



MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

Option : REUTILISATION DES EAUX NON CONVENTIONNELLES

THEME :

**Etude des performances épuratoires de la STEP de Mazouna
(Wilaya de RELIZANE) en vue de la réutilisation de l'eau épurée
à des fins agricoles.**

Présenté par :

REMILI Kheira Maroua

Devant les membres du jury

Nom et Prénoms	Grade	Qualité
Mr.HACHEMI Abdelkader	Professeur	Président
Mme.HOULI Samia	MAA	Examineur
Mme.TAFAT Leila	MAA	Examineur
Mr.TOUIL Youcef	MCB	Examineur
Mme.BETATACHE Hayet	MCB	Promoteur

بسم الله الرحمن الرحيم

" . قُلْ بِفَضْلِ اللَّهِ وَبِرَحْمَتِهِ فَبِذَلِكَ فَلْيَفْرَحُوا هُوَ خَيْرٌ مِّمَّا يَجْمَعُونَ " سورة يونس - الآية 58

الحمد لله الذي بنعمته تتم الصالحات .. الحمد لله الذي يسر لي الدرب وسهل لي الصعب وأنار بالعلم القلب، حمدا كثيرا

مباركا وبعد

أهدي هذا النجاح، وثمره الجهد والتعب والكفاح إلى أُمي الحبيبة وإلى أمتي الجريئة التي ينزف قلبها في غزة العزة والشرف أسأل

الله العلي القدير أن يرفع عنها البلاء، ويكف عنها كيد الأعداء، ويحقق دماء الأبرياء، وينصرها نصراً مؤزراً يليق بعزتها

وما بين الأمومتين توجد في القلب مساحة واسعة من الشكر والإمتنان، والتقدير والعرفان لكل الأحبة

إلى اللذين أنارا لي الطريق كلما تعثرت .. إلى من تعجز أبلغ كلمات اللغة عن وصفهما ووصف إمتناني لهما وثنائي عليهما... إليكما

أبي وأمي إنكما لأعظم بكثير من أن تذكرنا هنا

إلى كتفي مهدي و فوزي وذرتا قلبي نورهان ونسرين .. رفاق دربي وسندي الدائم شكرا على حبكم الغير محدود ودعمكم الغير

مشروط

إلى من كان دعاؤه بلسماً للروح جدي العزيز و جدتي العزيزة رحمة الله عليها

وإلى أحوالي الأكارم بلحسن فضيل و أمين ، و ناصر و زوجته و أبنائه ، خالتي جميلة و العائلة جميعا .

*إلى أصحاب البصمات الخالدة... أساتذتي الأجلاء من كانوا وقوداً لعقلي، ومناراً لدربي .. شكراً لأنكم آمنتم بقدراتي ووجهتم

خطاي، ومنحتموني من علمكم ووقتكم بلا كلل أو ملل جزاكم الله خيراً

إلى الأحبة والخلان ... آل المصلّى الكرام أود لو أنني أذكركم واحداً بواحد لكن الصفحات كلها لا تكفيني .. شكراً على كل لحظة

تشجيع، ولكل يد حانية مدت لي العون. لن أنسى وقوفك بجانبني

إلى شريك حياتي الداعم لي خلال هذه الرحلة شكراً لوقوفك بجانبني وتحفيزي في هذه الأوقات

أهدي هذا الإنجاز مع قبلة حب خالصة إلى ضيفنا الصغير والعضو الأجل الذي انضم إلى عائلتنا مؤخراً ليكمل فرحتنا

إلى أصغر يد مسكت قلوبنا .. إلى أنيس قلبي " زين " ... أهدي جزء من هذا العمل لعينيك الصغيرتين

إلى كل من تذكرني بدعوة خالصة .. من شجعني بكلمة طيبة ... من ساندني ولو قليلا ومن دفعني إلى الأمام ولو بخطوة فتح الله

عليكم

محبتكم في الله مروى

REMERCIEMENT

Je remercie Allah, le Tout-Puissant, pour m'avoir accordé la santé, la patience et la force indispensables à la poursuite de mes études et à la réalisation de ce modeste travail.

J'adresse également mes sincères remerciements et l'expression de ma profonde gratitude à :

L'ensemble des enseignants et de l'équipe pédagogique de l'ENSH, Mr Hebbouche, Mr Hachemi et Mr Zeroual, pour leur disponibilité, leur soutien constant.

Les membres du jury Mr HACHEMI et Mr TOUIL , pour l'honneur qu'ils m'ont fait en acceptant d'évaluer ce mémoire.

Mes amis et camarades, pour leur soutien moral, leurs encouragements et le partage de leurs connaissances durant toutes ces années d'études.

L'administration de la STEP de Mazouna et la DRE de la wilaya de RELIZANE pour leur collaboration, les informations et données mises à disposition pour la réalisation de ce travail.

Je dédie enfin ce travail à toutes les personnes qui me sont chères, en témoignage de ma reconnaissance pour leur présence bienveillante et leur influence positive dans ma vie.

REMILI Kheira Maroua

ملخص

نظراً لنقص المياه المتزايد في ولاية غليزان، أصبح من الضروري البحث عن حلول بديلة لتلبية الاحتياجات، وخاصة في القطاع الزراعي الذي يعد أكبر مستهلك للموارد المائية. يركز هذا البحث على تقييم أداء محطة معالجة المياه بدائرة مازونة بهدف دراسة جودة المياه المعالجة وإمكانية إعادة استخدامها في سقي المناطق المحيطة. كما تتضمن الدراسة تقييم جدوى هذه الإعادة لاستخدام المساحة الزراعية المستهدفة و فحص الحاجة لمعالجة إضافية. أخيراً، تم اقتراح طرق التعقيم لضمان استخدام آمن و مستدام لهذه الموارد بما يتوافق مع متطلبات الزراعة.

الكلمات المفتاحية: إعادة الاستخدام، التعقيم، المياه المعالجة، المعالجة.

RESUME

Face à la pénurie croissante d'eau a Relizane, il devient indispensable d'explorer des solutions alternatives pour répondre aux besoins, notamment dans le secteur agricole, principal consommateur de ressources hydriques. Ce mémoire se concentre sur l'analyse des performances de la station d'épuration de Mazouna afin d'évaluer la qualité de l'eau épurée en vue de sa réutilisation pour l'irrigation des zones avoisinantes. L'étude inclut également une évaluation de la faisabilité de cette réutilisation pour la surface agricole concernée et examine si un traitement complémentaire est nécessaire. Enfin, des mesures de désinfection sont proposées afin d'assurer une exploitation sécurisée et durable de cette ressource dans le respect des exigences agricoles.

Mots clés : Réutilisation, désinfection, eaux usées, traitement.

ABSTRACT

In the face of the escalating water scarcity experienced in Relizane, it is imperative to investigate alternative solutions to meet water demands, particularly in the agricultural sector, which is the primary consumer of water resources. The central theme of this thesis is an analysis of the performance of the Mazouna wastewater treatment plant, with a view to evaluating the quality of treated water for potential reuse in irrigating surrounding areas. The study also includes an evaluation of the feasibility of such reuse for the targeted agricultural lands and an examination of the necessity for additional treatment. Finally, disinfection measures are proposed to ensure a safe and sustainable use of this resource in accordance with agricultural requirements.

Keywords : Reuse, disinfection, wastewater, treatment .

LISTES DES ABREVIATIONS

ANRH : Agence Nationale des Ressources Hydrauliques

CE : Conductivité électrique

DBO : Demande biologique en oxygène

DCO : Demande chimique en oxygène

DRE : Direction des ressources en eaux

EUE : eaux usées épurées

MES : Matière en suspension

NH₄⁺ : Azote Ammoniacal

NO₂⁻ : Azote Nitreux

NO₃⁻ : Azote Nitrique

NTK : Azote total Kjeldahl

ONA : Office National de l'Assainissement

PH : potentiel d'Hydrogène

P_T : Phosphore

RN : Route nationale

STEP : Station d'épuration des eaux usées

UV : Les rayons ultraviolet

LISTES DES TABLEAUX

Tableau II.1: Répartition des stations de traitement et d'épuration des eaux par région hydrographique.

Tableau II.2: Normes de rejets internationales OMS.

Tableau II.3 : Les normes d'irrigation en Algérie pour les eaux usées épurées.

Tableau II.4: Liste des cultures pouvant être irriguées avec des eaux usées épurées.

Tableau III.5 : Capacité de traitement.

Tableau III.6 : Les caractéristiques de station de relevage.

Tableau III.7 : Les caractéristiques de Dégrilleur.

Tableau III.8 : Les caractéristiques de dessableur – dégraisseur.

Tableau III.9 : Les caractéristiques de bassin biologique.

Tableau III.10 : Les caractéristiques de bassin d'aération.

Tableau III.11 : Les caractéristiques de dégazeur.

Tableau III.12 : Les caractéristiques du clarificateur.

Tableau III.13 : Les caractéristiques du bassin de désinfection.

Tableau III.14 : Les caractéristiques de puits à boue.

Tableau III.15 : Les caractéristiques d'épaississeur des boues.

Tableau III.16 : Les caractéristiques de lit de séchage.

Tableau IV.17: Projection de la population de la zone d'étude pour les années 2025 et 2040.

Tableau IV.18 : la consommation journalière en eau domestique aux horizons 2025 et 2040.

Tableau IV.19 : Résumé des débits calculés aux horizons 2025 et 2040.

Tableau IV.20: les charges polluantes pour l'horizon 2040.

Tableau IV.21 : Espacement et épaisseurs des barreaux.

Tableau IV.22:Données de base de dimensionnement du dégrilleur grossier.

Tableau IV.23: Données de base de dimensionnement du dégrilleur moyen.

Tableau IV.24 : Valeurs du coefficient β des barreaux.

Tableau IV.25 : Résultat du calcul du dégrilleur moyen et grossier.

Tableau IV.26 : Valeurs proposées pour le dimensionnement du dessableur.

Tableau IV.27 : Pourcentage de MVS.

Tableau IV.28 : Résultat de dimensionnement du dessableur-déshuileur.

Tableau IV.29 : Mode de traitement en fonction du rapport (DCO/DBO₅).

Tableau IV.30 : classes du procédé du traitement biologique à boue activée.

Tableau IV.31 : Valeur du dimensionnement du bassin d'aération

Tableau IV.32 : Valeur du dimensionnement du clarificateur.

Tableau V.34 : Les normes d'irrigation en Algérie pour les eaux usées épurées

Tableau VI.35: Tableau comparatif des méthodes de désinfection.

LISTES DES FIGURES

Figure I.1 : Le schéma de fonctionnement d'une station d'épuration.

Figure III.2 : Situation géographique de Mazouna.

Figure III.3 : Localisation de la STEP.

Figure III.4: La STEP de Mazouna.

Figure III.5 : Station de relevage.

Figure III.6 : Poste de prétraitement.

Figure III.7 : Dégrilleur.

Figure III.8 : Déchets sortants de déssableur-dégraisseur.

Figure III.9 : Bassin biologique.

Figure III.10 : Clarificateur.

Figure III.11 : Bassin de désinfection.

Figure III.12 : Pouits a boues.

Figure III.13 : Epaississeur des boues.

Figure III.14 : Lit de séchage.

Figure V.15 : Variations mensuellesde MES des eaux brutes(E) et épurées(S).

Figure V.16 : Variations mensuellesdeDBO₅des eaux brutes(E) et épurées(S).

Figure V.17 : Variations mensuellesdeDCOdes eaux brutes(E) et épurées(S).

Figure V.18 : Variations mensuellesdeNitratesdes eaux brutes(E) et épurées(S).

Figure V.19: Variations mensuellesde l'oxygène dissousdes eaux brutes(E) et épurées(S).

Figure V.20 : Variations mensuellesde laconductivitédes eaux brutes(E) et épurées(S).

Figure V.21 : Variations mensuellesdetemperaturedes eaux brutes(E) et épurées(S).

Figure V.22 : Variations mensuellesdupHdes eaux brutes(E) et épurées(S).

Figure VI.23 : Situation géographique de Mazouna et Ouarizane.

LISTES DES PLANCHES

Planche n1 : Vue en plan de la STEP.

Planche n2 : Plan de masse de la STEP.

Planche n3 : Plan des ouvrages.

Planche n3 : Bassin de désinfection.

TABLE DE MATIERE

REMERCIEMENT	3
ملخص.....	4
RESUME	4
LISTES DES ABREVIATIONS	5
CHAPITRE I : GENERALITES SUR LES EAUX USEES	2
Introduction	3
I.1 Définition	3
I.2 Origine des eaux usées	3
Domestique	3
Les eaux usées pluviales	3
Agricole.....	5
I.3 Les caractéristiques des eaux usées	5
I.3.1 Paramètres physiques	5
I.3.2 Paramètres Organoleptiques	6
I.3.3 Paramètres chimiques	6
I.3.4 Paramètres bactériologiques et microbiologiques	8
I.4 Procédés de traitement des eaux usées dans une station d'épuration	8
Conclusion	10
CHAPITRE II : LA REUTILISATION DES EAUX USEES.....	11
Introduction	12
II.1 La réutilisation des eaux usées dans le monde	12
II.2 La réutilisation des eaux usées en Algérie	13
II.3 Les principales utilisations des eaux usées épurées	14
II.4 Les avantages et les inconvénients de la réutilisation des eaux usées	14
II.5 L'irrigation agricole par les eaux usées épurées	15
II.5.1 Critères de qualité des eaux usées pour l'irrigation	16
II.5.2 Les normes de l'OMS	16
II.5.4 Les normes de qualité des eaux usées en Algérie destinées à l'irrigation.....	17
II.5.5 Liste des cultures pouvant être irriguées avec des eaux usées épurées.....	17
Conclusion	18
CHAPITRE III : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE	19
Introduction	20

III.1 Présentation de la zone d'étude Mazouna	20
III.1.1 Situation géographique	20
III.1.2 Situation démographique	21
III.1.3 Situation climatique	21
III.1.4 Topographie	22
III.1.5 Sismicité de la région	22
III.1.6 La géologie	23
III.2 Présentation de la step de Mazouna	23
III.2.1 Localisation du step de Mazouna	23
III.2.2 Superficie	24
III.2.3 Historique	24
III.2.4 L'objectif de la STEP	24
III.2.5 Type de procédé d'épuration	24
III.2.6 L'origine des effluents à traiter	25
III.2.7 Capacité de traitement	25
III.2.8 Les différents équipements de la STEP	26
Conclusion	38
Introduction.....	40
IV.1 Evaluation de population	40
IV.2 Estimation des débits	41
IV.3 Dimensionnement des ouvrages hydrauliques de la STEP	44
Conclusion	54
CHAPITRE V : EVALUATION DES PERFORMANCES DE LA STEP DE MAZOUNA.	55
Introduction	56
V.1 Interprétation des résultats - STEP de Mazouna	56
Matières en suspension (MES)	59
Demande biochimique en oxygène (DBO ₅)	60
Demande chimique en oxygène (DCO).....	61
Les nitrates.....	62
L'Oxygène dissous (O ₂ dissous)	63
La conductivité (CE).....	64
La température	65
Le potentiel d'Hydrogène (pH).....	66
V.2 Fonctionnement de la station et interruptions	66
Conclusion	67

CHAPITRE VI: OPTIMISATION DE LA QUALITE DES EAUX POUR L'IRRIGATION AGRICOLE.	68
Introduction.....	69
VI.1 Le traitement tertiaire	69
VI.1.1 Objectif du Traitement Tertiaire	69
VI.1.2 Méthodes de Traitement Tertiaire	69
VI.1.3 La désinfection au niveau de la STEP de Mazouna	70
VI.1.4 Étude technico-économique de la désinfection par rayonnement UV	70
VI.1.5 Pertinence pour la STEP de Mazouna	71
VI.1.6 Le dimensionnement d'un système UV pour la STEP de Mazouna	72
VI.2 Etude de faisabilité de l'irrigation a OUARIZANE	77
VI.2.1 Situation géographique d'OUARIZANE	77
VI.2.2 Présentation générale de la zone d'étude.....	78
VI.2.3 Occupation du sol	79
VI.2.4 Etude pédologique	79
VI.2.5 Choix de la méthode d'irrigation	80
VI.2.6 Contrôle de la qualité des eaux usées épurées	80
Conclusion	81
CHAPITRES VII : GESTION ET EXPLOITATION DE LA STEP.	82
Introduction.....	83
VII.1 Contrôle de fonctionnement	83
VII.1.1 Contrôles journaliers	84
VII.1.2 Contrôles périodiques.....	84
VII.2 Dispositifs d'entretien des ouvrages.....	85
VII.2.1 Le dégrilleur.....	85
VII.2.2 Dessableur – Dégraisseur	85
VII.2.3 Bassin d'anoxie	85
VII.2.4 Bassin d'aération	85
VII.2.5 Clarificateur.....	86
VII.2.6 Désinfection des eaux épurées	86
VII.2.7 Épaississeur	86
VII.2.8 Filtre à bande	87
VII.3 Hygiène et sécurité	87
VII.3.1 Circulation et accessibilité.....	87
VII.3.2 Systèmes d'alarme.....	87

VII.3.3 Ventilation	87
VII.3.4 Garde-corps	87
VII.3.5 Prévention des chutes	88
Conclusion	88
CONCLUSION GENERALE.....	89
REFERENCE.....	90
ANNEXE	91

INTRODUCTION GENERALE

Avoir accès à une eau propre est un droit fondamental et un besoin essentiel pour la santé et le bien-être des communautés. Avec la croissance rapide de la population et l'urbanisation, gérer efficacement les eaux usées devient un défi majeur pour protéger l'environnement et assurer la sécurité sanitaire. Les Stations d'Épuration des Eaux Usées (STEP) sont essentielles pour traiter les eaux domestiques et industrielles et réduire leur impact sur la nature. Cependant, beaucoup de stations rencontrent des problèmes liés au vieillissement des infrastructures, à des technologies dépassées et à l'augmentation des besoins en traitement.

Ce mémoire se focalise sur **la réhabilitation et l'évaluation des performances de la STEP de Mazouna**. Il examine aussi la possibilité de réutiliser les eaux traitées pour irriguer une zone agricole proche de la station.

L'étude s'inscrit dans une démarche de gestion durable de l'eau, de protection de l'environnement et de promotion de pratiques agricoles économes en ressources hydriques.

Les chapitres suivants présenteront les aspects techniques, environnementaux et économiques de la réhabilitation de la STEP. Nous expliquerons les méthodes pour évaluer les performances, les avantages possibles de la réutilisation des eaux pour l'irrigation, ainsi que les normes de qualité et les réglementations en vigueur. Les défis pratiques seront également abordés afin d'avoir une vision complète. Enfin, nous discuterons des effets plus larges sur la durabilité environnementale et la sécurité alimentaire.

Réhabiliter les STEP et utiliser les eaux traitées pour l'agriculture est une opportunité pour concilier besoins humains, protection de l'environnement et développement agricole. Ce mémoire cherche à contribuer à cette réflexion en offrant une analyse claire des enjeux et des solutions possibles pour une meilleure gestion de l'eau.

***CHAPITRE I : GENERALITES SUR
LES EAUX USEES***

Introduction :

En abordant le sujet des eaux usées, il est crucial de comprendre sa définition, son origine et ses caractéristiques, ainsi que les diverses méthodes employées pour son traitement.

I.1 Définition :

Les eaux usées sont des liquides de composition hétérogène, chargées de matières minérales ou organiques, pouvant être en suspension ou en solution, et dont certaines peuvent avoir un caractère toxique. Les eaux usées, qui sont un mélange de plusieurs types d'eaux et pour éviter la pollution, sont acheminées par un réseau d'assainissement vers une station d'épuration pour y être traitées et si possible réutilisées. Avant le choix d'une filière de traitement, il est essentiel de connaître la composition des eaux usées[1].

I.2 Origine des eaux usées :

Les eaux usées sont classées selon leur origine et leur composition. Les principales catégories comprennent les eaux usées domestiques, issues des activités quotidiennes comme le lavage et la cuisine, les eaux usées industrielles, générées par les processus de fabrication et contenant divers produits chimiques, et les eaux pluviales, résultant du ruissellement des précipitations sur les zones urbaines et industrielles, souvent chargées de contaminants. Elles sont évacuées via un réseau d'égouts vers l'environnement naturel ou les stations d'épuration.

Trois origines d'eaux usées sont généralement distinguées :

Domestique :

Les effluents domestiques sont un mélange d'eaux contenant des déjections humaines : urines, fèces (eaux vannes) et eaux de toilette et de nettoyage des sols et des aliments (eaux ménagères).

Ces eaux sont généralement constituées de matières organiques dégradables et de matières minérales ; ces substances sont sous forme dissoute ou en suspension. Elles proviennent essentiellement : (Des eaux de cuisine, Des eaux de buanderie, Des eaux de salle de bain, Des eaux de vannes [2].

Les eaux usées pluviales :

Ce sont les eaux de ruissellement (eaux pluviales, eaux d'arrosage des voies publiques, eaux de lavage des caniveaux, des marchés et des cours). Les eaux qui ruissellent sur les toitures, les

CHAPITRE I : GENERALITES SUR LES EAUX USEES

cours, les jardins, les espaces verts, les voies publiques et les marchés entraînent toute sortes de déchets minéraux et organiques : de la terre, des limons, des déchets végétaux, etc... et toutes sortes de micropolluants (hydrocarbures, pesticides, détergents...) [3].

Industrielle : Les déchets et les effluents industriels définissent largement la qualité et le taux de pollution de ces eaux usées.

Les établissements industriels utilisent une quantité importante d'eau qui tout en restant nécessaire à leur bonne marche, n'est réellement consommée qu'en très faible partie, le reste est rejeté.

On peut néanmoins, faire un classement des principaux rejets industriels suivant la nature des inconvénients qu'ils déversent :

- Pollution due aux matières en suspension minérales (Lavage de charbon, carrière, tamisage du sable et gravier, industries productrices d'engrais phosphatés)
- Pollution due aux matières en solution minérales (usine de décapage, galvanisation...)
- Pollution due aux matières organiques et graisses (industries agroalimentaires, équarrissages, pâte à papier...)
- Pollution due aux rejets hydrocarbonés et chimiques divers (raffineries de pétrole, produits pharmaceutiques...)
- Pollution due aux rejets toxiques (déchets radioactifs non traités, effluents radioactifs des industries nucléaires...) [2].

Agricole

Le secteur agricole reste le plus grand consommateur des ressources en eau. Les pollutions dues aux activités agricoles sont de plusieurs natures :

- Apport des eaux de surface de nitrate et de phosphate utilisés comme engrais
- Apport de pesticides chlorés ou phosphorés de désherbants d'insecticides
- Apport de sulfate de cuivre de composés arsenicaux destinés à la protection des plantes[1].

I.3 Les caractéristiques des eaux usées :

L'utilisation de l'eau est définie par la mesure de ses paramètres physiques, chimiques et biologiques dont les valeurs doivent être inférieures ou égales à certains seuils pour être rejetée sans causer de dommages significatifs à l'environnement :

I.3.1 Paramètres physiques :

a. Température

Généralement, la température des eaux usées est plus élevée que celles des eaux potables, en raison de l'ajout d'eaux chaudes des ménages et des industries. Quand la température augmente, la viscosité augmente ce qui a pour conséquence de précipiter les matières en suspensions. Les températures extrêmement basses affectent défavorablement l'efficacité de la sédimentation [4].

b. MES

Les matières en suspension (MES) constituent l'ensemble des particules minérales et/ou organiques présentes dans une eau naturelle ou polluée. Elles peuvent être composées de particules de sable, de terre et de sédiment arrachées par l'érosion, de divers débris apportés par les eaux usées ou les eaux pluviales très riches en MES, d'êtres vivants planctoniques (notamment les algues). Elles correspondent à la concentration en éléments non dissous d'un échantillon[5]

I.3.2 Paramètres Organoleptiques

a. La Turbidité

La turbidité des eaux usées dépend de la quantité des matières en suspensions. L'essai de turbidité est employé pour indiquer la qualité de matière colloïdale. La turbidité dépend de la concentration des eaux d'égout ou des eaux résiduaires. Plus forte est sa concentration, plus grande est sa turbidité[4].

b. La couleur

Une eau pure observée sous une lumière transmise sur une profondeur de plusieurs mètres émet une couleur bleu clair car les longueurs d'ondes courtes sont peu absorbées alors que les grandes longueurs d'onde (rouge) sont absorbées très rapidement.

La coloration d'une eau est dite vraie ou réelle lorsqu'elle est due aux seules substances en solution. Elle est dite apparente quand les substances en suspension y ajoutent leur propre coloration.

I.3.3 Paramètres chimiques :

a. Potentiel d'hydrogène (pH)

L'acidité, la neutralité ou l'alcalinité d'une solution aqueuse peut s'exprimer par la concentration en H_3O^+ (notée H^+ pour simplifier). De manière à faciliter cette expression ; on utilise le logarithme décimal de l'inverse de la concentration en ion H^+ : c'est le pH [6].

b. La conductivité

La mesure de la conductivité permet d'évaluer rapidement mais très approximativement la minéralisation globale de l'eau et d'en suivre l'évolution. Sa mesure est indispensable dans le cas d'une réutilisation des eaux usées en irrigation [6].

c. La demande biochimique en oxygène (DBO5)

La demande biochimique en oxygène (DBO) est une expression pour indiquer la quantité d'oxygène qui est utilisée pour la destruction de matières organiques décomposables par des processus biochimiques. La détermination de la DBO sert à évaluer la concentration des polluants organiques dans les entrées et sorties de station d'épuration biologique, c'est-à-dire à mesurer le rendement[5].

d. La demande chimique en oxygène (DCO)

La DCO permet d'apprécier la concentration en matières organiques ou minérales, dissoutes ou en suspension dans l'eau, au travers de la quantité d'oxygène nécessaire à leur oxydation chimique totale. Ainsi, par la mesure de la DCO, on pourra évaluer la charge polluante d'une eau usée en matières organiques avant et après un traitement physique, chimique ou biologique afin de contrôler le fonctionnement d'une STEP et l'activité des microorganismes [5].

e. L'oxygène dissous

L'oxygène est toujours présent dans l'eau. Sa solubilité est en fonction de la pression partielle dans l'atmosphère et de la salinité. La teneur de l'oxygène dans l'eau dépasse rarement 10 mg/l. Elle est en fonction de l'origine de l'eau ; l'eau usée domestique peut contenir de 2 à 8 mg/l [1].

f. Les teneurs en azote et en phosphore

Sont également des paramètres très importants, à cause des problèmes d'eutrophisation, Cette fragilité du milieu naturel a été prise en compte par la réglementation avec la notion de "zones sensibles".

I.3.4 Paramètres bactériologiques et microbiologiques

L'analyse de la composition de l'échantillon d'eau en ce qui concerne la présence de flore aérobie mésophile totale, de coliformes totaux, de coliformes fécaux, de staphylocoques, de streptocoques, de salmonelles, de shigelles et de bactéries sulfito-réductrices, ainsi que de certains pathogènes, peut fournir des informations essentielles sur les risques potentiels associés à l'utilisation de certaines sources d'eau [7].

- ✓ Les virus : Les virus sont des parasites intracellulaires qui ne peuvent se multiplier que dans une cellule hôte.
- ✓ Bactéries : Les bactéries sont des organismes unicellulaires simples et sans noyau. Une minorité de ces bactéries sont régulièrement pathogène dont les plus connus sont:
Les coliformes, les streptocoques fécaux, Les bactéries sulfito-réductrices.
- ✓ Protozoaires : Les protozoaires sont des organismes unicellulaires, plus complexes et plus gros que les bactéries. La plupart des protozoaires pathogènes sont des organismes parasites. Certains protozoaires adoptent au cours de leur cycle de vie une forme de Kyste. Cette forme peut résister généralement aux procédés de traitement des eaux usées.
- ✓ Helminthes : Ce sont des vers multicellulaires tout comme les protozoaires ce sont majoritairement des organismes parasites. Les œufs d'helminthes sont très résistants et peuvent notamment survivre plusieurs semaines voire plusieurs mois sur les sols ou les plantes cultivées [7].

I.4 Procédés de traitement des eaux usées dans une station d'épuration :

L'épuration des eaux usées est essentielle pour préserver la santé publique et l'environnement, ces eaux peuvent être épurées par divers procédés qui reposent sur des processus physiques, chimiques et biologiques. Généralement, une station d'épuration des eaux usées comprend les étapes suivantes :

1-Collecte des eaux usées : Les eaux usées provenant des ménages, des industries et des zones urbaines sont collectées via un réseau de canalisations et dirigées vers une station d'épuration.

2-Prétraitement : vise à éliminer les éléments solides et les contaminants grossiers présents dans les eaux usées avant qu'elles ne subissent des traitements plus approfondis, et protéger les équipements de traitement.

3-Traitement Primaire : vise principalement à éliminer les solides en suspension et une partie des matières organiques, contribue à réduire les odeurs désagréables associées aux eaux usées, tout en diminuant le risque de propagation de maladies d'origine hydrique.

CHAPITRE I : GENERALITES SUR LES EAUX USEES

4-Traitement secondaire :constitue une étape essentielle dans l'épuration des eaux usées en éliminant les polluants organiques, les nutriments et les agents pathogènes restants, et en préparant les eaux pour le traitement tertiaire.

5- Traitement tertiaire : éliminer les éléments nutritifs (s'ils ne sont pas éliminés à l'étape du traitement secondaire), les organismes pathogènes, les composés non biodégradables, les métaux lourds, les solides dissous inorganiques restants et les solides en suspension

6-Traitement des boues :vise à réduire leur volume, à stabiliser leur composition, à éliminer les agents pathogènes et à les préparer pour une élimination ou une réutilisation sûre et efficace, contribuant ainsi à la durabilité et à l'efficacité globale des installations d'épuration des eaux usées.

La figure ci-dessous montre le schéma de principe utilisé pour l'épuration des eaux :



Figure I.1 : Le schéma de fonctionnement d'une station d'épuration (google).

Conclusion :

En résumé, les eaux usées représentent un mélange complexe de polluants d'origine domestique, industrielle et parfois agricole. Leur compréhension est essentielle pour concevoir des systèmes de traitement adaptés et protéger à la fois la santé publique et l'environnement. Ce chapitre a permis de poser les bases nécessaires pour aborder les traitements plus spécifiques et les techniques de réutilisation dans les chapitres suivants.

***CHAPITRE II : LA REUTILISATION
DES EAUX USEES.***

Introduction :

La réutilisation de l'eau est une action volontaire et planifiée ayant pour objectif de produire des quantités supplémentaires d'eau pour divers usages, dans le but de compenser les déficits en ressources hydriques. Cette pratique est essentielle pour répondre aux besoins en eau croissants dans de nombreuses régions confrontées à des problèmes de pénurie d'eau ou de stress hydrique, en maximisant l'utilisation des ressources en eau disponibles.

L'utilisation subséquente des 'eaux de seconde main' pour des finalités différentes de celles de leur usage initial, à travers des démarches délibérées, est connue sous le terme de 'réutilisation des eaux'.

Cette pratique peut se diviser en deux catégories distinctes :

- La réutilisation directe implique la mise en œuvre immédiate des eaux précédemment utilisées, après leur traitement, sans leur transfert ni leur dilution dans l'environnement naturel.
- Quant à la réutilisation indirecte, elle consiste à utiliser les eaux déjà employées sous une forme diluée, après leur évacuation et leur mélange avec l'environnement naturel.

Il convient de noter que la définition stricte de la réutilisation exclut le recyclage.

Dans ce contexte, le recyclage fait référence à l'utilisation interne des eaux dans un processus de production, dans le but de prévenir la pollution et de préserver les ressources en eau. Le recyclage est donc principalement associé à l'utilisation initiale des eaux[8].

II.1 La réutilisation des eaux usées dans le monde :

La réutilisation des eaux usées épurées est une pratique largement répandue dans les régions du monde souffrant des pénuries d'eau. Elle est particulièrement développée aux États-Unis, au Mexique, dans plusieurs pays d'Amérique du Sud, en Australie, en Afrique du Sud, au Japon, en Chine et dans les pays du Golfe persique.

Certains pays se fixent pour objectif de satisfaire entre 10% et 60% de leur demande en eau grâce à cette ressource alternative d'ici les 5 à 10 prochaines années.

Selon Lazarova et al. (2013), au cours des dix dernières années, la réutilisation des eaux usées a connu une croissance annuelle de l'ordre 10% à 29% en Europe, aux États-Unis, en Chine, et jusqu'à 41% en Australie. Cependant, seule une petite partie des eaux usées dans le monde, soit environ 5%, est actuellement réutilisée, représentant un volume total de 7,1 milliards de mètres cubes par an, soit 0,18% de la demande mondiale en eau.

La région méditerranéenne est l'une des zones où la réutilisation agricole des EUE est de plus en plus répandue. Par exemple, elle est largement pratiquée en Palestine, en Tunisie et en Espagne [9].

II.2 La réutilisation des eaux usées en Algérie :

L'Algérie dispose de 200 stations d'épuration des eaux usées d'une capacité de production de 500 millions m³/an, Les capacités de production de ces stations devraient atteindre 1 milliard m³/an à l'horizon 2032, ajoute le ministre qui précise que son secteur s'emploie à réutiliser les eaux usées épurées pour l'irrigation de 24.000 hectares de terres agricoles et atteindre, à L'Algérie est un pays au climat essentiellement aride à semi-aride où les précipitations sont faibles et irrégulières et les ressources hydriques très limitées [10].

l'horizon 2030, quelque 400.000 hectares, dont 16.000 hectares dans les Hauts-Plateaux.

La réutilisation des eaux usées épurées fait partie des eaux non conventionnelles qui ne dépendent pas des pluies et peuvent contribuer à la sécurité hydrique[15].

Tableau II.1: Répartition des stations de traitement et d'épuration des eaux par région hydrographique [15].

Région	Exploitation	Construction		Réhabilitation	Total
		Station et de traitement des eaux	d'épuration Lagunage		
Oranie-Chott-Chergui	4	1	2	7	14
Chelif-Zahres	0	0		1	1
Algerois-Hodna-Soummam	7	1		10	18
Constantinois-Medjerda- Mellegue	4	0		6	10
Sud	0	0		2	2
Total	15	4		26	45

II.3 Les principales utilisations des eaux usées épurées :

Selon ; (Touil et al ,2021) la stratégie nationale du développement durable en Algérie se matérialise particulièrement à travers un plan stratégique qui réunit trois dimensions à savoir : Sociale, Economique et Environnementale ∞ Les principales utilisations des eaux usées épurées sont :

Utilisations agricoles :

- ✓ L'irrigation- la plus répandue, permettant d'exploiter la matière fertilisante contenue dans ces eaux réalisant ainsi une économie d'engrais.
- ✓ Utilisations Municipales en zone urbaine : arrosage des espaces verts, lavage des rues, alimentation de plans d'eau, lutte contre les incendies, l'arrosage des terrains de golf, des chantiers de travaux publics, arrosage pour compactage des couches de base des routes et autoroutes.
- ✓ Utilisations industrielles : refroidissement, construction, papeteries, industries textiles, etc.
- ✓ Production d'eaux potables
- ✓ Amélioration des ressources : recharge des nappes pour la lutte contre les rabattements des nappes et la protection contre l'intrusion des biseaux salés en bord de mer [11].

II.4 Les avantages et les inconvénients de la réutilisation des eaux usées :

II.4.1 les avantages :

- **Conservation des ressources en eau** :La réutilisation des eaux usées épurées est reconnue comme une stratégie efficace pour la conservation des ressources en eau, en particulier dans les régions confrontées à des pénuries d'eau.
- **Sécurité hydrique** :La réutilisation des eaux usées épurées peut jouer un rôle crucial dans la garantie de la sécurité hydrique, surtout dans les régions arides ou sujettes à des sécheresses.
- **Réduction de la pollution** :Le traitement des eaux usées épurées avant leur réutilisation permet d'éliminer une grande partie des contaminants, contribuant ainsi à la réduction de la pollution de l'environnement.

CHAPITRE II : LA REUTILISATION DES EAUX USEES.

- **Réduction des coûts :**La réutilisation des eaux usées épurées pour des usages non potables peut permettre des économies significatives en réduisant la dépendance à l'égard de l'eau potable pour ces besoins.

II.4.2 Les inconvénients :

- **Risque pour la santé humaine :**Malgré le traitement, les eaux usées épurées peuvent encore contenir des agents pathogènes et des produits chimiques potentiellement nocifs, posant ainsi des risques pour la santé humaine si elles sont mal gérées ou utilisées de manière inappropriée.
- **Impact environnemental :**L'utilisation excessive d'eaux usées épurées peut avoir des répercussions sur la qualité de l'eau et du sol, ainsi que sur la santé des écosystèmes aquatiques et terrestres.
- **Risque de contamination croisée :**Une mauvaise gestion des systèmes de traitement et de distribution peut entraîner une contamination croisée entre les eaux usées épurées et l'eau potable, ce qui constitue un risque potentiel pour la santé publique.
- **Perception sociale négative :**Dans certaines régions, la réutilisation des eaux usées épurées peut être mal perçue par le public en raison de préoccupations concernant la sécurité sanitaire et la qualité de l'eau, ce qui peut entraîner une opposition à ces pratiques.

II.5 L'irrigation agricole par les eaux usées épurées :

Le terme « irrigation » a été défini comme « l'application d'eau complémentaire à celle fournie directement par les précipitations naturelles pour la production agricole ».

Les eaux usées sont utilisées pour irriguer les terres en raison de la forte demande en eau, de la disponibilité des eaux usées, de l'augmentation de la productivité que les nutriments ajoutés et de la matière organique apportée et de la possibilité de semer toute l'année. Les eaux usées sont utilisées pour irriguer sous des nombreuses formes. Il peut être utilisé comme traité (eau récupérée) ou non traité (eaux usées brutes).

II.5.1 Critères de qualité des eaux usées pour l'irrigation

La qualité de l'eau utilisée pour l'irrigation est un paramètre essentiel pour le rendement des cultures, le maintien de la productivité du sol et la protection de l'environnement. Ainsi, les propriétés physiques et chimiques du sol, telles que sa structure (stabilité des agrégats) et sa perméabilité, sont très sensibles au type d'ions potentiellement échangeables présents dans les eaux d'irrigation [16].

Salinité : Dans la plupart des pays, l'eau utilisée pour l'approvisionnement des collectivités est celle ayant la meilleure qualité disponible et elle est habituellement de faible salinité. Cependant, en conditions de pénurie en eau, la salinité peut être un problème.

Alcalinité : L'augmentation de l'alcalinité du sol, qui peut se produire avec l'eau usée traitée en cas de concentration élevée en Na, réduit la perméabilité du sol, particulièrement en surface, même si le lessivage a lieu.

II.5.2 Les normes de l'OMS :

(Organisation Mondiale de la Santé) : Dans plusieurs pays, des normes de rejet ont été établies afin d'atténuer les impacts négatifs de rejet des eaux usées épurées dans les milieux récepteurs, et d'éviter de causer des problèmes environnementaux. Une norme est fixée par une loi, une directive, un décret de loi. Les normes internationales selon l'organisation mondiale de la santé pour les eaux usées sont représentées dans le tableau suivant :

Tableau II.2:Normes de rejets internationales [12].

Paramètres	Unité	Normes utilisées (OMS)
pH	-	6,5-8,5
DBO ₅	mg/l	<30
DCO	mg/l	<90
MES	mg/l	<20
NH ₄ ⁺	mg/l	<0,5
NO ₂	mg/l	1
NO ₃	mg/l	<1

CHAPITRE II : LA REUTILISATION DES EAUX USEES.

P₂O₅	mg/l	<2
T	°C	<30

II.5.4 Les normes de qualité des eaux usées en Algérie destinées à l'irrigation

Les normes de qualité des eaux usées destinées à l'irrigation en Algérie sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau II.3 : Les normes d'irrigation en Algérie pour les eaux usées épurées[13]

Paramètres	Unité	Valeur limitée maximale
Température	°C	30
pH	-	6.5-8.5
MES	mg/l	30
CE	ds/m	3
SAR	meq/l	15
DBO ₅	mg/l	30
DCO	mg/l	90
Chlorure	meq/l	10
Bicarbonate (HCO ₃ ⁻)	meq/l	8.5
Azote ammoniacal	mg/l	3
Phosphore	mg/l	2

II.5.5 Liste des cultures pouvant être irriguées avec des eaux usées épurées

Le choix des cultures à mettre en place est une condition nécessaire à la réussite de la réutilisation des eaux usées traitées. Le choix des cultures dans l'espace (assolement) et dans le temps (rotation) doit tenir compte des besoins de la population locale et des techniques d'amélioration du sol. Le système de culture permet de choisir les cultures les mieux adaptées à la qualité de l'eau et aux spécificités régionales. En effet, l'irrigation, avec des eaux usées épurées des cultures maraîchères dont les produits sont consommés crus est interdite. Les parcelles destinées à être irriguées avec des eaux usées épurées ne doivent porter aucune culture, autre que celles figurant sur la liste indiquée dans le tableau ci-dessous. Les parcelles irriguées, au moyen des eaux usées épurées, doivent être éloignées de plus de 100 mètres des

CHAPITRE II : LA REUTILISATION DES EAUX USEES.

routes, des habitations, des puits de surface et autres ouvrages destinés à l'alimentation en eau potable. Tout raccordement avec une canalisation transportant de l'eau potable est interdit.

Tableau II.4: Liste des cultures pouvant être irriguées avec des eaux usées épurées[14].

Groupes de cultures Pouvant être Irriguées avec des eaux usées Épurées	Liste des cultures
Arbres fruitiers (*)	Dattiers, vigne, pomme, pêche, poire, abricot, nêfle, cerise, prune, nectarine, grenade, figue, rhubarbe, arachides, noix, olive.
Agrumes	Pamplemousse, citron, orange, mandarine, tangerine, lime, clémentine.
Cultures fourragères (**)	Bersim, maïs, sorgho fourragers, vesce et luzerne.
Culture industrielles	Tomate industrielle, haricot à rames, petit pois à rames, betterave sucrière, coton, tabac, lin.
Cultures céréalières	Blé, orge, triticales et avoine.
Cultures de production de semences	Pomme de terre, haricot et petit pois.
Arbustes fourragers	Acacia et atriplex.
Plantes florales à sécher	Rosier, iris, jasmin, marjolaine et romarin.

Conclusion :

La réutilisation des eaux usées épurées est considérée comme une méthode de réduire les pénuries d'eau, en particulier dans l'activité agricole. L'organisation mondiale de la santé et la République algérienne a adopté des règles pour réutilisation les eaux usées notamment en agriculture pour une protection de l'environnement et en même temps assurer la sécurité des consommateurs.

***CHAPITRE III : PRESENTATION DE
LA ZONE D`ETUDE***

Introduction :

Les stations d'épuration assurent la dépollution des eaux usées domestiques grâce à des traitements mécaniques, biologiques et physico-chimiques. Après l'élimination des déchets grossiers (dégrillage, dessablage, dégraissage), des micro-organismes et différents procédés permettent d'éliminer les polluants restants.

Dans ce chapitre, nous présentons la station d'épuration de Mazouna, en décrivant **son** emplacement, ainsi que les principaux ouvrages qui la composent et leurs caractéristiques. Cette présentation permet de comprendre le rôle de la STEP de Mazouna dans la protection de l'environnement et l'amélioration de la qualité des eaux rejetées, un enjeu important pour la région.

III.1 Présentation de la zone d'étude Mazouna :

III.1.1 Situation géographique :

Mazouna est une Daira de la wilaya de Relizane. Elle est composée de deux communes (Mazouna et El Guettar), c'est la plus petite daïra à l'échelle de la wilaya.

Elle s'étend sur une surface de 96,36 km², dont le chef-lieu de la commune Mazouna s'étend sur une superficie de 41.90 km², soit 43.48% de la superficie total de la daïra.

La ville de Mazouna est située au centre des monts du Dahra. Notant que cette commune est la première capitale du beylik de l'Ouest Algérien.

Elle est située au Nord de la wilaya de Relizane sur altitude de 300 mètres, Elle est délimitée :

-Au Nord par : Sidi M'hamed Ben Ali

-Au Sud par : Ouarizane

-A l'Est par : Ain Merane

-A l'Ouest par : El Guettar

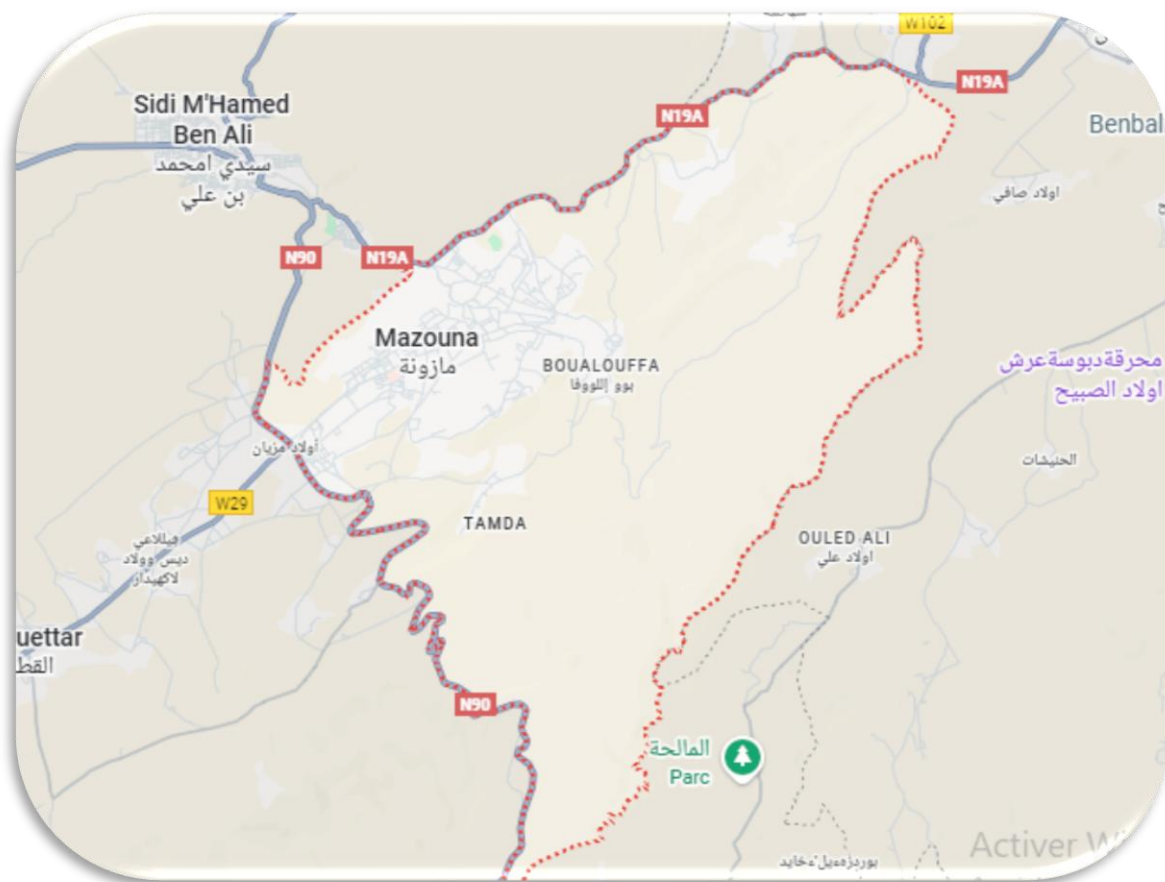


Figure III.2 : Situation géographique de Mazouna (google).

III.1.2 Situation démographique :

Selon la Monographie de la wilaya de Relizane, la population de la wilaya est de **998 518 habitants** au 31/12/2021, Dans cette même monographie, la commune de **Mazouna** compte **52 572 habitants** en 2021 [17].

III.1.3 Situation climatique :

III.1.3.1 Le climat :

Le climat de MAZOUNA est de type semi-aride caractérisée une moyenne influence marine à cause de sa position sur la montagne DAHRA. Située au nord qui empêche une influence marine déterminante sur région.

CHAPITRE III : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

III.1.3.2 Température :

La région de Mazouna se caractérise par un climat méditerranéen, avec des températures élevées en été et modérées à basses en hiver.

Les valeurs montrent une augmentation progressive de la température à partir du printemps, atteignant un maximum en été, puis une diminution en automne et en hiver.

III.1.3.3 Précipitation :

Les précipitations sont irrégulières et se concentrent principalement durant la période hivernale, avec des valeurs élevées en janvier, février et mars. En revanche, elles deviennent très faibles, voire nulles, pendant l'été, traduisant un climat sec en saison estivale.

III.1.3.4 Vents :

Les vents dominants sont de l'Ouest en hiver et Nord-Est en été. Le vent de sud (sirocco) est toujours sec et chaud .il souffle sur la région du mois de Mai au mois de Septembre.

III.1.3.5 Humidité relative :

Le climat dans la commune est presque sec à forte variation annuelle, la sécheresse est particulièrement grande du mois de juin au mois de septembre surtout aux heures chaudes de la journée.

III.1.4 Topographie :

Mazouna se situe dans la partie occidentale de la montagne DAHRA. Les terrains de la région présentent une moyenne pente (2 à 5%) d'orientation Ouest-est.

III.1.5 Sismicité de la région :

La ville de Mazouna est située dans une zone où la tectonique est encore active.

Le site de travail est classé en zone IIb ainsi toute construction est assujettie aux respects des règles parasismiques.

CHAPITRE III : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

III.1.6 La géologie :

La géologie de la zone étudiée appartient au domaine de l'atlas tellien qui est caractérisé par trois grands ensembles dont la répartition conditionne les principaux aspects morphologiques de la région. :

- formation du quaternaire Alluvions
- formation du miocène Couverture
- formation du Crétacé Substratum

III.2 Présentation de la step de Mazouna :

III.2.1 Localisation du step de Mazouna :

Le site de la STEP est situé au Sud-Est de la commune de Mazouna distant de 1100 ml de la route reliant au centre ville de Mazouna et Bouhalloufa.

Elle est délimitée :

- A l'Est Oued bouhalloufa,
- Au Nord par l'agglomération de Bouhalloufa, et Mazouna,
- A l'Ouest par le massif montagneux et douar Kouacem,
- Au sud- Ouest par Koudièt Zemmour et Ouled kheira.

Elle est implantée sur un site dite Ain Beza à proximité d'un Massif montagneux.

Elle est actuellement opérationnelle dériégée au service régional de L'ONA de Chelif.



Figure III.3 : Localisation de la STEP.

III.2.2 Superficie :

Elle occupe une superficie près de 2 ha

III.2.3 Historique :

Les travaux de réalisation de la STEP ont été lancés à la fin de l'année 2010, d'après la direction de l'hydraulique de la wilaya avec une enveloppe de plus de 556 millions de dinars pour sa construction.

III.2.4 L'objectif de la STEP :

Ce projet permettrait de rapporter un plus pour l'environnement en :

Protégeant les eaux de l'oued ouarizan contre la pollution des EU non traitées.

Sauvegardant la nappe phréatique contre à l'infiltration des EU.

III.2.5 Type de procédé d'épuration:

La STEP est du type biologique à boues activées à faible charge.

CHAPITRE III : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

Elle est entièrement automatisée de façon à fonctionner 24 h / 24 h et 7 jrs / 7 jrs avec une présence d'une équipe complète 8h/j et pendant 5 jours / semaine

III.2.6 L'origine des effluents à traiter :

La station d'épuration de Mazouna prend en charge l'ensemble des eaux usées des communes de Mazouna et d'El Guettar, assurant ainsi leur traitement avant rejet ou utilisation.

Le réseau d'assainissement des communes est du type unitaire composé de cinq rejets d'eau d'origine domestique qui déversent au niveau de la STEP de Mazouna. Les principaux rejets recensés au cours de notre mission de reconnaissance en présence des services technique de la subdivision de l'hydraulique de Mazouna sont :

- **Rejet el gordjem (ancienne ville de Mazouna)**
- **Rejet Bouhaloufa**
- **Rejet Tamda**
- **02 Rejets à faible débit quartier Tisserte**
- **Rejet El Guettar**

III.2.7 Capacité de traitement :

La station d'épuration de Mazouna a été dimensionnée selon l'horizon 2040 dont la capacité de traitement est de l'ordre de 5805 m³/j à l'entrée de la STEP.

Le choix de l'horizon 2040 est justifié par la durée de vie des équipements de la station d'épuration ainsi que par l'augmentation progressive des débits à traiter liée à l'évolution démographique.

Tableau III.5 : Capacité de traitement.

Volume de traitement	Capacité de traitement actuelle (2021)	Capacité de traitement à l'horizon (2040)
Volume journalier maximum a l'entrée de la STEP m³/j	3 628	5805
Volume journalier maximum à la sortie de la STEP (épurée) en m³/j	3 447	5515

CHAPITRE III : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

Volume journalier maximum à la sortie de la STEP (épurée) en m³/an	1 258 155	2013048
Volume journalier maximum à la sortie de la STEP (épurée) en m³ durant un cycle végétatif de 08 mois	838 770.00	1342032.00

N.B:

Le volume maximal des eaux épurées rejetées à Oued Ouarizane est de l'ordre 3 447 m³/j enregistré au mois d'Avril 2021(source : ONA MAZOUNA).

Le volume des eaux épurées à l'horizon d'étude est de l'ordre de 5 515 m³/j.

La diminution du débit en sortie de la station d'épuration s'explique par l'extraction des boues produites au cours des différents procédés de traitement.



Figure III.4 : La STEP de Mazouna.

III.2.8 Les différents équipements de la STEP :

D'après mes visites de la station, voici un aperçu général de l'organisation et du fonctionnement des ouvrages avant d'entrer dans le détail de chaque étape de traitement.

Lastep de Mazouna est constituée de plusieurs ouvrages et équipements :

CHAPITRE III : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

III.2.8.1 Filière de traitement des eaux :

Ces installations sont destinées aux traitements des eaux usées de la step échainées suivant les étapes de traitement suivant :

1. Station de relevage :

La station de relevage sert à remonter les eaux usées lorsque l'écoulement gravitaire n'est pas possible. Grâce à ses pompes, elle permet d'acheminer les eaux vers la station d'épuration et d'assurer la continuité du réseau d'assainissement.

Tableau III.6 : Les caractéristiques de station de relevage.

Nombre d'ouvrage	01
Dimensionnement du poste de relevage	6,00m*6,00m
Nbre de pompe	4 et 01 de secours (Puissance:11kW, débit :8.42l/s)
Diamètre de canalisation de refoulement	400 – PEHD
Largeur de canal	800 mm
Profondeur du canal	3450 mm
Largeur de grille: l	500 mm



Figure III.5 : Station de relevage

2.Pretraitement :

Après leur arrivée à la station d'épuration, les eaux brutes sont soumises à plusieurs opérations mécaniques et physiques. L'objectif de ces étapes est de retirer les éléments dont la nature ou

CHAPITRE III : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

la taille pourrait poser problème pour les traitements suivants. Ces opérations incluent le dégrillage, le déshuilage et le dégraissage, permettant ainsi de protéger les équipements et d'assurer un traitement plus efficace des eaux.



Figure III.6 : Poste de prétraitement

2.1 Dégrilleur

automatique :

La STEP de Mazouna dispose de deux dégrilleurs automatiques : un dégrilleur grossier et un dégrilleur fin, avec un espacement des barreaux respectivement de 40 mm et 10 mm, assurant la séparation des déchets volumineux et des particules plus fines avant les traitements suivants.

Tableau III.7 : les caractéristiques de Dégrilleur.

Dégrilleur grossier:	
Espacement des barreaux	40 mm
Largeur de canal	800 mm
Profondeur du canal	3450 mm
Dégrilleur fin :	
Espacement des barreaux	10 mm
Largeur de grille :l	500 mm



Figure III.7 : Dégrilleur.

2.2 Dessableur - Dégraisseur :

Deux ouvrages combinés de dessableur et dégrilleur assurent l'élimination des sables et des déchets grossiers de l'eau, avec une vitesse ascensionnelle de 15 m/h et un temps de passage de 23,1 minutes, protégeant efficacement les équipements et préparant l'eau pour le traitement biologique.

Tableau III.8 : Les caractéristiques de dessableur – dégraisseur.

Parameter	Valeur
Nombre d'ouvrage	02
Diamètre	5.60
Hauteur vertical	2.5 m
Surface utile de l'ouvrage	48.93 m ²
Volume utile de l'ouvrage	122.3 m ³
Vitesse ascensionnelle	15 m/h
Puissance aérateur	0.12 kw
Temp de passage	23.1 mn



Figure III.8 : Déchets sortants de déssableur-dégraisseur

3. Traitement Primaire :

Etant donnée que la STEP est dotée d'un procédé à boues activés à faible charge, il s'ajoute à cela un dégrillage fin, il ne serait donc pas indispensable de réaliser l'étape de décantation. En effet la STEP ne dispose pas de décanteur primaire.

4. Traitement biologique :

4.1 Bassin biologique :

Dans le traitement biologique, deux bassins rectangulaires de 40 m de long, 14 m de large et 4,5 m de hauteur, chacun ayant un volume de 2520 m³, accueillent l'eau après le prétraitement. À l'intérieur, l'eau est continuellement mélangée avec les boues activées grâce aux aérateurs, ce qui favorise l'oxydation de la matière organique et la réduction de la DBO. Ce mouvement permet également la nitrification et la dénitrification, transformant l'ammonium en nitrates puis en azote gazeux qui est dégagé. Les boues biologiques restent en suspension pour maximiser le contact avec l'eau, assurant ainsi un traitement efficace avant que l'eau clarifiée ne passe au décanteur secondaire pour la séparation finale des boues.

Tableau III.9 : Les caractéristiques de bassin biologique.

Nombre des bassins	02
Longueur	40 m
Largeur	14 m
Hauteur d'eau	4.50 m

Volume du bassin	2520 m ³
-------------------------	---------------------



Figure III.9 : Bassin biologique

4.2 Bassin d'aération :

Dans le bassin d'aération, d'un volume total de 5040 m³, l'eau est intensivement mélangée grâce à quatre agitateurs par bassin, chacun d'une puissance de 3,2 kW, tandis que huit aérateurs de 30 kW chacun assurent une oxygénation optimale. Ce brassage constant maintient les boues activées en suspension et favorise le contact avec l'eau, permettant une oxydation efficace de la matière organique, la nitrification et la dénitrification. L'agitation et l'apport d'oxygène garantissent ainsi un traitement biologique homogène avant la séparation des boues dans le décanteur secondaire.

Tableau III.10 : Les caractéristiques de bassin d'aération.

Volume total du bassin d'aération	5040 m ³
Nombre d'agitateur par bassin	04
Puissance théorique des agitateurs	3.2 Kw
Nombre d'aérateurs par bassin	8
Puissance théorique de chaque aérateur	30 KW

4.3 Dégazeur :

Le dégazeur, au nombre de deux ouvrages, traite un débit maximum de 458,8 m³/h par file sur une surface utile de 5,7 m². Il permet d'éliminer les gaz dissous et les bulles présentes dans l'eau après l'aération, assurant ainsi que l'eau clarifiée puisse passer au décanteur secondaire dans des conditions optimales pour la séparation des boues.

Tableau III.11 : Les caractéristiques de dégazeur.

Nombre d'ouvrage	02
Débit maximum par file	458.8 m ³ /h
Surface utile	5.7 m ²

4.4 Clarificateur :

Le clarificateur cylindro-conique, au nombre de deux ouvrages de 21,6 m de diamètre et d'un volume de 2053 m³ chacun, traite un débit maximal de 375 m³/h avec une vitesse ascensionnelle de 0,6 m/h et une hauteur d'eau de 3 m. L'effluent circule depuis le diffuseur central vers l'anneau extérieur, assurant un débit radial uniforme, tandis que les boues biologiques sont récupérées sur le radier et les eaux clarifiées évacuées par surverse. Cette disposition permet une séparation efficace des boues et prépare l'eau pour la désinfection ou la réutilisation.

Tableau III.12 : Les caractéristiques du clarificateur.

Nombre d'ouvrage	02
Diamètre de l'ouvrage	21.6 m
Débit maxis admis	375 m ³ /h
Vitesse ascensionnelle maxi	0.6 m/h
Hauteur d'eau	3 m
Volume	2053 m ³



Figure III.10 : Clarificateur

5. Traitement tertiaire :

5.1 Bassin de désinfection :

Le bassin de désinfection, d'un seul ouvrage de 18 m de long, 7 m de large et 2,5 m de hauteur d'eau, permet le traitement final de l'eau clarifiée avant sa réutilisation. L'eau y circule lentement, tandis que la pompe doseuse injecte le produit désinfectant à un débit de 50 l/h, assurant l'élimination des micro-organismes pathogènes et garantissant la sécurité sanitaire de l'eau.

Tableau III.13 : Les caractéristiques du bassin de désinfection.

Nombre d'ouvrage	01
Longueur	18 m
Largeur	7 m
Hauteur d'eau	2.5 m
Hauteu de parois	3.00
Débit/pompe doseuse	50 l/hr

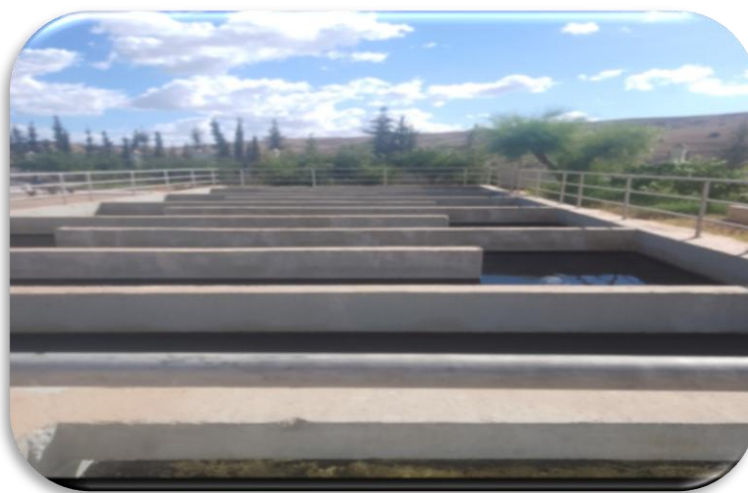


Figure III.11 : Bassin de désinfection.

III.2.8.2 Filière de traitement des boues :

1. Puits à boues :

En sortie du clarificateur, les boues sont dirigées vers le puits à boues, équipé de trois pompes de recirculation et deux pompes supplémentaires pour gérer l'excès. Avec un débit horaire de 367 m³/h et un taux de recirculation moyen de 150 %, le puits permet de redistribuer une partie des boues vers le bassin d'oxydation via la zone de contact, tandis que le reste est envoyé vers l'épaississeur, assurant un traitement efficace et continu des boues.

Tableau III.14 : Les caractéristiques de puits à boue.

Nombre d'ouvrage	01
Taux de recirculation moyen des boues	150%
Débit horaire	367 m ³ /h
Nombres de pompes de recirculation	03 pompes
Nombres de pompes en excès	02 pompes



Figure III.12 : Puits a boues.

2. Épaississeur des boues :

L'épaississeur cylindro-conique reçoit les boues provenant du puits à boues et permet leur stabilisation avant la suite du traitement. Avec un diamètre de 5,8 m, une hauteur de 3,7 m et un volume journalier de 98 m³, il réduit le volume des boues tout en évitant la surcharge des lits de séchage. Le temps de séjour des boues ne dépasse pas 24 heures, et les eaux surnageantes sont évacuées grâce à un trop-plein et un dispositif à niveau variable, assurant ainsi un traitement efficace avant la valorisation ou le rejet des boues.

Tableau III.15 : Les caractéristiques d'épaississeur des boues.

Nombre d'ouvrage	01
Diamètre de l'ouvrage	5.8m
Hauteur	3.7 m
Volume/j	98 m ³ /j
Production de boues /j	1726 kg MS/j



Figure III.13 : Epaississeur des boues.

3. Lit de séchage :

La déshydratation mécanique des boues s'effectue sur deux lits de séchage qui reçoivent les boues concentrées provenant de l'épaississeur. Avec une masse journalière de 1816,61 kg MS, une concentration d'entrée de 30 g/l et de sortie de 160 g/l, ces lits permettent de réduire le volume des boues à 84,8 m³/j, pour un volume total de 104,91 m³. Cette étape assure une valorisation optimale des boues tout en facilitant leur manipulation et leur traitement ultérieur.

Tableau III.16 : Les caractéristiques de lit de séchage.

Nombre de lits séchages	02
Masse boues journalière	1816.61 kgMS/j
Concentration entrée	30 g/l
Concentration sortie	160g/l
Volume/j	84.8 m3/j
Volume totale	104.91 m3



Figure III.14 : Lit de séchage.

CHAPITRE III : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

Conclusion

La STEP de Mazouna, située dans la zone de Mazouna, a été présentée dans ce chapitre en détaillant son implantation ainsi que les caractéristiques et le fonctionnement de ses principaux ouvrages. Chaque étape, depuis le prétraitement jusqu'à la déshydratation des boues, contribue à l'oxydation de la matière organique, à la clarification de l'eau et à la gestion efficace des boues. Cette synthèse met en évidence le rôle central de la station dans le traitement des eaux usées, la protection de l'environnement et la sécurité sanitaire. Elle fournit une base solide pour comprendre le fonctionnement global de la STEP et constitue un point de référence pour les analyses techniques et les évaluations détaillées présentées dans les chapitres suivants.

***CHAPITRE IV : DIMENSIONNEMENT
DE L'EXTENSION A L'HORIZON 2040.***

Introduction

Dans ce chapitre, nous avons vérifié le dimensionnement des ouvrages de traitement des eaux usées, des démarches essentielles pour assurer le respect des normes environnementales en vigueur. Le travail débute par l'estimation des débits d'eaux usées domestiques, en s'appuyant sur les données démographiques ainsi que sur les habitudes de consommation d'eau (dotation). Cette étape préliminaire permet de déterminer la charge hydraulique que la station d'épuration doit prendre en charge.

Par la suite, cette évaluation sert de base à la conception et à la vérification des procédés de traitement, notamment par le calcul des rendements épuratoires, en tenant compte des paramètres physico-chimiques et biologiques influençant la qualité des eaux traitées. Enfin, le dimensionnement des différents ouvrages de la STEP est présenté, accompagné de l'intégration d'un traitement tertiaire, afin de satisfaire les exigences relatives aux normes de rejet et de réutilisation.

IV.1 Evaluation de population :

La station d'épuration de Mazouna a pour mission le traitement des eaux usées générées par les communes de Mazouna et d'El Guettar. Afin d'estimer les débits moyens futurs, il est nécessaire d'évaluer la population actuelle ainsi que son évolution prévisionnelle à l'horizon 2040. Cette estimation repose sur l'application de la formule de croissance démographique suivante :

$$P_H = P_0(1 + \tau)^n \text{ (IV.1)}$$

Tel que :

P_H : population projetée à l'horizon d'étude.

P_0 : population de référence (2021).

τ : Taux d'accroissement.

n : période de saturation du projet.

Avec un taux d'accroissement de 1,5 % pour la daïra de Mazouna, Les résultats sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau IV.17: Projection de la population de la zone d'étude pour les années 2025 et 2040.

Daira	Population 2021	Population 2025	Population 2040
Mazouna	52572	55798	69760

IV.2 Estimation des débits

Débit journalier total

On calcule le débits journalier en utilisant la formule :

$$Q_{dom} = N_{hab} \times Dot(IV.2)$$

Avec :

Q_{dom} : Débit moyen journalier domestique (m³/j).

N_{hab} : Nombre d'habitants.

Dot: Dotation en eau par habitant (L/hab. j), la Dotation fixée à 110 L/hab. j pour les communes.

Les résultats sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau IV.18 : la consommation journalière en eau domestique aux horizons 2025 et 2040.

Horizon	Population 2025	Population 2040
Population (habitants)	55798	69760
Dotation (l/hab. j)	110	110
Consommation journalière (m³/j)	6138	7673

Besoins des équipements :

Pour l'évaluation des besoins en eau des équipements, une approche estimative est adoptée. Les besoins en eau des équipements collectifs sont évalués à 10 % des besoins domestiques. Les eaux parasites, incluant les infiltrations et les raccordements illicites, sont estimées à 10 %, compte tenu de l'état du réseau d'assainissement et des conditions locales.

Ainsi, une majoration globale de 20 % est appliquée aux besoins domestiques afin de tenir compte de l'ensemble de ces contributions :

$$Q_{eq}=0.2*Q_{dom} \text{ (IV.3)}$$

Q_{eq} : Débit équipement.

Q_{dom} : Débit moyen journalier.

Pour l'année actuelle 2025 : $Q_{eq}=1228 \text{ m}^3/\text{j}$

Pour l'horizon 2040 : $Q_{eq}=1535 \text{ m}^3/\text{j}$

Le débit journalier total

$$Q_{Jtotal}=Q_{dom}+Q_{eq} \text{ (IV.4)}$$

Pour l'année actuelle : $Q_{Jtotal}=7366 \text{ m}^3/\text{j}$

Pour l'horizon 2040 : $Q_{Jtotal}=9208 \text{ m}^3/\text{j}$

Débit de rejet

Pour calculer le débit de rejet on considère que 80 % de l'eau consommée est rejetée sous forme d'eaux usées. La formule utilisée est la suivante :

$$Q_{rej} = Q_{Jtotal} \times 0.8 \text{ (IV.5)}$$

Pour l'année actuelle 2025 : $Q_{rej}=5893 \text{ m}^3/\text{j}$

Pour l'horizon 2040 : $Q_{rej}=7366,4 \text{ m}^3/\text{j}$

V.3.5 Débit moyen horaire

$$Q_{moy h} = Q_{rej} / 24 \quad \text{ (IV.6)}$$

Pour l'année actuelle 2025 : $Q_{moy h}=245,54 \text{ m}^3/\text{h}$

Pour l'horizon 2040 : $Q_{moy h}=306,9 \text{ m}^3/\text{h}$

Débit moyen horaire diurne

Pour calculer le Débit moyen horaire diurne on utilise la formule suivante qui est une approximation courante dans le domaine de l'assainissement

$$Q_d = Q_j / 16 \quad \text{ (IV.7)}$$

Pour l'année actuelle 2025 : $Q_d=368,31 \text{ m}^3/\text{h}$

Pour l'horizon 2040 : $Q_d=460,4 \text{ m}^3/\text{h}$

V.3.7 Débit de pointe en temps sec

Le débit de pointe en temps sec est déterminé par la formule :

$$Q_{pts} = Q_{rej} \times C_p \text{ (IV.8)}$$

Q_{pts} : débit de point par temps sec.

Q_{rej} : débit moyen journalier des eaux usées rejeté (m^3/j).

C_p : coefficient de pointe.

Pour coefficient de pointe est calculer à partir de débit moyen tel que

Si $Q_{moy} \geq 2.8 \text{ l/s}$

$$C_p = 1,5 + 2,5 / \sqrt{Q_{moy}} \text{ (IV.9)}$$

Si $Q_{moy} < 2.8 \text{ l/s}$

$$C_p = 3$$

Pour l'année actuelle :

$$Q_{moy} = 68,206 \text{ l/s}$$

$$C_p = 1.80$$

$$Q_{pts} = 10607,4 \text{ m}^3/j$$

Pour l'horizon 2040 :

$$Q_{moy} = 85,26 \text{ l/s}$$

$$C_p = 1.77$$

$$Q_{pts} = 13038,5 \text{ m}^3/j$$

V.3.8 Débit de temps de pluie

Le débit de pointe en temps de pluie est donné par la relation suivante:

$$Q_{ptp} = (3 \text{ à } 5) \times Q_{pts} \text{ (IV.10)}$$

Q_{ptp} : Débit de point en temps de pluie ($3 \times Q_{pts}$).

Q_{pts} : Débit de point en temps sec.

Pour l'année actuelle : $Q_{ptp} = 31822,2 \text{ m}^3/j$

Pour l'horizon 2040 : $Q_{ptp} = 39115,5 \text{ m}^3/j$

Les résultats sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau IV.19 : Résumé des débits calculés aux horizons 2025 et 2040.

Horizon	Q_{total} (m³/j)	Q_{rej} (m³/j)	$Q_{moy h}$ (m³/h)	Q_d (m³/h)	C_p	Q_{pts} (m³/j)	Q_{ptp} (m³/j)
2025	7366	5893	245,54	368,31	1.8	10607,4	31822,2
2040	9208	7366,4	306,9	460,4	1.77	13038,5	39115,5

Estimation des charges polluantes :

La charge polluante = $C * Q_j$ (Kg/j) (IV.11)

Tel que : C : concentration de la matière polluante dans l'eau (mg/L)

Q_j : Débit de rejet journalier

D'après les analyses faites dans la station on trouve :

Tableau IV.20: les charges polluantes pour l'horizon 2040.

Paramètre	Unité	Concentration (mg/L)	Charge polluante (kg/j)
MES	mg/l	320	2357
DCO	mg O ₂ /l	690	5082
DBO₅	mg O ₂ /l	500	3683

Calcul de la biodégradabilité : c'est le rapport entre la concentration de DCO et DBO₅ qui sert à déterminer si l'eau est facilement, moyennement ou difficilement biodégradable. On note que les techniques de traitement diffèrent selon ce rapport :

Tel que :

$$\frac{DCO}{DBO_5} < 2 \text{ eau facilement biodégradable}$$

$$2 < \frac{DCO}{DBO_5} < 3 \text{ eau moyennement biodégradable}$$

$$\frac{DCO}{DBO_5} > 3 \text{ difficilement biodégradable.}$$

Dans notre cas : $\frac{DCO}{DBO_5} = 1,38$, donc c'est une eau facilement biodégradable.

IV.3 Dimensionnement des ouvrages hydrauliques de la STEP :

Ouvrages de prétraitement :

Dégrilleur :

Largeur de la grille :

$$L = \frac{S \cdot \sin \theta}{H \cdot (1-a) \cdot c} \quad (\text{IV.12})$$

Tel que :

L : largeur de la grille en (m)

S : Surface de passage de l'effluent (m²)

$$S = \frac{Q_p}{V_e} \quad (\text{IV.13})$$

Q_p : débit max qui passe par la grille donc c'est le débit de pointe en temps sec (m³/s).

V_e : Vitesse d'écoulement à travers la grille , elle est comprise entre 0.6 et 0.9.

θ: Angle d'inclinaison de la grille par rapport à l'horizontal (60° à 80°)

H : Hauteur maximum admissible sur une grille, H max=(0.15 à 1.5 m).

a : coefficient de passage libre donné par l'équation :

$$a = \frac{\text{diametre des barreaux}}{\text{diametre des barreaux} + \text{espacement des barreaux}} \quad (\text{IV.14})$$

Tableau IV.21 : Espacement et épaisseurs des barreaux.

Paramètres	Grilles grossières	Grilles moyennes
d (cm)	2,00	1,00
e (cm)	5 à 10	0.3 à 1

Tel que : d c'est l'espacement et e l'épaisseur

c : coefficient de colmatage 0.1 < c < 0.3 pour grille manuelle et 0.4 < c < 0.5 pour grille automatique.

Tableau IV.22 : données de base de dimensionnement du dégrilleur grossier.

Paramètres	Q _{pts} (m ³ /s)	V(m/s)	θ(°)	H (m)	d (m)	e (m)	a	c
Valeur	0,15	0.6	70	1,5	2	6	0,75	0.25

L = 2,5 m

S= 0,25 m²

Tableau IV.23 : Données de base de dimensionnement du dégrilleur moyen.

Paramètres	Qpts (m ³ /s)	V(m/s)	θ(°)	H (m)	d (m)	e (m)	A	C
Valeur	0.15	0.9	70	1,5	1	2	0,66	0.5

L= 0,64 m

S= 0,17 m²

Calcul des pertes de charge :

Selon Kirschmer :

$$\Delta H = \beta * \left(\frac{d}{e}\right)^{4/3} * \sin \theta * \left(\frac{v^2}{2g}\right) \quad (\text{IV.15})$$

d : diamètre des barreaux (m)

e : espacement entre les barreaux (m)

θ: angle d'inclinaison de la grille par rapport à l'horizontal

β: coefficient qui tient compte de la forme des barreaux.

les valeurs de β sont :

Tableau IV.24 : Valeurs du coefficient β des barreaux.

Forme des barreaux	
Rectangulaire à arrête à angle droit	2.42
Rectangulaires avec face amont circulaire	1.83
Circulaire	1.79

On prend β= 2,42 , Donc on aura :

Pour le dégrilleur grossier :

$$\Delta H = 0.009 \text{ m}$$

Pour le dégrilleur moyen :

$$\Delta H = 0.037 \text{ m}$$

Tableau IV.25 : Résultat du calcul du dégrilleur moyen et grossier.

Paramètres	Unité	Dégrilleur moyen	Dégrilleur grossier
La hauteur max de l'eau H	(m)	1,5	1,5
Epaisseur des barreaux d	(cm)	1	2
Espacement des barreaux e	(cm)	2	6
Largeur de la grille L	(m)	0,64	2,5
Longueur de la grille l	(m)	0.26	0.1
Surface	(m ²)	0,17	0,25
Perte de charge ΔH	(m)	0.037	0.016

À l'issue des calculs de dimensionnement effectués à l'horizon 2040, il ressort que les caractéristiques de l'ouvrage existant ne permettent pas d'assurer le traitement des débits futurs dans des conditions conformes aux exigences hydrauliques. Les paramètres essentiels liés à la section de passage et à l'espacement des barreaux montrent que l'ouvrage actuel présente des limitations face aux besoins projetés.

Par conséquent, l'ouvrage est considéré comme sous-dimensionné, ce qui justifie la nécessité d'un redimensionnement, soit par remplacement de l'équipement existant, soit par l'ajout d'un nouvel ouvrage adapté aux conditions futures de fonctionnement de la station.

Dessablage-Déshuilage :

Le dessablage s'effectue sur des particules de dimensions supérieures à 200 μm. La vitesse de sédimentation se calcule par la loi de Stokes (chute libre). On calcule la section du dessableur de manière que la vitesse de l'eau ne descende pas au-dessous de 0,30 à 0,20 m/s ; on évite ainsi que les matières organiques se déposent en même temps que les sables. Pour la décantation des particules, il faut vérifier cette condition :

$$\frac{L}{H} < \frac{V_e}{V_s} \quad (\text{IV.16})$$

Avec :

Ve : vitesse d'écoulement qui varie entre 0.2 et 0.5 m/s

Vs : vitesse de sédimentation 10 à 15 m/h (temps sec) et (40 à 70 m/h temps de pluie)

H : profondeur du bassin (3 à 5 m)

Ts : temps de séjour (3 à 5 min)

L/H : varie entre 10 et 15.

Tableau IV.26 : Valeurs proposées pour le dimensionnement du dessableur.

Paramètres	Qpts (m ³ /s)	H (m)	Ve (m/s)	Vs (m/s)	L/H	Ts (min)
Valeur	0,15	2,5	0.4	0.00416	10	4

Calcul du volume de l'ouvrage :

$$V = Q_{pts} * T_s \quad (IV.17)$$

$$V = 0.15 * 4 * 60 = 36 \text{ m}^3$$

La surface horizontale Sh :

$$Sh = V/H \quad (IV.18)$$

$$Sh = 36/3 = 12 \text{ m}^2$$

La longueur L:

On suppose que L= 4 m

La largeur B:

$$B = Sh/L = 12/4 = 3 \text{ m}$$

Débit d'air à injecter :

$$Q_{air} = Q_{pts} * V \quad (IV.19)$$

Tel que :

V : volume d'air à injecter varie en 1 à 1.5m³ par m³ d'eau usée.

On prend V = 1.5 m³/m³

$$Q_{air} = 0.225 \text{ m}^3/\text{s}$$

On vérifie la condition:

$$\frac{L}{H} < \frac{V_e}{V_s}$$

10 < 96 vérifiée.

Calcul des quantités des matières éliminées par le dessableur :

Le dessableur élimine 80% de matière minérale présente dans les eaux usées, la matière minérale représente environ 20% environ de la charge en matière en suspension (MES), les 80% restants représentent les matières volatiles en suspension.

$$\text{MES} = 80\% \text{ MVS} + 20\% \text{ MM (IV.20)}$$

$$\text{Mme}=80\%\text{MM} \text{ donc } \text{MMs}=\text{MM}-\text{MMe}$$

$$\text{MESs}=\text{MMs}+\text{MVS}$$

Le pourcentage de MVS (matières volatiles en suspension) est obtenu en calculant le rapport MES /DBO₅ et à l'aide de ce tableau ci- dessous :

Tableau IV.27 : Pourcentage de MVS.

MES/DBO₅	1.5	1.17	1	0.83	0.67
MVS %	60	65	68	70	75

Dans notre cas : MES/DBO₅= 0,64

Par interpolation non linéaire

$$X=0.64 \quad y = 67.326x^{-0.267} \text{ ce qui}$$

donne MVS = 75.84 %

$$\text{MES} = 75.84\% \text{ MVS} + 24,16\% \text{ MM, On a } [\text{MES}] = 2357 \text{ kg/j.}$$

$$\text{La matière minérale totale : } \text{MM} = 0.2416 * 2357 \text{ kg/j} = 569,45 \text{ kg/j}$$

$$\text{MVS} = 0.7584 * 2357 = 1787,54 \text{ kg/j}$$

$$\text{La matière minérale éliminé : } \text{MMe} = 0.8 * 569,45 = 455,56 \text{ kg/j}$$

$$\text{La matière minérale en sortie du dessableur : } \text{MMs} = 569,45 - 455,56 = 113,89 \text{ kg/j}$$

$$\text{La matière en suspension à la sortie du dessableur : } [\text{MES}]_s = [\text{MVS}] + [\text{MM}]_s$$

$$[\text{MES}]_s = 1787,54 + 113,89 = 1901,43 \text{ kg/j}$$

Tableau IV.28 : Résultat de dimensionnement du dessableur-déshuileur.

Paramètre	Unité	Valeur
Temps de séjour	(min)	5
Volume	(m ³)	45
Surface horizontale	(m ²)	15
Hauteur H	(m)	3
Longueur L	(m)	4
Largeur B	(m)	3
Débit d'air à injecter Q air	(m ³ /s)	0.225

À l'issue des calculs de dimensionnement réalisés pour l'horizon 2040, il apparaît que les caractéristiques de l'ouvrage projeté, notamment le volume, la surface horizontale, la hauteur ainsi que les dimensions, permettent de répondre aux besoins futurs de traitement des débits de la station. Les paramètres essentiels, tels que le temps de passage et la vitesse de fonctionnement, sont conformes aux exigences de conception et assurent un traitement efficace des eaux usées.

En revanche, l'ouvrage existant, avec un volume utile de 122,3 m³, une surface de 48,93 m², une hauteur verticale de 2,5 m et une vitesse ascensionnelle de 15 m/h, est insuffisant pour garantir les conditions de fonctionnement projetées à l'horizon 2040.

Par conséquent, il est recommandé de remplacer le dessableur / déshuileur existant par l'ouvrage redimensionné ou d'ajouter un nouvel équipement adapté afin d'assurer un fonctionnement hydraulique et épuratoire optimal de la station.

Traitement biologique :

On passe par un traitement biologique car l'indice de biodégradabilité est < 2.

Le rapport DCO/DBO₅ est utilisé comme index de biodégradabilité des eaux usées on distingue trois cas cités dans le tableau suivant :

Tableau IV.29 : Mode de traitement en fonction du rapport (DCO/DBO₅).

$\frac{DCO}{DBO_5}$	Caractéristiques de l'eau
$\frac{DCO}{DBO_5} < 2$	Facilement biodégradable donc on peut envisager un traitement biologique
$2 < \frac{DCO}{DBO_5} < 3$	L'effluent biodégradable à condition de mettre en place un traitement adéquat (on ajoute des bactéries)
$\frac{DCO}{DBO_5} > 3$	Non biodégradable un traitement physico-chimique s'impose

On opte pour le traitement par boue activées pour ses avantages dont on note :

- Solution chère mais rentable dans la durée
- Moins de matériel à vérifier
- Ecologique.

Calcul du rendement d'élimination R :

Qui correspond aux taux d'élimination de la DBO₅

$$\frac{[DBO_5]_{\text{entrée}} - [DBO_5]_{\text{sortie}}}{[DBO_5]_{\text{entrée}}} * 100 \quad (\text{IV.21})$$

Tel que :

[DBO₅]_{entrée} : correspond à la concentration à l'entrée du bassin.

[DBO₅] : correspond à 30 mg/l. la concentration à la sortie imposée par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) comme norme.

R = **94 %**

Le rendement permet de déterminer le choix du procédé.

Tableau IV.30 : classes du procédé du traitement biologique à boue activée.

Type	Cv (kg DBO ₅ /m ³ *j)	Cm (Kg DBO ₅ /Kg MVS*j)	Temps de séjour (h)	Rendement DBO ₅ (%)
Très faible charge	< 0.3	< 0.1	> 20	> 90
Faible charge	0.3 – 0.7	0.1 – 0.25	8 - 10	> 90
Moyenne charge	0.7 – 1.5	0.25 – 0.50	4 – 6	85
Forte charge	1.5-3	0.5 – 1.5	2 – 4	70 - 80
Très forte charge	> 3	> 1.5	1	70

Le traitement biologique sera à faible charge.

On prend Cv = **0.5 Kg DBO₅/m³*j**

Cm = **0.2 Kg DBO₅ / Kg MVS *j**

Dimensionnement du bassin d'aération :

Calcul du volume du bassin :

$$Cv = \frac{Lo}{V} \quad (\text{IV.22})$$

Tel que :

Cv : La charge volumique en **Kg DBO₅/m³*j**

Lo : la charge en DBO₅ après le prétraitement, autrement [DBO₅]₀ = **3683 Kg DBO₅ / j**.

V : le volume du bassin (m³) Le volume égale :

$$V = 7366 \text{ m}^3$$

On calcule le volume utile : $V_u = V/2 = 3683 \text{ m}^3$ (IV.23)

La hauteur du bassin d'aération est comprise entre 3 et 5 m et longueur/largeur= 1,5.

On prend $H = 5 \text{ m}$ (on prend en compte la revanche)

Calcul de la surface horizontale :

$$Sh = V/H = 1473,2 \text{ m}^2 \text{ (IV.24)}$$

$$\text{Surface horizontale utile : } Sh_u = Sh/2 = 1473,2/2 = 736,6 \text{ m}^2 \text{ (IV.25)}$$

Longueur et largeur du bassin : $L/B = 1.5$

$$\text{Donc : } Sh = 1.5 B * B$$

$$B = 31,34 \text{ m}$$

$$\text{Donc } L = 1.5 * 31,34 = 50.27 \text{ m}$$

Le temps de séjour T_s :

$T_s = 13 \text{ heures et } 38 \text{ minutes}$

Tableau IV.31 : Valeur du dimensionnement du bassin d'aération

Paramètres	Unité	Valeur
Volume total des bassins d'aérations V	(m^3)	16847.9
Volume utile de chaque bassin V_u	(m^3)	8423.95
Surface total des bassins Sh	(m^2)	3369.58
Surface utile de chaque bassin Sh_u	(m^2)	1684.79
Largueur du bassin B	(m)	33.51
Longueur du bassin L	(m)	50.27
Temps de séjour T_s	(j)	23 heures et 23 min

Calcul de volume du bassin necessaire : $(V_{\text{Textension}} - V_{\text{Trele}})/2$

$$V = (16848 - 5040)/2 = 12808/2 = 6404 \text{ m}^3$$

À l'horizon 2040, et afin de répondre à l'augmentation prévisionnelle des charges hydrauliques et organiques, il est nécessaire de prévoir l'ajout de deux bassins d'aération.

Chaque bassin aura un volume unitaire de 6 404 m³. Cette extension permettra d'assurer un fonctionnement optimal du procédé de traitement biologique, d'améliorer les performances épuratoires de la station et de garantir la conformité aux normes de rejet en vigueur à long terme.

Clarificateur :

Le clarificateur est un ouvrage qui permet la séparation du floc biologique et de l'eau épurée.

L'eau épurée est évacuée en surverse par goulotte alors que les boues sont récupérées au fond de l'ouvrage pour être recirculées dans le bassin de boues activées et, pour une partie (boues en excès), envoyées au traitement des boues.

Les bases de dimensionnement d'un clarificateur sont :

Vitesse ascensionnelle.

Hauteur entre 2 et 3.5 m.

Et un temps de séjour entre 1.5 et 2 h.

Calcul du volume du décanteur V :

On prend $t_s = 2h$

$$V = Q_{ptp} * T_s \quad (IV.26)$$

$$V = 1629,81 * 2 = 3259,62 \text{ m}^3$$

Surface horizontale du décanteur Sh :

On prend $V_{asc} = 0,6 \text{ m/h}$

$$Sh = \frac{Q_{pts}}{V_{asc}} \quad (IV.27)$$

$$Sh = 543,27/0,6 = 905,45 \text{ m}^2$$

Diamètre du clarificateur :

On prend $H = 3 \text{ m}$

$$D = \sqrt{\frac{4*V}{\pi*H}} \quad (IV.28)$$

$$D = 37,20 \text{ m} .$$

Tableau IV.32 : Valeur du dimensionnement du clarificateur.

Paramètres	Unité	Valeur
Temps de séjour T_s	(h)	2
Volume du clarificateur V	(m ³)	3259,62

Surface horizontale du clarificateur Sh	(m ²)	905,45
Hauteur du clarificateur	(m)	3
Diamètre du clarificateur	(m)	37,20

Calcul de volume du bassin nécessaire : $V_{\text{Textension}} - V_{\text{Trele}}$

$$V = 3260 - 2053 = \mathbf{1207 \text{ m}^3}$$

Le clarificateur existant, d'un volume de 2 053 m³, sera complété par une extension portant le volume supplémentaire à 3 260 m³. Par ailleurs, et afin d'accompagner l'évolution des charges et d'assurer un fonctionnement hydraulique et épuratoire satisfaisant à l'horizon 2040, il est prévu l'ajout d'un bassin supplémentaire d'un volume de 1 270 m³. Cette configuration permettra d'améliorer la capacité de décantation, d'optimiser la séparation solide-liquide et de garantir la performance globale du traitement dans le respect des exigences réglementaires futures.

Conclusion

En conclusion, le présent chapitre a permis d'identifier les besoins futurs de la station à l'horizon 2040 et de définir les ouvrages à renforcer ou à maintenir. Les capacités existantes jugées suffisantes ont été conservées, tandis que des extensions ciblées ont été prévues afin de répondre à l'augmentation prévisionnelle des charges. Ainsi, l'ajout de nouveaux bassins d'aération, le renforcement de la capacité de clarification par extension du clarificateur existant, ainsi que la création d'un bassin complémentaire, permettront d'assurer un fonctionnement fiable et durable de la station. Les solutions retenues garantissent l'optimisation des performances épuratoires, la conformité aux normes réglementaires et la pérennité des installations à long terme

***CHAPITRE V : EVALUATION DES
PERFORMANCES DE LA STEP DE
MAZOUNA.***

Introduction :

L'évaluation des performances d'une station d'épuration constitue une étape essentielle dans l'analyse de la qualité du traitement des eaux usées. Elle permet de mesurer dans quelle mesure la STEP répond aux exigences réglementaires et environnementales, tout en assurant un fonctionnement efficace et durable.

Dans ce chapitre, nous nous focaliserons sur l'analyse des résultats issus des campagnes de suivi réalisées au niveau de la Station d'Épuration des Eaux Usées (STEP) de Mazouna, durant notre période de stage. L'objectif est de juger l'efficacité du procédé de traitement par boues activées, à travers la comparaison entre les différents paramètres mesurés à l'entrée et à la sortie de la station.

Les résultats seront confrontés aux normes nationales (NA) ainsi qu'aux recommandations de l'Organisation mondiale de la santé (OMS), afin d'évaluer le niveau de performance de la station sur le plan physico-chimique.

V.1 Interprétation des résultats - STEP de Mazouna :

L'évaluation de la qualité des eaux usées épurées repose sur plusieurs paramètres et indicateurs, présentés en détail dans le premier chapitre. Dans cette partie, ces paramètres sont rappelés de manière synthétique et regroupés en trois grandes catégories : les paramètres physiques, chimiques et bactériologiques, afin de faciliter l'interprétation des résultats.

Les analyses effectuées sur les eaux traitées de la STEP de Mazouna durant la période de stage ont permis d'obtenir des résultats qui ont été analysés et comparés aux normes de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) ainsi qu'aux normes nationales, dans le but d'évaluer les performances du procédé de traitement par boues activées.

On trouve ci-dessous le tableau des variations mensuelles des paramètres physico-chimiques de Mazouna et le tableau des normes d'irrigation en Algérie.

CHAPITRE V : EVALUATION DES PERFORMANCES DE LA STEP

Tableau V.33 : les variations mensuelles des paramètres physico-chimiques de la STEP de Mazouna en2023 .

Mois	Février		Mars		Avril		Mai	
Paramètre	Entrée	Sortie	Entrée	Sortie	Entrée	Sortie	Entrée	Sortie
MES (mg/l)	230,2	11	200.5	12	222,9	7,7	320,3	10
DBO ₅ (mg/l)	359	7	350	5	481	8	500	8
DCO (mg/l)	833	35	785	31,5	767	34	690	32,6
Nitrates (mg/l)	2,25	4,4	3,9	5	2,9	4,8	1	2,2
O ₂ Dissous (mg/l)	1,98	7,98	0,85	7,8	1,64	7,61	0,43	7,7
Conductivité (ds/m)	2,65	2,34	2,59	2,3	2,52	2,26	2,55	2,29
Température (°C)	17,2	14	18,4	17,9	19,4	19,6	20,2	19
pH	7,96	8,1	7,9	7,62	8,51	8	7,8	7,6

Tableau V.34 :Les normes d'irrigation en Algérie pour les eaux uséesépurées[13].

Paramètres	Unité	Valeur limitée maximale
Température	°C	30
Ph	-	6.5-8.5
MES	mg/l	30
CE	ds/m	3
SAR	meq/l	15
DBO ₅	mg/l	30
DCO	mg/l	90
Chlorure	meq/l	10
Bicarbonate (HCO ₃)	meq/l	8.5
Azote ammoniacal	mg/l	3
Phosphore	mg/l	2

À partir du tableau des variations mensuelles et des normes d'irrigation, une analyse détaillée de chaque paramètre a été réalisée afin d'évaluer la performance de la station d'épuration de Mazouna et de juger de la conformité des eaux épurées à un usage agricole potentiel. Chaque interprétation inclut la comparaison entre l'entrée et la sortie, comparés aux normes de qualité recommandées par l'Organisation mondiale de la santé (OMS) et les normes nationales (NA)

Matières en suspension (MES)

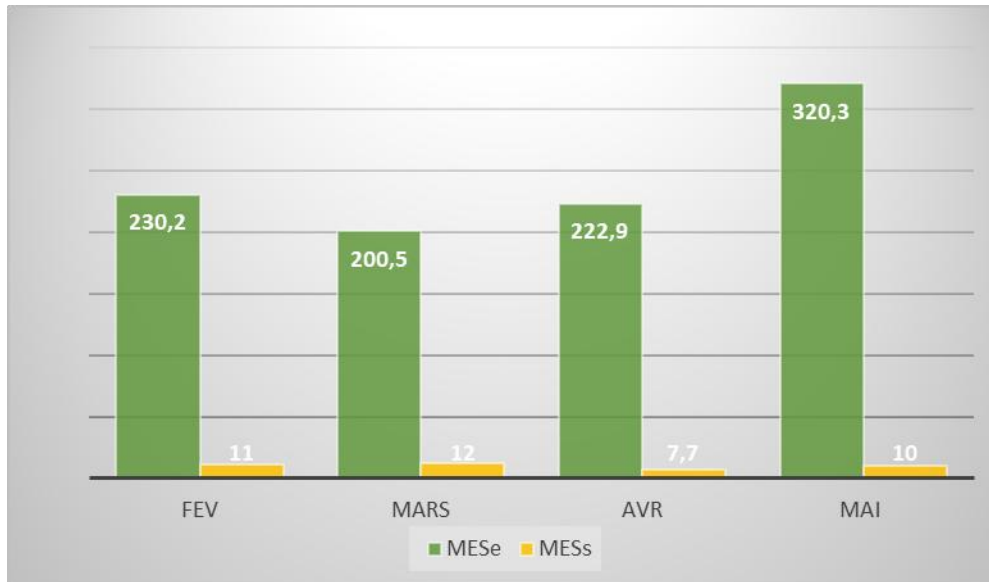


Figure V.15 : Variations mensuelles de MES des eaux brutes (E) et épurées (S).

La figure V.15 présente les résultats de la concentration en matières en suspension (MES) à l'entrée et à la sortie de la station d'épuration des eaux usées (STEP). Les résultats montrent que les concentrations de matières en suspension (MES) varient de 200,5 à 320 mg/l à l'entrée de la station, et de 7,7 à 12 mg/l à la sortie. La présence de MES contribue à la turbidité de l'eau et peut affecter la vie aquatique. Des concentrations élevées de MES constituent une forme de pollution et peuvent même entraîner un réchauffement de l'eau, perturbant ainsi l'habitat des organismes d'eau froide. Il est donc crucial de réduire ou d'éliminer ces particules dans les stations d'épuration. Toutefois, il convient de souligner que, malgré des concentrations relativement élevées, les MES restent inférieures aux limites de rejet fixées par l'Organisation mondiale de la santé (OMS) à 30 mg/l et par les normes nationales (NA) à 35 mg/l.

Demande biochimique en oxygène (DBO₅)

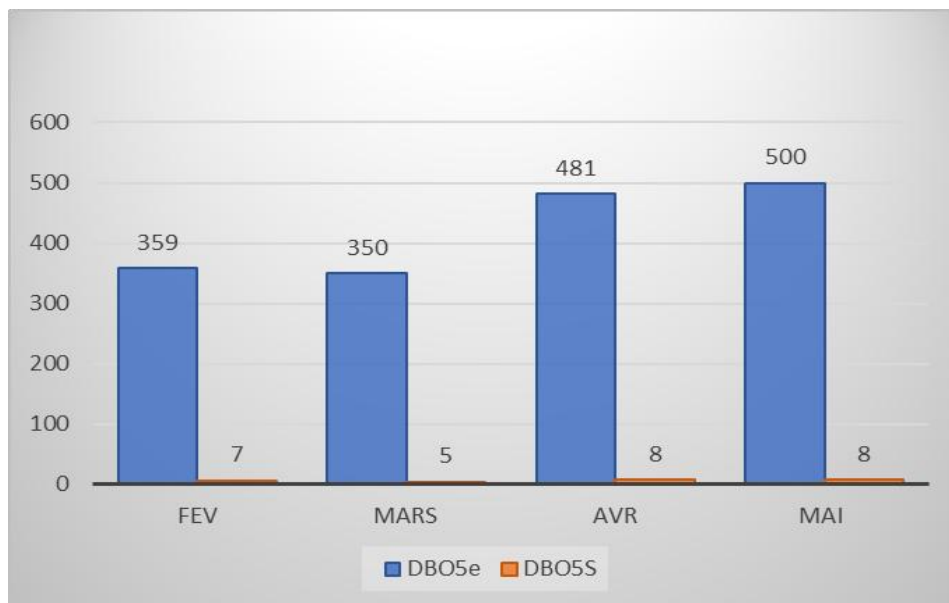


Figure V.16 : Variations mensuelles de DBO₅ des eaux brutes(E) et épurées(S).

La FigureV.16 présente un graphique illustrant les résultats de la Demande Biochimique en Oxygène (DBO₅) mesurée à l'entrée et à la sortie de la STEP. les données montrent que les valeurs de DBO₅ varient de 350 à 500 mg/l à l'entrée des échantillons, et de 5 à 8 mg/l à la sortie. Le traitement réalisé au sein de la station d'épuration a permis une réduction significative de la DBO₅ . Les concentrations des eaux rejetées respectent les normes nationales fixées à 35 mg/l et se rapprochent des recommandations de l'Organisation mondiale de la santé (OMS), établies à 30 mg/l. En conclusion, la STEP assure une élimination efficace de la majeure partie de la pollution organique biodégradable.

Demande chimique en oxygène (DCO)

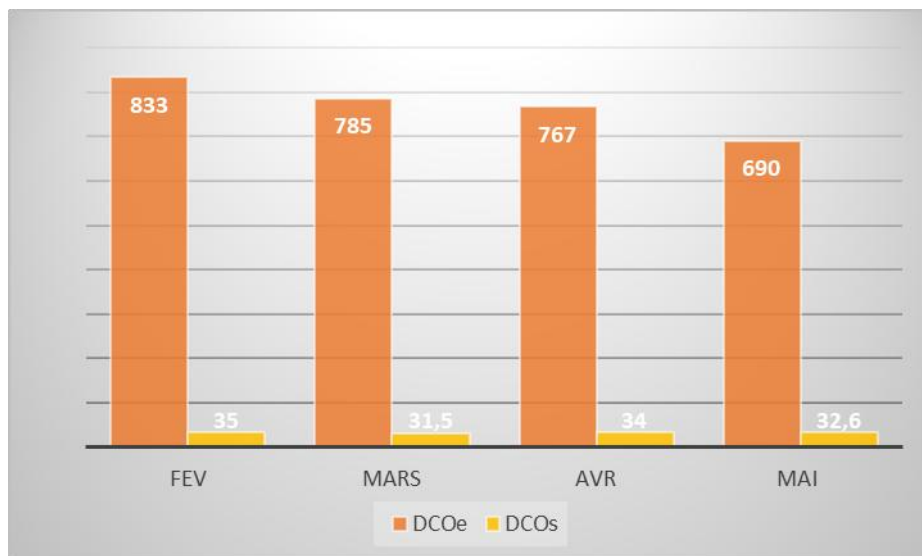


Figure V.17 : Variations mensuelles de DCOdes eaux brutes(E) et épurées(S).

La figure V.17 représente les résultats de la Demande Chimique en Oxygène (DCO) mesurée à l'entrée et à la sortie de la STEP. Les analyses révèlent que les valeurs de DCO varient entre 690 et 833 mg/l à l'entrée de la station, tandis qu'elles se situent entre 31,5 et 35 mg/l à la sortie. La demande chimique en oxygène (DCO) constitue un indicateur essentiel de la charge polluante, reflétant la présence de matières organiques et minérales dans l'eau. Les résultats obtenus montrent que le traitement effectué par la STEP permet de réduire significativement la DCO, avec des valeurs conformes aux normes nationales (120 mg/l) et proches des recommandations de l'OMS (90 mg/l) pour les rejets. En somme, la station d'épuration démontre une efficacité notable dans l'élimination des polluants chimiques présents dans les eaux usées.

Les nitrates

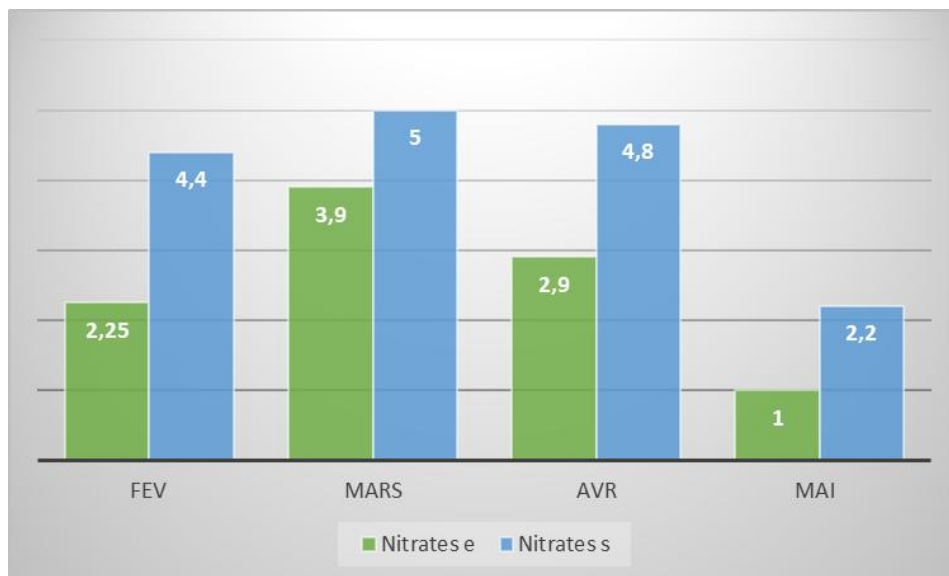


Figure V.18 : Variations mensuelles de Nitratesdes eaux brutes(E) et épurées(S).

La figure V.18 représente les résultats mensuels de Nitratesdes eaux brutes et épurées de la STEP. Selon les données obtenues, les concentrations en nitrates varient entre 1 et 3,9 mg/l à l'entrée de la station, tandis qu'elles se situent entre 2,2 et 5 mg/l à la sortie. Cette augmentation des nitrates dans les eaux traitées s'explique par le bon déroulement du processus de nitrification, au cours duquel l'azote ammoniacal est oxydé en nitrates. Bien que les concentrations à la sortie soient plus élevées que celles mesurées à l'entrée, elles restent largement inférieures aux limites recommandées par l'Organisation mondiale de la santé (OMS), fixées à 50 mg/l, ainsi qu'aux normes nationales établies à 30 mg/l. Ces résultats indiquent que le traitement assure une nitrification efficace sans dépasser les seuils réglementaires de rejet.

L'Oxygène dissous(O2 dissous)

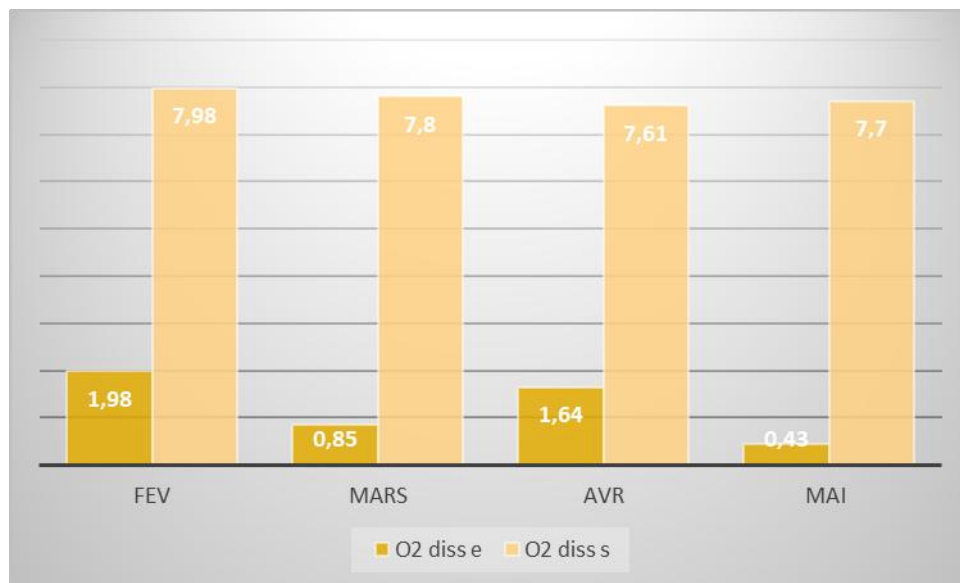


Figure V.19 : Variations mensuelles de l'O2 Dissous des eaux brutes(E) et épurées(S).

La figure V.19 présente un graphique synthétisant les résultats de la concentration en oxygène dissous mesurée à l'entrée et à la sortie de la STEP. Les concentrations en oxygène dissous varient de 0,43 à 1,98 mg/l à l'entrée de la station, et de 7,61 à 7,98 mg/l à la sortie. Une augmentation nette de l'oxygène dissous est observée après traitement, traduisant une aération efficace au niveau du bassin biologique, essentielle au développement des microorganismes aérobies impliqués dans l'oxydation des matières organiques. La valeur maximale enregistrée en février (7,98 mg/l) s'explique par la baisse de la température de l'eau, les eaux froides favorisant une meilleure dissolution de l'oxygène. L'ensemble des valeurs obtenues respecte les normes de l'OMS et les normes nationales, confirmant la conformité du procédé de traitement de la STEP.

La conductivité (CE)

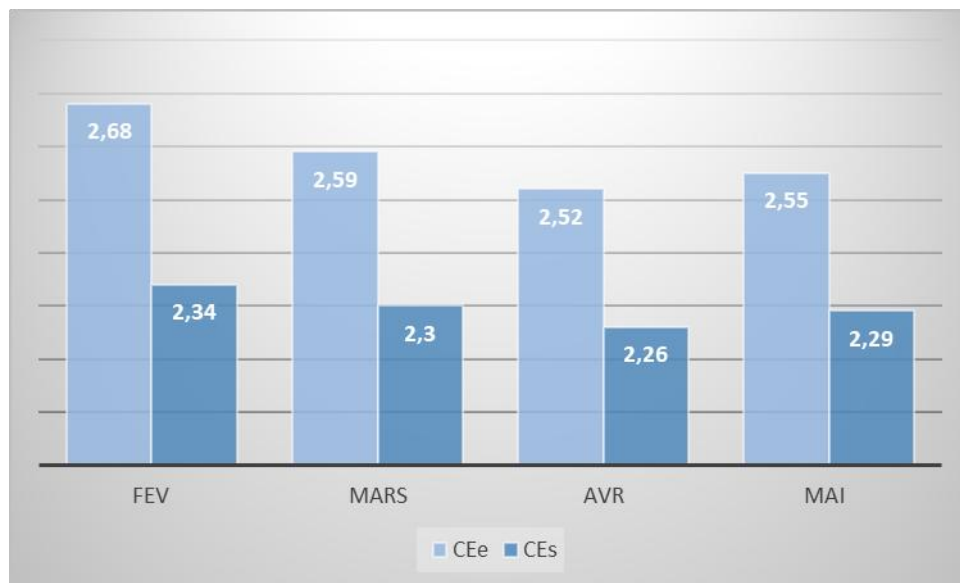


Figure V.20 : Variations mensuelles de la conductivité des eaux brutes(E) et épurées(S).

Le graphique présenté dans la figure V.20 représente les résultats de la conductivité mesurée à l'entrée et à la sortie de la STEP. Les résultats indiquent que la conductivité des échantillons varie entre 2,52 et 2,65 ds/m à l'entrée de la station, et entre 2,26 et 2,34 ds/m à la sortie. La conductivité, qui traduit la capacité de l'eau à conduire l'électricité, constitue un indicateur global de la teneur en sels dissous. L'analyse met en évidence une diminution de la salinité après traitement, reflétée par la baisse de la conductivité, bien que cette réduction ne soit pas complète. Il est à rappeler que les rejets polluants entraînent généralement une augmentation de la conductivité. Toutefois, les valeurs mesurées demeurent conformes aux normes de l'OMS et aux normes nationales, attestant de l'efficacité globale du traitement assuré par la STEP, malgré une élimination partielle des sels dissous.

La température

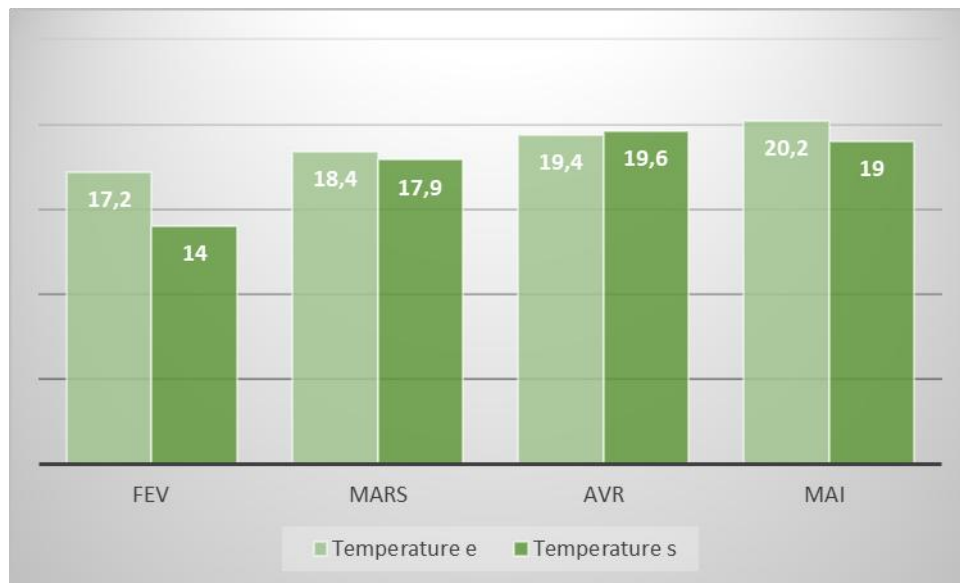


Figure V.21 : Variations mensuelles de la température des eaux brutes(E) et épurées(S).

La figure V.21 présente les variations mensuelles de la température des eaux brutes et épurées. Les résultats révèlent une faible variation des températures des échantillons, allant de 17,2°C à 20,2°C à l'entrée et de 14°C à 19,6°C à la sortie. Ces variations sont principalement influencées par les conditions climatiques et restent bien inférieures aux limites fixées par l'Organisation mondiale de la santé (OMS) et les normes nationales (NA), qui sont de 30°C. Ces données confirment l'efficacité du processus de traitement des eaux au sein de la STEP, assurant ainsi le respect des critères de qualité environnementale requis.

Le potentiel d'Hydrogène (pH)

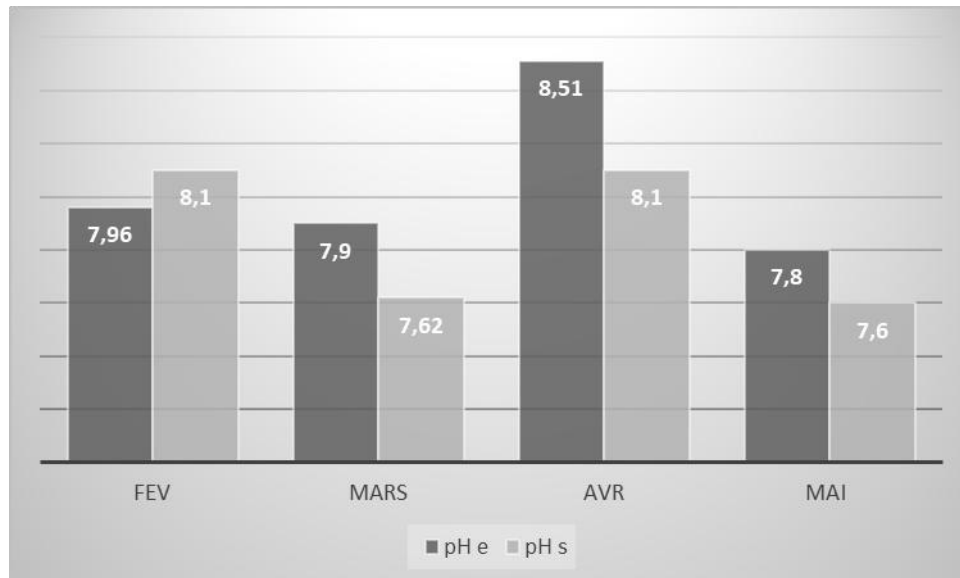


Figure V.22 : Variations mensuelles du pH des eaux brutes(E) et épurées(S).

Le graphique présenté dans la Figure V.22 synthétise les données de pH relevées à l'entrée et à la sortie de la STEP. Les résultats indiquent que les valeurs de pH des différents échantillons se situent dans une plage allant de 7,8 à 8,51 à l'entrée et de 7,6 à 8,1 à la sortie. Ces valeurs sont particulièrement propices aux activités bactériennes associées aux processus d'épuration aérobie et anaérobie (27). Ainsi, ces résultats sont conformes aux normes établies par l'Organisation mondiale de la santé (OMS) et les normes nationales (NA) qui recommandent un pH compris entre 6,5 et 8,5, démontrant ainsi l'efficacité du processus de traitement des eaux au sein de la STEP.

V.2 Fonctionnement de la station et interruptions

En général, la station d'épuration de Mazouna fonctionne bien et assure un traitement efficace des eaux usées. Cependant, des arrêts ponctuels peuvent survenir, principalement lorsque la qualité de l'eau entrante est mauvaise, par exemple lors de périodes exceptionnelles comme les grandes fêtes ou des événements particuliers où les concentrations de DBO5, MES ou autres polluants augmentent brusquement. Ces perturbations obligent parfois la station à suspendre temporairement son fonctionnement pour protéger les équipements et maintenir l'efficacité du

CHAPITRE V : EVALUATION DES PERFORMANCES DE LA STEP

traitement. Malgré ces interruptions, qui se produisent parfois, la station reste globalement performante et fiable.

Conclusion :

Au vu des résultats obtenus, on peut conclure que l'eau traitée par la station d'épuration de Mazouna présente une qualité globalement satisfaisante pour l'irrigation, avec des paramètres tels que les MES, la DBO_5 , la DCO, le pH, la température, la conductivité électrique et le phosphore conformes aux normes. Un traitement tertiaire, tel que la désinfection par UV, peut néanmoins être envisagé pour réduire la charge bactérienne et garantir une sécurité maximale pour l'environnement agricole.

***CHAPITRE VI: OPTIMISATION DE LA
QUALITE DES EAUX POUR
L'IRRIGATION AGRICOLE.***

Introduction

Le traitement secondaire de la STEP de Mazouna respecte les normes physico-chimiques, mais la qualité microbiologique peut encore être améliorée. L'ajout d'un traitement tertiaire permettrait de réduire la charge bactérienne et d'optimiser la sécurité de l'eau pour l'irrigation.

VI.1 Le traitement tertiaire

VI.1.1 Objectif du Traitement Tertiaire :

L'objectif principal du traitement tertiaire est d'éliminer les polluants résiduels qui persistent après les étapes primaires et secondaires. Il s'agit notamment des nutriments (azote, phosphore), des sels dissous, des matières organiques non biodégradables, ainsi que des agents pathogènes si présents. Ce traitement permet d'atteindre une qualité d'eau adaptée aux exigences spécifiques de la réutilisation, notamment pour l'irrigation agricole.

VI.1.2 Méthodes de Traitement Tertiaire :

Les techniques de traitement tertiaire sont nombreuses et varient en fonction des objectifs visés. Parmi les plus courantes, on trouve :

Méthodes de désinfection utilisées dans le traitement tertiaire

1. **Chloration** : Utilisation de chlore pour tuer les micro-organismes. Méthode simple, peu coûteuse, mais peut produire des sous-produits nocifs.
2. **Ozonation** : L'ozone est un oxydant puissant qui élimine bactéries, virus et protozoaires. Méthode efficace mais coûteuse et techniquement complexe.
3. **Rayonnement UV** : Les lampes UV détruisent l'ADN des micro-organismes. Efficace et sans résidu chimique, mais sensible à la turbidité de l'eau.
4. **Dioxyde de chlore** : Oxydant chimique efficace contre une large gamme de pathogènes. Plus stable que le chlore, mais peut générer des sous-produits.
5. **Traitement thermique** : L'eau est chauffée à haute température pour tuer les pathogènes. Efficace mais très énergivore.
6. **Filtration (membranaire ou sur sable)** : Retient les micro-organismes de grande taille. Requiert souvent une désinfection complémentaire.
7. **Oxydation (peroxyde d'hydrogène, etc.)** : Procédé chimique qui détruit les micro-organismes. Peu utilisé seul.
8. **Électrochloration** : Production de chlore in situ par électrolyse. Réduction des risques

liés au transport de chlore, mais nécessite un système électrique fiable.

Tableau VI.35 : Tableau comparatif des méthodes de désinfection.

Méthode de désinfection	Efficacité	Coût	Besoins en espace
Chloration	Bonne	Faible	Faible
Ozonation	Très bonne	Élevé	Moyen
UV	Très bonne	Moyen	Faible
Dioxyde de chlore	Bonne	Moyen	Faible
Traitement thermique	Bonne	Très élevé	Élevé
Filtration	Modérée	Moyen	Élevé
Oxydation	Bonne	Moyen	Moyen
Électrochloration	Bonne	Moyen	Faible

VI.1.3 La désinfection au niveau de la STEP de Mazouna :

En tenant compte des besoins de la station de Mazouna, des moyens techniques disponibles et de la volonté de minimiser les coûts d'exploitation tout en garantissant une qualité d'eau satisfaisante pour l'irrigation, **le traitement par rayonnement UV** se présente comme une solution adéquate. Il offre un bon équilibre entre efficacité, absence de résidus chimiques et encombrement minimal, ce qui en fait une option pratique et durable pour la réhabilitation de la STEP.

VI.1.4 Étude technico-économique de la désinfection par rayonnement UV :

La désinfection par rayonnement ultraviolet (UV) est une technique physique de traitement de l'eau qui repose sur l'utilisation de lampes émettant un rayonnement dans le spectre UV-C (200 à 280 nanomètres). Cette longueur d'onde possède une capacité germicide capable d'inactiver les micro-organismes en altérant leur ADN, ce qui empêche leur reproduction. Cette méthode est de plus en plus adoptée dans les stations d'épuration modernes comme solution de traitement tertiaire, notamment dans les cas où l'on souhaite réutiliser les eaux usées traitées.

VI.1.4.1 Avantages techniques :

- **Haute efficacité désinfectante** : Le traitement UV est efficace contre un large éventail de micro-organismes, y compris les bactéries pathogènes, les virus et certains protozoaires résistants à d'autres méthodes de désinfection (comme Giardia ou Cryptosporidium).
- **Processus rapide** : Le temps de contact est très court, souvent de l'ordre de quelques secondes.
- **Absence de produits chimiques** : Contrairement à la chloration, cette méthode n'implique pas l'introduction de substances chimiques, ce qui évite la formation de sous-produits potentiellement toxiques (comme les trihalométhanes ou les chloramines).
- **Pas d'altération du goût ou de l'odeur de l'eau** : Avantage important dans le cadre de la réutilisation de l'eau.
- **Encombrement réduit** : Le système peut être installé dans un espace limité et s'intègre facilement après le traitement biologique.
- **Automatisation possible** : Les systèmes modernes peuvent être entièrement automatisés, facilitant leur exploitation.

VI.1.4.2 Aspect économique :

- **Coût d'investissement** : Dépend de la capacité de traitement de la station. Pour une station de taille moyenne comme celle de Mazouna, le coût d'un système UV performant peut être jugé modéré à élevé (entre 5 000 et 20 000 euros selon la technologie choisie et le débit).
- **Coût d'exploitation** : Consommation électrique modérée (fonction des heures de fonctionnement et de la puissance des lampes) et coûts de maintenance (nettoyage, remplacement de lampes).
- **Durabilité** : Les lampes UV ont une durée de vie de 8 000 à 12 000 heures. Le système est robuste à long terme si un programme d'entretien est respecté.

VI.1.5 Pertinence pour la STEP de Mazouna :

Les résultats d'auto-surveillance de la STEP de Mazouna révèlent une eau en sortie de bonne qualité, caractérisée par de faibles concentrations en MES (12,6 mg/L) et en DBO5 (10,26 mg/L), ainsi qu'un taux d'oxygène dissous satisfaisant (0,51 mg/L). Ces performances rendent particulièrement pertinent le recours à la désinfection par rayonnement ultraviolet, puisque la

CHAPITRE VI : OPTIMISATION DE LA QUALITE DES EAUX

clarté de l'eau favorise l'efficacité du traitement et que l'absence d'apport chimique constitue un avantage majeur pour une réutilisation agricole.

L'adoption de cette technologie permettrait d'atteindre les normes de réutilisation en irrigation recommandées par la FAO et celles exigées en Algérie, tout en évitant les risques associés aux résidus chimiques. De plus, le procédé UV représente une solution économiquement intéressante, simple à exploiter et durable, adaptée aux contraintes de la station.

Ainsi, au regard de la qualité de l'eau traitée, du manque d'espace disponible et de l'objectif de valorisation agricole, la désinfection UV apparaît comme l'option la plus cohérente, assurant une sécurité sanitaire adéquate et répondant aux exigences de durabilité et de protection de l'environnement.

VI.1.6 Le dimensionnement d'un système UV pour la STEP de Mazouna :

Afin d'assurer une désinfection efficace, il est essentiel de dimensionner avec précision le système UV en tenant compte des caractéristiques particulières de notre station d'épuration

1. Débit d'eau usée :

Le débit moyen d'eau usée à traiter est de 3220,64 m³/jour

$$Q \text{ traité} = 3220,64 \text{ m}^3/\text{jour} = 134 \text{ m}^3/\text{h} = 2236,55 \text{ L}/\text{min}$$

2. Évaluation de la qualité de l'eau usée et dosage UV requis :

Supposons que l'eau usée contienne des bactéries pathogènes qui nécessitent une dose de désinfection, que nous allons calculer selon la formule :

$$\text{Dose UV (mJ/cm}^2\text{)} = \text{Débit (L/min)} \times \text{Temps d'exposition (min)} \times 10 / \text{Transmittance (\%)} \quad (\text{VI.1})$$

En appliquant les valeurs connues :

$$\text{Dose UV} = 2236,55 \times 1 \times 10 / 80 = \mathbf{279,57 \text{ mJ/cm}^2}$$

3. Calcul de l'intensité UV nécessaire :

$$\text{Intensité UV (mW/cm}^2\text{)} = \text{Dose (mJ/cm}^2\text{)} / \text{Temps de contact (s)} \quad (\text{VI.2})$$

CHAPITRE VI : OPTIMISATION DE LA QUALITE DES EAUX

$$\text{Intensité UV} = 279,57 / 60 = \mathbf{4,66 \text{ mW/cm}^2}$$

4. Dimensionnement du réacteur UV :

Le dimensionnement dépend de l'intensité UV et de la transmission UV de l'eau. Supposons une transmission de 80 %.

$$\text{Surface UV (cm}^2\text{)} = \text{Débit (L/h)} / (\text{Intensité (mW/cm}^2\text{)} \times \text{Transmission}) \quad (\text{VI.3})$$

$$\text{Surface UV} = 134\,000 / (4,66 \times 0,8) \approx \mathbf{35944,21 \text{ cm}^2}$$

Le réacteur UV devrait donc avoir une surface d'environ 35944,21 cm² pour garantir une désinfection efficace.

5. Calcul du volume du réacteur :

Supposons une hauteur typique de 1,4m :

$$\text{Volume} = \text{Surface} \times \text{Hauteur} = 35944,21 \text{ cm}^2 \times 140 \text{ cm} = \mathbf{5032189 \text{ cm}} \quad (\text{VI.4})$$

Converti en mètres cubes :

$$\text{Volume} = 5032189 / 1\,000\,000 = \mathbf{5,03 \text{ m}^3}$$

6. Temps de rétention :

$$\text{Temps de rétention} = \text{Volume réacteur} / \text{Débit d'eau usée} \quad (\text{VI.5})$$

$$\text{Temps de rétention} = 5,03 / 134 \approx \mathbf{0,038 \text{ h}} \text{ ou } \mathbf{2,25 \text{ min}}$$

7. Vérification de la dose atteinte :

Enfin, on peut vérifier si le temps de rétention permet d'atteindre la dose requise en multipliant la transmittance par la dose visée. Ce contrôle final permet de confirmer la validité du dimensionnement effectué.

Vérifiez si le temps de rétention est suffisant pour atteindre la dose de désinfection souhaitée.

Pour cela, multipliez la transmission UV de l'eau usée par la dose de désinfection :

$$\text{Dose effective} = \text{Transmission UV} \times \text{Dose de désinfection} \quad (\text{VI.6})$$

$$\text{Dose effective} = 0,80 \times 279,57 \text{ mJ/cm}^2 = \mathbf{223,66 \text{ mJ/cm}^2}$$

Vérifiez si le temps de rétention est suffisant pour atteindre la dose de désinfection souhaitée.

Pour cela, multipliez la dose effective par le temps de rétention :

$$\text{Dose cumulée} = \text{Dose effective} \times \text{Temps de rétention} \quad \text{Dose cumulée} \quad (\text{VI.7})$$

$$\text{Dose cumulée} = 233,66 \text{ mJ/cm}^2 \times 2,25 \text{ minutes}$$

$$\text{Dose cumulée} = 525,74 \text{ mJ/cm}^2$$

Si la dose cumulée est supérieure ou égale à la dose de désinfection souhaitée qui est nos cas (279,57 mJ/cm² dans ce cas), alors le temps de rétention est suffisant. Sinon, nous devons augmenter la longueur du réacteur pour atteindre la dose de désinfection souhaitée avec 200 cm de longueur et 180 cm de largeur.

8. Calcul du débit d'eau traité par chaque lampe :

Pour calculer le débit d'eau traité par chaque lampe, nous devons prendre en compte la puissance des lampes UV et la dose de désinfection requise, ainsi que la transmission UV de l'eau usée.

Voici comment procéder :

Convertissez la puissance des lampes UV en mJ/s : La puissance est donnée en kW, donc nous devons la convertir en mJ/s.

Comme 1 kW équivaut à 1, 000,000 mJ/s, la puissance des lampes UV serait de 48, 000,000 mJ/s.

2. Calculez la capacité de désinfection par lampe : Multipliez la puissance des lampes UV par la transmission UV de l'eau usée pour obtenir la capacité de désinfection par lampe.

$$\text{Capacité de désinfection par lampe} = \text{Puissance des lampes UV} \times \text{Transmission UV de l'eau usée} \quad (\text{VI.8})$$

$$\text{Capacité de désinfection par lampe} = 48, 000,000 \text{ mJ/s} \times 0.80 = 38, 400,000 \text{ mJ/s}$$

Calculez le débit d'eau traité par chaque lampe : Divisez la capacité de désinfection par lampe par la dose de désinfection requise pour obtenir le débit d'eau traité par chaque lampe.

$$\text{Débit d'eau traité par lampe} = \text{Capacité de désinfection par lampe} / \text{Dose de désinfection requise} \quad (\text{VI.9})$$

$$\text{Débit d'eau traité par lampe} = 38, 400,000 / 279,57 = 137,35 \text{ cm}^3/\text{s}.$$

9. Calcule le nombre de lampes nécessaires :

Pour calculer le nombre de lampes nécessaires, nous devons prendre en compte le débit d'eau à traiter et le débit d'eau traité par chaque lampe.

Voici comment procéder :

CHAPITRE VI : OPTIMISATION DE LA QUALITE DES EAUX

Déterminez le débit d'eau à traiter : Si vous connaissez le débit d'eau usée total, vous pouvez l'utiliser comme débit d'eau à traiter.

Dans notre cas, le débit d'eau usée total est de 134 m³/h.

Divisez le débit d'eau à traiter par le débit d'eau traité par chaque lampe : Utilisons cette formule pour obtenir le nombre de lampes nécessaires.

$$\text{Nombre de lampes} = \text{Débit d'eau à traiter} / \text{Débit d'eau traité par lampe} \quad (\text{VI.10})$$

Dans le calcul précédent, le débit d'eau traité par lampe était de 137,35 cm²/s.

Nous devons convertir cette valeur en m³/h pour être cohérent avec le débit d'eau à traiter.

Donc, 137,35 cm²/s * 0.036 = 4,9 m³/h.

Maintenant, nous pouvons calculer le nombre de lampes nécessaires : Nombre de lampes = 134 m³/h / 4,9 m³/h = 27,34 = 28

Le nombre de lampes nécessaires pour traiter un débit d'eau usée de 134 m³/h avec un débit d'eau traité par lampe de 137,35 cm²/s serait d'environ **28 lampes**.

D'après ces résultats, on doit trouver un réacteur UV disponible sur le marché qui a les mêmes caractéristiques mentionnées.

10. Estimation de la réduction en pourcentage :

Pour estimer la réduction en pourcentage avec les paramètres donnés, vous pouvez utiliser

$$\text{Réduction (\%)} = [1 - 10^{(-\text{Dose} / (\text{Intensité} \times \text{Temps}))}] \times 100 \quad (\text{VI.11})$$

Les données expérimentales sont les suivantes :

- Intensité UV : 4,66 mW/cm²
- Dose UV : 279,57 mJ/cm²
- Temps d'exposition : 1 minute (60 s)

Conversion des unités

$$\begin{aligned} 4,66 \text{ mW/cm}^2 &= 4,66 \times 10^{-3} \text{ W/cm}^2 = 46,6 \text{ W/m}^2 \\ 279,57 \text{ mJ/cm}^2 &= 279,57 \times 10^{-3} \text{ J/cm}^2 = 2795,7 \text{ J/m}^2 \end{aligned}$$

11. Vérification de la relation dose–intensité–temps :

$$\text{Dose} = \text{Intensité} \times \text{Temps} \quad (\text{VI.12})$$

$$46,6 \times 60 = 2796 \text{ J/m}^2$$

La cohérence entre la dose et l'intensité est vérifiée.

Calcul de la réduction en pourcentage

$$\text{Réduction (\%)} = [1 - 10^{(-\text{Dose} / (\text{Intensité} \times \text{Temps}))}] \times 100 \quad (\text{VI.13})$$

$$\text{Réduction (\%)} = [1 - 10^{(-2795,7 / (46,6 \times 60))}] \times 100$$

$$\text{Réduction (\%)} \approx 89,9975 \% = 90 \%$$

La désinfection par rayonnement UV à une dose de 2604,1 J/m² permet une réduction d'environ 90 % des micro-organismes présents dans l'eau traitée.

Les bactéries restantes :

Si nous supposons que la réduction en pourcentage est de 99.99%, nous pouvons utiliser la formule suivante pour calculer le nombre de bactéries restantes :

$$\text{Bactéries restantes} = \text{Concentration initiale} \times (1 - \text{Réduction en \%}) \quad (\text{VI.14})$$

Dans notre cas, la concentration initiale est de 1100 cfu/100 mL.

$$\text{Réduction en pourcentage} = 99.99\% = 0.9999$$

$$\text{Bactéries restantes} = 1100 \text{ cfu/100 mL} \times (1 - 0.9999)$$

$$\text{Bactéries restantes} = 1100 \text{ cfu/100 mL} \times 0.0001$$

$$\text{Bactéries restantes} = 0.11 \text{ cfu/100 mL}$$

Donc, si la réduction des bactéries est de 99.99%, il resterait environ 0.11 cfu /100 mL de bactéries après le traitement par UV.

Conclusion :

Après une analyse approfondie des performances de chaque méthode, notre choix s'est finalement porté sur les ultraviolets, en raison de leur efficacité supérieure et de leur capacité à réduire la formation de sous-produits indésirables.

Nous avons ensuite procédé au dimensionnement du bassin d'irradiation UV, en prenant en compte différents paramètres opérationnels et hydrauliques, afin d'assurer une désinfection optimale de l'eau traitée à la station de Mazouna.

CHAPITRE VI : OPTIMISATION DE LA QUALITE DES EAUX

Cette décision reflète notre engagement à fournir une eau de haute qualité, conforme aux normes microbiologiques, tout en minimisant l'impact environnemental. Grâce à cette méthode, nous pouvons garantir une eau épurée adaptée à l'irrigation a Ouarizane.

VI.2 Etude de faisabilité de l'irrigation a OUARIZANE

Après amélioration de la qualité de l'eau de la STEP de Mazouna par désinfection UV, permettant de réduire significativement les contaminants microbiologiques, cette partie évalue la faisabilité technique de l'irrigation des périmètres agricoles voisins. L'étude s'appuie sur les caractéristiques pédologiques, la configuration des terrains et l'acceptabilité locale afin de déterminer si cette eau désinfectée peut être utilisée de manière sûre et durable pour l'agriculture.

VI.2.1 Situation géographique d'OUARIZANE :

La commune d'Ouarizane est situé au Nord Est de la Wilaya de Relizane, sur la rive gauche de la route nationale N°9 reliant Mazouna-Oued Rhiau-Ammi Moussa, elle s'étend sur une superficie de 8815 ha.

Elle est limitée par :

- ✓ Au Nord par les communes Mazouna et El Guettar.
- ✓ A l'Est par les communes Ain Merane et Boukadir.
- ✓ A l'Ouest par la commune El Hamri.
- ✓ Au Sud par les communes Oued Rhiau et Djdioua.

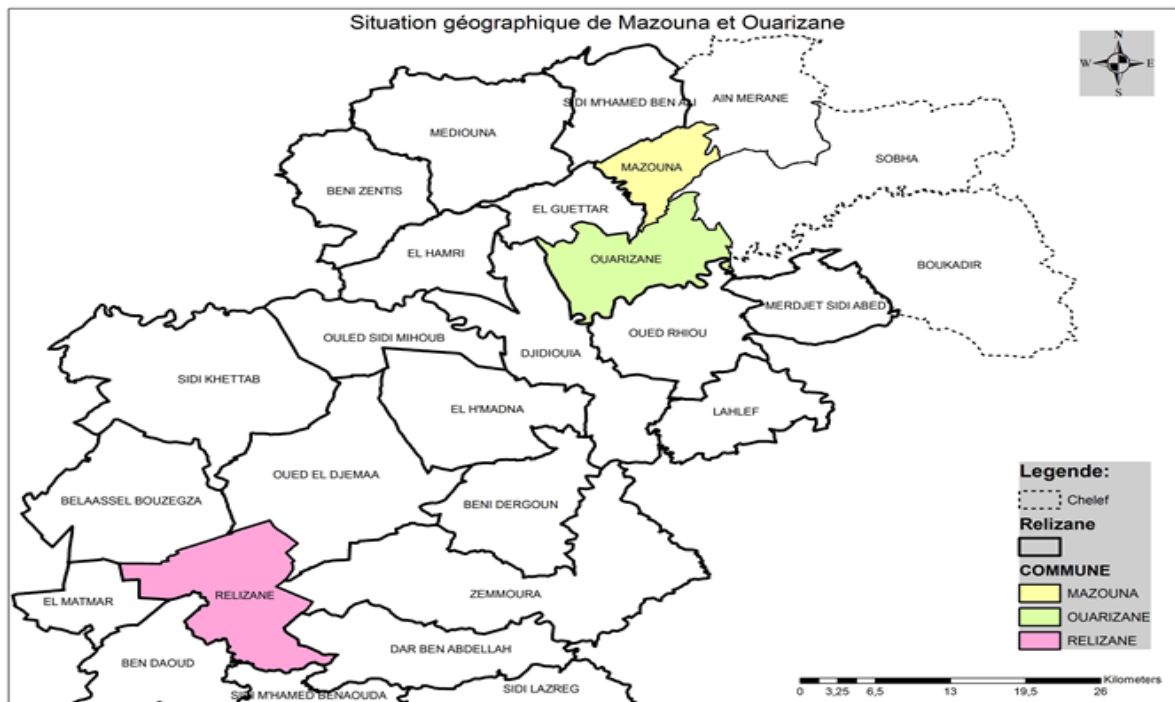


Figure VI.23 : Situation géographique de Mazouna et Ouarizane.

VI.2.2 Présentation générale de la zone d'étude

La zone d'étude s'étend entre le sud-est de la commune de Mazouna, le long de l'Oued Ouarizane, et le nord-est de l'agglomération d'Ouarizane. Elle comprend plusieurs terrains agricoles répartis sur les deux rives de l'oued, avec des parcelles variant de 0,5 à 74 ha. Certaines zones appartiennent au domaine de l'État (forêt), notamment le périmètre Ouled Kheira.

Au nord-est de l'agglomération, de vastes terres agricoles en un seul bloc dépassant les 400 ha peuvent également être irriguées à partir de la STEP de Mazouna.

Deux zones géographiques homogènes se distinguent le long du parcours de l'adduction :

- **Zone de montagne** : depuis la STEP de Mazouna jusqu'à la limite de la route reliant Ouarizane à Ouled Ali.
- **Zone de plaine** : après la traversée de la route et de l'Oued Ouarizane, avec une superficie totale supérieure à 400 ha.

VI.2.3 Occupation du sol :

Après la collecte des données auprès des services concernés, il apparaît que le long de l'Oued Ouarizane, le potentiel agricole est important, avec plus de 400 ha de terres réparties entre domaine public et privé, cultivées en céréaliculture, arboriculture, maraîchage et cultures fourragères.

VI.2.4 Etude pédologique :

L'étude pédologique de la zone d'irrigation le long de l'Oued Ouarizane a permis d'identifier les principales caractéristiques des sols. La texture des sols varie selon les secteurs : sableuse à sablo-limoneuse près d'Ouled Kheira, et argileuse-limoneuse dans la région nord-est d'Ouarizane, ce qui permet l'adaptation d'une large gamme de cultures.

Les sols sont issus de différents matériaux parentaux : calcaire dolomitique, marnes grisâtres riches en gypse, ainsi que des apports alluviaux et colluviaux formant des terrasses alluvionnaires le long du lit majeur de l'oued. Trois grandes unités pédologiques ont été identifiées :

- **Sols peu évolués d'apport alluvial et colluvial** : texture équilibrée en surface et argilo-limoneuse en profondeur.
- **Sols calcimagnésiques à caractère halomorphe** : texture équilibrée en surface et limono-argileuse en sous-sol.
- **Sols vertiques à caractère halomorphe** : texture lourde à dominance argileuse, exposé à des fissures de retrait en période sèche, comblées lors de l'humectation hivernale.

Ces caractéristiques indiquent un potentiel favorable pour l'irrigation et le développement de cultures diversifiées dans la zone étudiée.

VI.2.5 Choix de la méthode d'irrigation :

Le choix de la méthode d'irrigation pour le périmètre entre Mazouna et Ouarizane se base sur les caractéristiques physiques et pédologiques de la zone d'étude. Les sols de la plaine d'Ouarizane sont majoritairement argilo-limoneux, bien adaptés à une large gamme de cultures, et présentent une bonne capacité de rétention d'eau. La topographie est relativement plane, ce qui facilite la distribution uniforme de l'eau.

Compte tenu de la qualité de l'eau épurée après traitement UV, qui limite la charge bactérienne, et afin de réduire les pertes par évaporation ainsi que le contact direct de l'eau avec la partie aérienne des plantes, la **micro-irrigation goutte-à-goutte** est considérée comme la méthode la plus appropriée. Cette technique permet un apport précis et contrôlé de l'eau directement à la zone racinaire des cultures, optimisant ainsi l'efficacité de l'irrigation et la préservation de la ressource en eau.

VI.2.6 Contrôle de la qualité des eaux usées épurées :

Le contrôle de la qualité des eaux usées épurées est indispensable pour garantir que l'eau utilisée par les agriculteurs soit sûre et adaptée à l'irrigation. Ce suivi inclut les paramètres physico-chimiques (pH, conductivité, MES, DBO5, DCO, nutriments) et microbiologiques (coliformes, bactéries pathogènes), afin de respecter les normes nationales et internationales.

La sensibilisation des agriculteurs est tout aussi importante. Elle permet de leur transmettre les bonnes pratiques d'irrigation avec ces eaux, d'éviter les risques sanitaires pour eux-mêmes et pour leurs cultures, et de maximiser l'efficacité de l'eau. Les agriculteurs apprennent notamment à adapter la fréquence et la quantité d'irrigation selon le type de culture et l'état du sol.

L'utilisation des eaux usées épurées peut se faire pour différents types de cultures. Les cultures maraîchères et fruitières bénéficient particulièrement de cette eau riche en nutriments, tandis que les cultures sensibles à la contamination microbienne doivent être irriguées avec prudence, souvent par des techniques comme le goutte-à-goutte pour limiter le contact avec les parties consommables.

CHAPITRE VI : OPTIMISATION DE LA QUALITE DES EAUX

Cette approche combinée de contrôle de qualité et formation pratique favorise une irrigation durable, sûre et optimisée, tout en valorisant une ressource en eau précieuse dans les zones agricoles où l'eau est limitée.

Conclusion :

L'analyse des sols, de la topographie et des ressources disponibles confirme que le périmètre étudié peut être irrigué de manière efficace. Les caractéristiques physiques et chimiques du sol, associées à la qualité de l'eau épurée, permettent d'envisager une irrigation régulière et adaptée aux cultures présentes, assurant ainsi la viabilité et la durabilité du projet. La réussite de cette irrigation dépend également d'un contrôle rigoureux de la qualité de l'eau et de la sensibilisation des agriculteurs aux bonnes pratiques d'utilisation des eaux usées traitées.

***CHAPITRES VII : GESTION ET
EXPLOITATION DE LA STEP.***

Introduction

La performance et la pérennité d'une station d'épuration reposent sur plusieurs facteurs fondamentaux. D'une part, une exploitation de qualité assure la mise en œuvre efficace des procédés retenus, choisis pour leur fiabilité technique et leur viabilité économique. D'autre part, le choix approprié du procédé de traitement conditionne directement l'efficacité globale de la station. Enfin, une gestion rigoureuse et rationnelle est indispensable pour maintenir un niveau de performance épuratoire satisfaisant. L'absence ou la défaillance de l'un de ces éléments peut compromettre le fonctionnement général de l'installation.

VII.1 Contrôle de fonctionnement

Le bon fonctionnement et la durabilité d'une station d'épuration exigent un entretien régulier et méthodique des différentes infrastructures : nettoyage permanent des rigoles, caniveaux, parois et autres éléments essentiels.

Les ouvrages métalliques doivent être repeints en moyenne tous les cinq ans afin de prévenir la corrosion, tandis que les structures en béton nécessitent une surveillance continue portant notamment sur l'étanchéité, la présence éventuelle de fissures et l'état des joints de dilatation.

Par ailleurs, la lubrification périodique des équipements mécaniques et électromécaniques est indispensable pour garantir leur efficacité. Les équipements immergés nécessitent une vidange annuelle de leurs compartiments, alors que les systèmes d'aération doivent faire l'objet d'un contrôle fréquent, incluant notamment le nettoyage des diffuseurs d'air.

Une stratégie de maintenance préventive et proactive demeure ainsi essentielle pour assurer la fiabilité, la longévité et le bon rendement de la station d'épuration.

Afin de permettre des contrôles périodiques plus précis, il est important que l'exploitant tienne un journal de bord sur lequel il consignera les résultats des tests et les observations faites.

CHAPITRE VII: GESTION ET EXPLOITATION

VII.1.1 Contrôles journaliers

Les contrôles quotidiens assurés par l'exploitant sont indispensables pour évaluer la gestion optimale de la station d'épuration. Ils comprennent notamment :

- Des tests de décantation et de turbidité,
- La surveillance des odeurs,
- L'observation de la couleur des boues,
- La détection d'un éventuel manque d'oxygène, souvent signalé par une odeur désagréable et par des boues de teinte gris-noir.

Afin d'assurer un suivi précis et continu, l'exploitant doit consigner chaque jour les résultats des tests et ses observations dans un journal de bord.

VII.1.2 Contrôles périodiques

Les contrôles périodiques visent à fournir des données fiables permettant d'orienter le gestionnaire de la station vers les meilleures pratiques d'exploitation et d'identifier les ajustements nécessaires. Ils incluent :

- La mesure de la concentration en oxygène dans le bassin d'aération.
- L'analyse des boues prélevées après 15 à 20 minutes de fonctionnement des aérateurs (décantabilité, MES, MVS).
- L'analyse de l'effluent traité à partir d'un échantillon instantané.
- Une visite annuelle de bilan destinée à établir un diagnostic global du fonctionnement de la station.

Cette visite comprend également des analyses de l'effluent entrant sur 24 heures afin d'évaluer les mêmes paramètres en fonction du débit.

VII.2 Dispositifs d'entretien des ouvrages

VI.2.1 Le dégrilleur

- Procéder chaque jour à l'évacuation des déchets retenus et au nettoyage des parois à l'aide d'un jet d'eau ; éliminer les matières putrescibles à l'aide d'un râteau.
- Enregistrer quotidiennement les quantités de déchets extraits.
- Vérifier chaque jour le niveau d'huile et de graisse des chaînes d'entraînement.
- S'assurer du bon fonctionnement électromécanique de l'installation.

VII.2.2 Dessableur – Dégraisseur

- Assurer chaque jour la propreté du poste.
- Vérifier quotidiennement le bon fonctionnement de l'ensemble de l'installation.
- Contrôler le pont roulant et les systèmes de raclage en les faisant fonctionner selon un cycle complet.
- Maintenir en marche continue le pont roulant ainsi que le dispositif d'insufflation d'air.

VII.2.3 Bassin d'anoxie

- Vérifier régulièrement le rendement de l'ouvrage.
- Contrôler le taux de recirculation de la liqueur mixte provenant du bassin d'aération.
- Assurer la bonne marche du système de brassage et surveiller son fonctionnement.

VII.2.4 Bassin d'aération

- Contrôler quotidiennement l'état et le bon fonctionnement des équipements d'aération.
- Entretenir les automates de commande (démarrage/arrêt) des aérateurs.
- Enregistrer les paramètres de fonctionnement tels que le débit d'air et la teneur en oxygène dissous.

CHAPITRE VII: GESTION ET EXPLOITATION

- Mesurer chaque jour la charge en DBO entrante, l'indice de Mohlman ainsi que la concentration de boues dans le bassin.

VII.2.5 Clarificateur

- Maintenir le clarificateur en état de propreté.
- Vérifier semestriellement le bon fonctionnement des dispositifs d'isolation.
- Contrôler chaque jour les systèmes de pompage des écumes.
- Réaliser une analyse contractuelle de l'eau clarifiée (DBO, DCO, MES).
- Procéder à la vidange complète des ouvrages tous les cinq ans afin de contrôler et d'entretenir les structures immergées.

VII.2.6 Désinfection des eaux épurées

- Maintenir le poste propre en permanence.
- Respecter les procédures de mise en marche et d'arrêt établies par les fabricants.
- Activer régulièrement le circuit de secours de chloration.
- Éviter toute utilisation d'eau dans les circuits contenant du chlore afin de prévenir les réactions indésirables.

VII.2.7 Épaississeur

- Assurer quotidiennement la propreté du poste.
- Mesurer chaque jour la hauteur du voile de boue, en veillant à ce que l'épaisseur minimale soit de 2 mètres.
- Contrôler quotidiennement le pH des eaux surversées et des boues épaissies.
- Enregistrer systématiquement les volumes de boues soutirées.
- Réaliser une vidange complète de l'ouvrage tous les cinq ans pour l'inspection et l'entretien des structures immergées.

CHAPITRE VII: GESTION ET EXPLOITATION

VII.2.8 Filtre à bande

- Garantir le bon fonctionnement quotidien du dispositif.
- Laver régulièrement les bandes après chaque utilisation.
- Graisser chaque jour les cylindres tournants.
- Effectuer un nettoyage approprié de l'ensemble de la machine afin d'assurer sa longévité et son efficacité.

VII.3 Hygiène et sécurité

Dans une station d'épuration, le respect des règles d'hygiène et de sécurité constitue une priorité essentielle pour protéger le personnel et garantir des conditions de travail sécurisées. Les principales mesures à appliquer sont les suivantes :

VII.3.1 Circulation et accessibilité

Veiller à ce que les passerelles et zones d'accès aux aérateurs restent dégagées et libres de tout obstacle afin de faciliter les déplacements en toute sécurité.

VII.3.2 Systèmes d'alarme

Installer des dispositifs d'alarme dans les zones sensibles afin de signaler rapidement tout dysfonctionnement ou situation dangereuse.

VII.3.3 Ventilation

Assurer une ventilation correcte dans les locaux fermés et installer des systèmes adaptés dans les ouvrages susceptibles de générer des émissions gazeuses importantes.

VII.3.4 Garde-corps

Équiper les lieux de travail et de circulation de garde-corps conformes aux normes afin de prévenir les chutes.

CHAPITRE VII : GESTION ET EXPLOITATION

VII.3.5 Prévention des chutes

Installer des protections appropriées, notamment des grilles ou des barreaux, pour réduire les risques de chute dans les zones exposées.

VII.3.6 Sécurité aquatique

Disposer des perches et des bouées de manière stratégique autour des bassins pour permettre une intervention rapide en cas d'accident.

VII.3.7 Espaces confinés
Avant toute intervention dans un espace confiné, contrôler l'atmosphère intérieure ; une attention particulière doit être portée à la présence éventuelle d'hydrogène sulfuré (H_2S), gaz dangereux et potentiellement mortel.

Conclusion

La gestion et l'exploitation d'une station d'épuration constituent un défi complexe reposant sur plusieurs piliers. Un entretien rigoureux des installations est indispensable pour garantir leur durabilité, tandis que le maintien de la propreté à travers des nettoyages réguliers assure la pérennité de la station.

Parallèlement, la sécurité et l'hygiène au travail restent primordiales : la mise en place de dispositifs de protection et la vigilance quotidienne permettent de préserver la santé et la sécurité des opérateurs, garantissant ainsi le bon fonctionnement global de la station.

CONCLUSION GENERALE

La réutilisation des eaux usées épurées constitue aujourd'hui une solution stratégique face aux enjeux croissants de disponibilité en eau et de protection de l'environnement. L'étude menée sur la STEP de Mazouna a permis de détailler le fonctionnement de ses principaux ouvrages, depuis le prétraitement jusqu'à la désinfection par rayonnement ultraviolet (UV), démontrant l'efficacité de chaque étape pour garantir une eau adaptée à la réutilisation agricole.

Le traitement tertiaire, notamment la désinfection UV, a permis de réduire la charge bactérienne et d'améliorer la qualité de l'eau. Sur cette base, l'étude de faisabilité de l'irrigation des périmètres entre Mazouna et Ouarizane a montré que cette eau traitée peut être utilisée de manière efficace et durable, en utilisant des méthodes adaptées comme l'irrigation goutte-à-goutte.

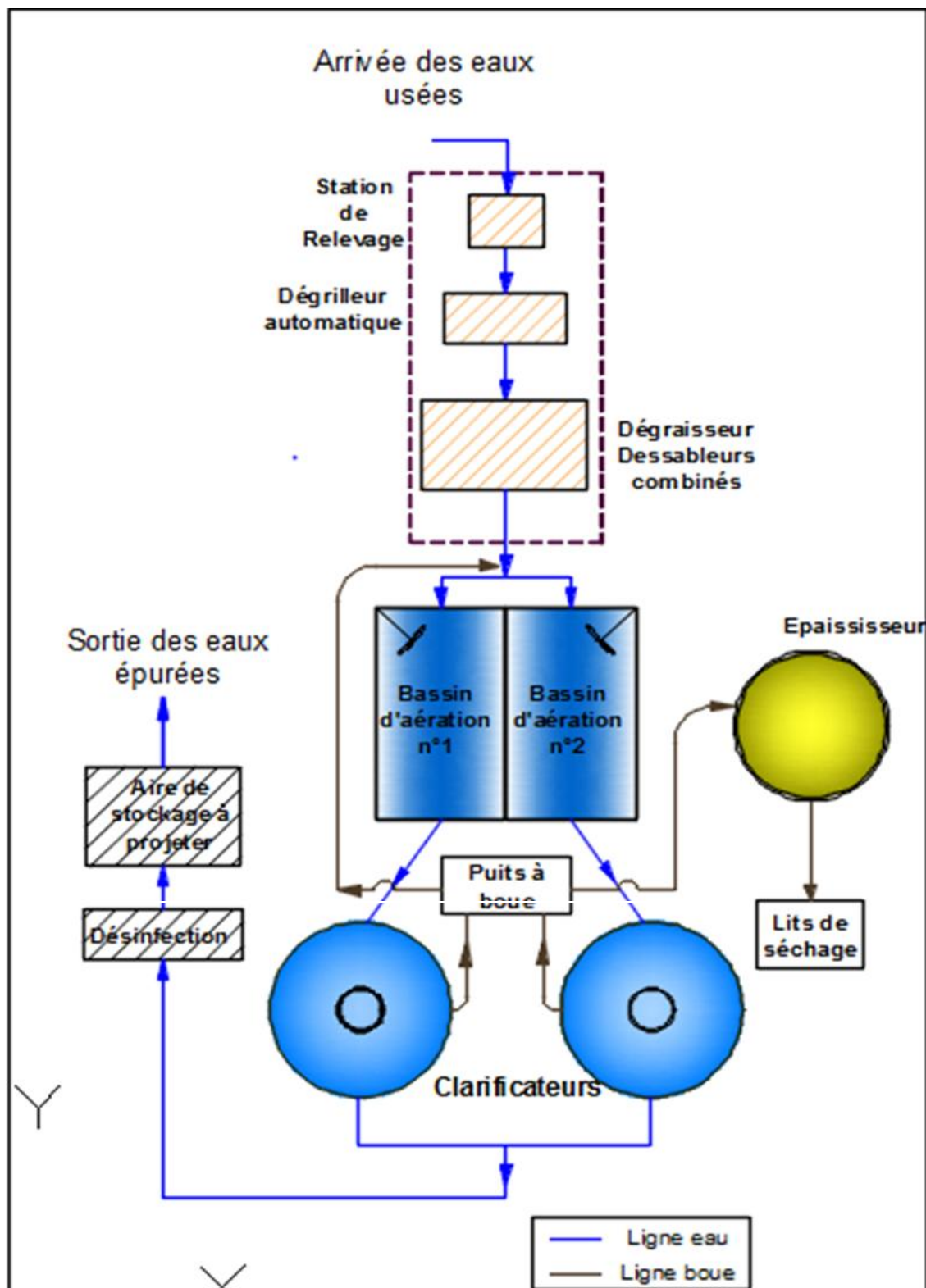
Cette analyse souligne l'importance d'une gestion intégrée et planifiée des ressources en eau, respectueuse des normes sanitaires et environnementales, afin de minimiser les risques pour les cultures, les sols et les écosystèmes locaux. La valorisation des eaux usées contribue ainsi à la sécurité hydrique, à la durabilité des pratiques agricoles et à la préservation des espaces naturels.

En conclusion, cette étude fournit une base solide pour orienter des projets futurs de réutilisation des eaux usées et d'amélioration des systèmes d'assainissement similaires, démontrant que des solutions comme la désinfection UV, combinée à une exploitation maîtrisée des eaux traitées, permettent de concilier besoins humains, protection de l'environnement et développement durable dans la zone de Mazouna et au-delà.

REFERENCE

- [1] GROSCLAUDE, G. (Dir.), 1999. L'eau. Tome 1 : Milieu naturel et maîtrise ; Tome 2 : Usages et polluants. Versailles : Institut National de la Recherche Agronomique (INRA), coll. « Un point sur... », 204 p. et 210 p.
- [2] VAILLANT, J.R., 1974. Perfectionnement et nouveautés pour l'épuration des eaux usées urbaines et des eaux résiduelles industrielles. Paris : Éditions Eyrolles.
- [3] HAMICHE, L., 2013. Conception d'une station d'épuration pour la région de Béni Douala. Mémoire d'ingénieur d'État en hydraulique, École Nationale Supérieure de l'Hydraulique.
- [4] METAHRI, M.S., 2012. Élimination simultanée de la pollution azotée et phosphatée des eaux usées traitées par des procédés mixtes : cas de la STEP Est de la ville de Tizi-Ouzou. Thèse de doctorat en agronomie, UMMTO.
- [5] ASANO, T., 1998. Wastewater reclamation and reuse. Water Quality Management Library, 1475 p.
- [6] BALEH, K., 2011. Conception de la station d'épuration de la ville d'Azazga, wilaya de Tizi Ouzou. Mémoire d'ingénieur d'État en hydraulique, École Nationale Supérieure de l'Hydraulique.
- [7] BAUMONT, S., CAMARD, J.P., LEFRANC, A. et FRANCONI, A., 2004. Réutilisation des eaux usées : risques sanitaires et faisabilité en Île-de-France. Toulouse : Éditions de l'École Nationale Supérieure d'Agronomie de Toulouse, 220 p.
- [8] VALIRON, F., 1983. La réutilisation des eaux usées. Paris : Éditions du BRGM, 207 p.
- [9] LAZAROVA, V. et BRISSAUD, F., 2013. Bénéfices et contraintes de la réutilisation des eaux usées en France. L'eau, l'industrie, les nuisances, juin 2013.
- [10] DJEMIL, W., HANOUCHE, M. et BELKSIER, M.S., 2018. Reuse of treated wastewater in agriculture: physicochemical quality and environmental risks. Case of wastewater treatment plants of Baraki and Beni Messous, Algeria. AIP Conference Proceedings.
- [11] TOUIL, S., RICHA, A. et FIZIR, M., 2021. Advanced monitoring of hydroponic solutions using ion-selective electrodes and the Internet of Things.
- [12] OMS, 2006. Directives de l'Organisation Mondiale de la Santé relatives à la réutilisation des eaux usées.
- [13] Journal Officiel de la République Algérienne Démocratique et Populaire , n°26, 2012.
- [14] Arrêté interministériel, 2012, relatif à la réutilisation des eaux usées épurées à des fins agricoles, publié au Journal Officiel.
- [15] LNR-DZ, 2022. Réutilisation des eaux usées épurées. Disponible en ligne : <https://www.lnr-dz.com/2022/03/13/reutilisation-des-eaux-usees-epurees/>
- [16] Université de Chlef. Réutilisation des eaux usées. Disponible en ligne : <http://dspace.univ-chlef.dz/handle/123456789/739>
- [17] Scribd. Documents en ligne. Disponible sur : <https://www.scribd.com>

ANNEXE



Annexe 1 : Plan sympotique