité maximale de 36504mètre cube par jour .Les eaux usées de la ville sont principalement d'origine urbaine et agricole, en se basant sur leurs caractéristiques physicochimique nous avons décidé de choisir une STEP de traitement des eaux usées à boues activées, ce qui permet de traiter ces eaux par ce procédé avec deux variante à moyen et faible charge .

Le traitement des eaux usées de la station d'épuration de la ville de Chlef passe par les étapes suivant : Prétraitement, Traitement primaire, Traitement secondaire qui comprend un traitement biologique avec boues activées à moyenne et à faible charge et traitement de clarification, un traitement tertiaire qui comprend une chloration qui permet d'éliminer les odeurs et aussi le DCO dure mais n'a aucun effet sur les micro-organismes pathogènes et les bactéries qui sont souvent un frein à la réutilisation des EUT. Pour remédier à ce problème, nous avons choisi une désinfection à l'ozone qui a pour avantage d'éliminer tout les micro-organismes résistants aux traitements précédents mais aussi d'évites la formation par le chlore résiduel avec les ions présent dans les terres agricoles de sels qui provoque une augmentation de la salinité des sols, l'un des principaux problèmes de la réutilisation de EUT

Une filière de traitement des boues :la valorisation des boues et la réutilisation des eaux épurées sont les deux perspectives dont pourra bénéficiers les agriculteurs de la région. Enfin, pour une bon avantages de ces eaux épurée nous les utilisons dans l'irrigation pour ne pas gaspiller les eaux des barrages et des puits.

Bibliographies

- [1] Belaid Nabil, 2010, Evaluation des impacts de l'irrigation par les eaux usées traitées sur les plantes et les sols du périmètre irrigué, Thèse de doctorat, université de limoges, 236 p.
- [2] Micro stations d'épuration, Définition: Eaux Usées, Micro-station.net, definition-eaux-usées.html (Consulter le 18-12-2012).
- [3] Baumont.S, J.P.Camard, A. Lefranc, A. Franconi, Réutilisation des eaux usées épurées : risques sanitaires et faisabilité en Île-de-France, Observatoire régional de santé d'Ile-de-France, 2000.
- [4] AsanoT., 1998, Inigation with Reclaimed municipal waste water: California Expreinces.Options Méditerranéennes. Serie A. Séminaire Méditerranéen 1. Reuse of Low Quality Water for Irrigation in mediterranean Countries.
- [5] Faby J.A., Brissaud F., L'utilisation des eaux usées épurées en irrigation, Office International de l'eau, 1997, 76 pages.
- [6] FAO (2003), L'irrigation avec des eaux usées traitées: Manuel d'utilisation. 73 p.
- [7] Festy B , Hartemann P, Ledrans M , Levallois P , Payement P , Tricard D (2003)

Qualité de l'eau

- [8] In : Environnement et santé publique – Fondements et pratiques, pp.333-368. [9] Mekhalif Faiza, réutilisation des eaux résiduares Industrielles épurées comme eau d'appoint Dans un circuit de refroidissement, 2009.
- [10] Faurie. C et al. , 2003, Ecologie, approche scientifique et pratique, Ed: Tec & Doc,.5 ème édition, 407 p.
- [11] Belahmadi M, Seddik O, Etude de la biodégradation du 2,4-dichlorophénol par le macrobiote des effluents d'entrée et de sortie de la station d'épuration des eaux usées d'ibn ZIAD, 2011.
- [12] Wastewater Engineering: Treatment and Resource Recovery" de Metcalf & Eddy, "Environmental Engineering" de Howard S. Peavy et "Principles of Water Treatment" de Kerry J.
- [13] <https://www.suezwaterhandbook.fr/aide>.
- [14] -Cherif,L.(2021).L'influence de la coagulation floculation et décontation sur le pré traitement des eaux saumatre.Memoire de fin de cycle .UABB.170.Algerie.

ANNEXES

Annexe 1 : Matériels utilisés au laboratoire

		
Flacon en verre	OxiTop®	Barreaux maghétiques
		
Godets en caoutchouc	Papier filtre	Creusé
		
Balance analytique	Appareil de filtration	Pompe à vide
		
Etuve	Eprouvette graduée	DBO mètre



Fioles jaugées



Béchers



Flacons en verre



Erlenmeyer



Entonnoirs



Flacons en plastique



Pince



Chronomètre



Bouteilles en gouttelettes



Plaque chauffante



Pipettes



Pompes de pipette



Dessiccateur



Réacteur DCO



spatules

Annex 2 :qualité d'eaux

Les classes	Intervalle (mms/cm)	Qualité d'eau
Alcalinité		
C1	$0 < CE < 0,25$	L'eau à faible salinité, elle peut être utilisée en irrigation.
C2	$0,25 < CE < 0,75$	l'eau à salinité moyenne, peu de danger.
C3	$0,75 < CE < 2,25$	l'eau à salinité à prendre en considération
C4	$2,25 < CE < 5$	l'eau à très forte salinité et inutilisable pour les conditions normales.
C5	$CE > 5$	l'eau est inutilisable sauf sur des sables lessivés et drainés
Salinité		
S1	$SAR < 10$	L'eau contenant une faible quantité de sodium, peut être utilisée pour l'irrigation
S2	$10 < SAR < 18$	Les eaux contenant une quantité moyenne de sodium, peuvent présenter quelques difficultés dans les sols à texture fine
S3	$18 < SAR < 26$	Les eaux contenant une quantité de sodium élevée, peuvent provoquer des difficultés dans la plupart des sols
S4	$SAR > 26$	Les eaux contenant une quantité très élevée de sodium, sont généralement impropres à l'irrigation

Annex 3 : La série pluviométrique de la station de chlef aéroport
1980-2013

année	janv	fevr	mars	avril	mai	juin	juill	aout	sept	oct	nov	dec	Σ
1980	52.7	90.7	114.9	27.8	89.4	17.8	0	37	39.8	9.3	228.8	84.2	792.4
1981	131.5	140.6	63.6	72.1	47.1	30.8	47.3	18.7	47.3	99.7	137.1	72.7	908.5
1982	92.3	19.4	38.6	109.3	38.5	6.6	0.4	5.7	8.1	27.7	204.5	14.7	565.8
1983	124.5	78.9	144.1	111.9	50.8	1.9	0.1	0	15.2	90.4	109.6	10.1	737.5
1984	49.8	117.6	72.5	110.6	21.6	17.2	18.7	47	73.7	36.8	100.6	13.9	680
1985	48.5	26.5	118.3	94.3	35.6	1.7	1.3	4	2.7	42.9	154.9	386.2	916.9
1986	51.4	100	96.2	43.9	21.2	24	2.1	27.9	3.2	48.7	51.7	90.4	560.7
1987	314.8	100.2	57.7	51.9	74.4	0.8	0.4	39.4	23.1	107.7	122.1	226.4	1118.9
1988	11.2	35.3	44.2	150	14	0.1	1.8	10.2	2.5	57	59	69.5	454.8
1989	221.4	189.7	90	25.5	60	8.9	0	3.6	17.4	262.6	6	215	1100.1
1990	92.3	72.9	59.7	69.5	48.6	15.5	5.8	11.9	32.8	54.3	87.8	92	643.1
1991	136.2	88	67.9	78.3	52	14.3	4.1	4.6	29.2	73.1	126.3	135.1	809.1
1992	72.8	161.9	74.2	40.9	47.3	5.7	3.6	2.1	26.9	25.5	216.2	33.2	710.3
1993	39.9	94.7	69.2	56.3	44.9	50.2	0	1.8	61.1	0.9	141.5	206.8	767.3
1994	91.8	13.7	34.1	124.4	0.3	16.4	2	12.3	49.1	48.5	67.5	33.8	493.9
1995	123.9	0	43.7	58.4	85.8	16.9	8.7	2.5	3.4	41.4	72.2	295.5	752.4
1996	75.9	94.9	168.5	33.5	38.7	2.4	0.4	8	81.2	188.1	36.9	44.1	772.6

1997	160.6	53.3	15.9	25	47.6	37	3.4	0	3.1	31.8	52.5	260.4	690.6
1998	68	78.8	37.9	101.3	48.4	2	0	5.8	47.2	73.1	51.9	81.8	596.2
1999	64.5	67.5	0.5	63.8	4.2	0.9	0	0.2	119.7	63.5	21.6	155.5	561.9
2000	204	48	106	37	5	22	0	16	36	23	40	46	583
2001	88	222	59	85	42	25	6	17	30	36	55	53	718
2002	44	17	16	44	8	15	6	21	50	112	100	81	514
2003	26	67	44	97	157	4	0	2	75	41	120	98	731
2004	230	115	79	63	31.9	9.8	2.9	22.4	39.7	56.9	73.7	83.6	807.9
2005	72.9	21.8	14	27.3	53.9	5.3	1.4	0	13	76.5	30.9	65.7	382.7
2006	212	70.2	9.2	65.9	37.1	1.3	0	12.1	47.3	2.9	103.9	70.9	631.5
2007	68.9	103.6	57.5	18.1	23.5	11.2	4.6	7.3	53.5	69.9	98.4	157.4	673.9
2008	310	69	30.7	220.6	26.5	1	8.2	1.5	114.1	75.5	45.6	205.5	1108.2
2009	147.9	54.6	86.9	110.4	69.9	26	0	5	18.8	30.4	177.7	128.4	856
2010	230	115	79	63	31.9	5.3	1.4	0	13	76.5	30.9	65.7	711.7
2011	44	17	16	44	23.5	11.2	4.6	7.3	53.5	69.9	98.4	157.4	546.8
2012	23.5	11.2	4.6	7.3	53.5	69.9	6	17	30	36	55	53	367
2013	131.5	140.6	63.6	72.1	64.5	0.1	1.8	10.2	2.5	57	59	69.5	672.4
moy	113.4	79.3	61.0	70.7	44.1	14.1	4.2	11.2	37.1	63.1	92.2	113.4	704

