



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Faculté des Sciences et de la Technologie

Département d'Hydraulique et de Génie Civil

Spécialité : Hydraulique

Université de Ghardaïa



analyse physico chimiques des eaux usées

épurées par boues activées STEP Hassi R' Mel

Laghouat

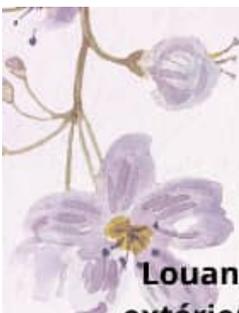
Réalisé par :

BEN SEGHIR FERIEL

Supervisé par:

DR: HAFSI RADIA

Academic year : 2024/2025



Dédicace :

Louange à Dieu, en tout temps et en toute circonstance, extérieurement et intérieurement, pour Ses innombrables bienfaits, et pour cette étape bénie qui n'aurait pu être atteinte sans Sa guidance

À mon cher père, merci pour ton soutien, ta confiance et ta patience. Tu as toujours été mon exemple de force et de fermeté

À ma chère mère, au grand cœur et aux prières sincères, aucun mot ne saurait exprimer toute ma gratitude. Tu es la source et la motivation de tout ce qu'il y a de bon dans ma vie

À mes frères et sœurs bien-aimés, vous êtes ma seconde âme, ma joie grandissante à chaque réussite

À mes amis, ceux qui ont partagé le chemin avec moi, dans l'effort comme dans le rire, vous avez rendu ce voyage plus léger et plus beau

Cette réussite est une page d'un parcours, une première étape vers l'avenir. J'espère qu'elle sera couronnée de succès, accompagnée de la satisfaction divine et des prières de ceux que j'aime

"وَمَا تَوْفِيقِي إِلَّا بِاللَّهِ، عَلَيْهِ تَوَكَّلْتُ وَإِلَيْهِ أُنِيبُ" — Sourate Houd, verset 88





Remerciements

J'adresse mes plus sincères remerciements à toutes les personnes qui ont contribué à la réalisation de ce mémoire, chacun selon son nom et son rang, en espérant que Dieu les récompense pour leur .soutien

Je tiens à remercier particulièrement les employés de la société Sonatrach ainsi que ceux de la station d'épuration des eaux usées de Hassi R'mel, pour leur collaboration et les facilités qu'ils m'ont accordées tout au long de la période de stage, ce qui a grandement contribué à la collecte des informations et à l'atteinte des objectifs de ce .travail

Je remercie également tous mes professeurs pour leurs efforts tout au long de mon parcours universitaire. Je tiens à citer spécialement Madame Hafsi Radia, pour son accompagnement, ses conseils précieux et son soutien tout au long de ce .travail

Enfin, je remercie toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à l'aboutissement de ce mémoire. Recevez toute ma reconnaissance et .mon profond respect



REMERCIEMENT

الملخص:

يهدف هذا العمل إلى دراسة محطة تطهير المياه المستعملة بحاسي الرمل (ولاية الأغواط)، من خلال تقييم مدى فعالية المعالجة الفيزيائية والبيولوجية المعتمدة فيها. شملت الدراسة تحليلاً فيزيائياً وكيميائياً للمياه المستعملة لتحديد مدى كفاءة (النجاعة) المحطة. وقد أظهرت النتائج أداءً جيداً (أو مردودية عالية) للمحطة في تقليص مؤشرات التلوث، مما يجعل المياه المعالجة قابلة لإعادة الاستخدام في مجالات غير موجهة للشرب، وهو ما يعكس أهمية محطة التطهير في تحسين الأداء البيئي المحلي.

الكلمات المفتاحية: مياه مستعملة، معالجة، محطة تطهير، حاسي الرمل، تلوث، مردودية، تحليل فيزيائي وكيميائي، أداء

RÉSUMÉ :

Ce travail vise à étudier la station d'épuration des eaux usées de Hassi R'mel (wilaya de Laghouat), en évaluant l'efficacité des traitements physique et biologique appliqués. Une analyse physique et chimique des eaux usées a été réalisée afin d'évaluer le rendement de la station. Les résultats ont démontré une bonne performance dans la réduction de la pollution, rendant les eaux traitées aptes à une réutilisation dans des domaines non potables. Ce travail met en évidence le rôle important de la station dans l'amélioration de la qualité environnementale.

Mots clés : Eaux usées, traitement, station d'épuration, Hassi R'mel, pollution, rendement, analyse physique et chimique, performance.

ABSTRACT

This study aims to analyze the wastewater treatment plant of Hassi R'mel (Laghouat province) by evaluating the efficiency of the physical and biological treatment processes. A physical and chemical analysis of the wastewater was conducted to assess the plant's overall performance and treatment yield. The results demonstrated a high level of performance in reducing pollution indicators, making the treated water suitable for reuse in non-potable applications. The study highlights the essential role of the purification plant in improving environmental quality.

Key words: Wastewater, treatment, purification plant, Hassi R'mel, pollution, yield, physical and chemical analysis, performance.

SOMMAIRE

Introduction.....	12
Chapitre 01: Généralités sur les eaux usées	13
I. Introduction.....	14
II. Définition des eaux usées	14
III. Origine et qualité des eaux usées	14
IV. Les eaux résiduaires urbaines et pluviales	15
V. Les eaux industrielles.....	16
VI. Les eaux usées agricoles	18
VII. Caractéristiques des eaux usées.....	18
VIII. Estimation des rejets d'eaux usées	18
1. Équivalent habitant (EH)	20
2. Débit (Q).....	20
3. Normes de rejets.....	20
IX. Conclusion	22
Chapitre 02: Présentation de la station d'épuration de Hassi R'mel	23
I. Introduction.....	24
II. Présentation de la STEP	24
III. Origine des eaux entrantes	24
IV. Données de base de la station	24
1. Nombre d'habitants.....	26
2. Consommation en eau potable	26
3. Coefficient de rejet.....	26
4. Débit moyen.....	26

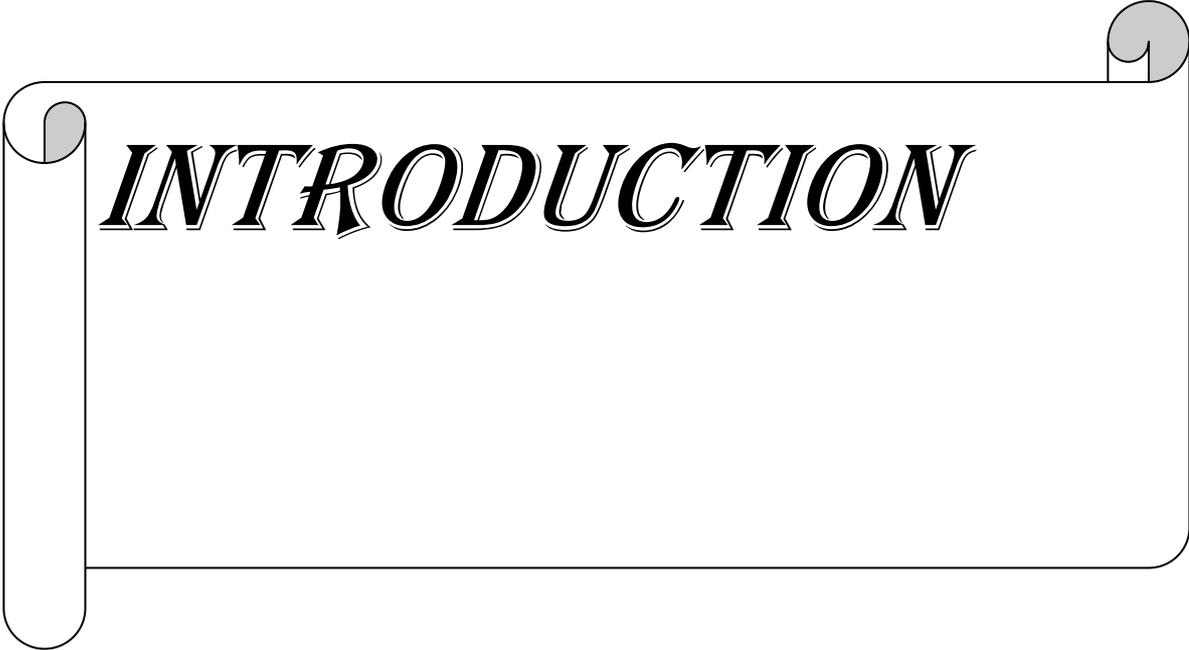
5. Coefficient de pointe	26
6. Débit de pointe horaire.....	26
7. Pollution journalière.....	26
7.1. Concentration en DBO5.....	28
7.2. Concentration en MES.....	28
7.3. Notion de charge.....	28
V. Procédure de traitement.....	30
8. Prétraitement.....	30
1.1. Arrivée des eaux brutes.....	30
1.2. Dégrillage.....	30
1.3. Dessablage – Déshuilage.....	32
9. Traitement biologique.....	32
2.1. Bassin d'aération.....	32
2.2. Bassin de clarification.....	34
2.3. Poste de recirculation.....	36
10. Traitement des boues.....	40
3.1. Épaississement.....	40
3.2. Séchage naturel.....	42
3.3. Chloration.....	42
VI. Objectifs de la station.....	44
VII. Conclusion.....	44
Chapitre 03: Analyse physique et chimique des eaux usées par boues activées.....	45
I. Introduction.....	46
II. Définition et fonctions des boues activées.....	46

III. Traitement biologique	46
1. Principe	46
2. Évaluation de la pollution organique	46
IV. Types d'analyses effectuées.....	48
V. Paramètres analytiques.....	50
1.1. Température	50
1.2. pH.....	50
1.3. Conductivité.....	52
1.4. Turbidité.....	52
1.5. MES, MVS, MM.....	52
4. Paramètres indicateurs de pollution	54
2.1. DCO	54
2.2. DBO5	54
2.3. Azote	54
2.4. Phosphore.....	55
2.5. Bactéries, virus, protozoaires	55
VI. Mode opératoire d'analyse.....	59
VII. Efficacité du traitement	60
5. Biodégradabilité.....	60
6. Rendement	61
7. DBO éliminée	61
VIII. Normes appliquées à la STEP	61
Chapitre 04: Impacts et réutilisation des eaux usées.....	62
I. Introduction.....	64

II. Risques pour la santé.....	64
III. Impacts environnementaux	64
IV. Réutilisation des eaux usées	65
5. Catégories de réutilisation.....	66
6. Avantages.....	67
7. Contraintes	67
8. Critères de qualité	68
<i>99conclusions</i>	<i>70</i>

Liste des figures

<i>Figure</i>	<i>2.1</i>	<i>Bassin d'aération p 34</i>
<i>Figure</i>	<i>2.2</i>	<i>Bassin de clarification p36</i>
<i>Figure</i>	<i>2.3</i>	<i>Boues en excès p38</i>
<i>Figure</i>	<i>1.2</i>	<i>ph mètre p50</i>
<i>Figure</i>	<i>2.2</i>	<i>Musure de demande biochimique en oxygène</i>
<i>Figure</i>	<i>VL:</i>	<i>Analyse des produites chimhque p60</i>
<i>Figure</i>	<i>1.2</i>	<i>La réutilisation des eaux usées épurées dans le cycle d'assainissement. P65</i>



INTRODUCTION

INTRODUCTION

La gestion durable des ressources en eau représente aujourd'hui un enjeu majeur pour les sociétés modernes, notamment face à la croissance démographique, au développement industriel et à l'évolution des modes de consommation. Parmi les défis les plus pressants figure la problématique des eaux usées, dont la pollution constitue une menace sérieuse pour l'environnement, la santé publique et les écosystèmes aquatiques. Avant leur rejet dans le milieu naturel ou leur éventuelle réutilisation, ces eaux doivent impérativement subir des traitements appropriés afin de réduire leur charge polluante.

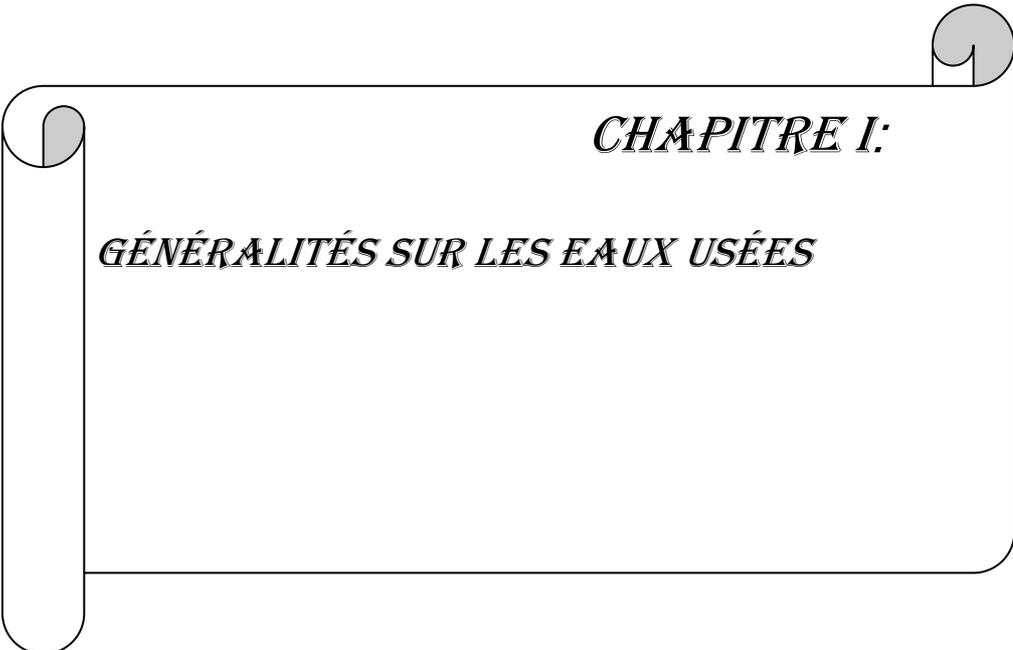
Le procédé des boues activées, largement adopté à travers le monde, s'impose comme une technique efficace de traitement biologique des eaux usées. Il permet d'éliminer une grande partie de la matière organique, des nutriments et des agents pathogènes, contribuant ainsi à l'amélioration de la qualité des eaux traitées. Ce système repose sur l'activité de microorganismes en suspension dans des conditions contrôlées d'aération, qui dégradent les polluants présents dans les eaux usées.

Dans ce contexte, la station d'épuration de Hassi R'Mel joue un rôle stratégique dans le traitement des eaux usées domestiques et industrielles issues principalement des installations de la zone industrielle de Sonatrach. Cette station utilise le procédé des boues activées pour dépolluer les eaux avant leur rejet, dans un souci de conformité aux normes environnementales nationales et internationales.

Le présent mémoire s'inscrit dans une démarche d'évaluation de l'efficacité de ce procédé. Il se propose d'analyser la qualité des eaux épurées à la sortie de la STEP de Hassi R'Mel afin de vérifier leur conformité aux normes en vigueur et d'évaluer leur impact potentiel sur l'environnement en cas de rejet ou leur aptitude à être réutilisées dans certains usages non potables.

Problématique : Les eaux usées épurées par boues activées à la STEP de Hassi R'Mel respectent-elles les normes de qualité pour un rejet sécurisé ou une éventuelle réutilisation ?

À travers cette étude, nous visons à mieux comprendre l'efficacité du traitement biologique mis en place à Hassi R'Mel et à proposer, le cas échéant, des pistes d'optimisation pour une gestion plus durable des eaux usées.

A decorative graphic of a scroll with a vertical strip on the left and a horizontal strip on the right, both with rounded ends and a small grey circle at the top right corner of the horizontal strip.

CHAPITRE I:

GÉNÉRALITÉS SUR LES EAUX USÉES

I. Introduction

Les eaux usées sont des eaux issues d'usages domestiques, industriels et agricoles, pouvant se retrouver dans l'environnement humain.

Dans ce chapitre, nous aborderons les types, les sources et les caractéristiques des eaux usées.

II. Définition des eaux usées

Les eaux usées sont des milieux extrêmement complexes, altérées par les activités anthropiques à la suite d'un usage domestique, industriel, artisanal, agricole ou autre, elles sont considérées comme polluées (Selghi, 2001).

Les eaux usées sont les eaux résiduaires d'une industrie ou d'une communauté, qui sont destinées à être rejetées après usage. Elles sont des eaux ayant perdu, par leur utilisation industrielle ou domestique, leur pureté initiale, et qui sont devenues impropres à d'autres utilisations de qualité. Les eaux usées, étant polluées par l'usage qui en a été fait, ne doivent pas être rejetées en masse dans le milieu naturel avant d'avoir été traitées en vue de l'élimination des polluants indésirables par passage dans une station d'épuration.

III. Origine et qualité des eaux usées

On peut classer comme eaux usées, les eaux d'origine urbaines constituées par des eaux ménagères (lavage corporel et du linge, lavage des locaux, eaux de cuisine) et les eaux vannes chargées de excréments et d'urines ; toute cette masse d'effluents est plus ou moins diluée

et par les eaux de lavage de la voirie et les eaux pluviales. Peuvent s'y ajouter suivant les cas les eaux d'origine industrielle et agricole. L'eau, ainsi collectée dans un réseau d'égout, apparaît comme un liquide trouble, généralement

grisâtre, contenant des matières en suspension d'origine minérale et organique à des teneurs extrêmement variables (**Bengouga, 2010**).

Suivant l'origine des substances polluantes on distingue entre quatre

IV. Les eaux résiduaires urbaines et pluviales

Les eaux usées urbaines comprennent les eaux usées domestiques et les eaux de ruissellement (eaux pluviales, eaux d'arrosage des voies publiques, eaux de lavage des caniveaux, des marchés ...), les eaux qui ruissellent sur les toitures, les cours, les jardins, les espaces verts, les voies publiques et les marchés entraînent toutes sortes de déchets minéraux et organiques : de la terre, des limons, des boues, des sables, des déchets végétaux (herbes, feuilles, graines, etc.), et toutes sortes de micropolluants (hydrocarbures, pesticides venant des jardins, détergents utilisés pour le lavage des cours, des voies publiques, des automobiles, Débris microscopiques de caoutchouc venant de l'usure des pneumatiques des véhicules (**Cardot, 1999**).

Les eaux de ruissellement peuvent être polluées par lessivage des sols, des surfaces imperméabilisées. Les eaux pluviales peuvent contenir de ce fait des métaux lourds et des toxiques : plomb, zinc, hydrocarbures,... (**Achouri, 2003**).

V. Les eaux industrielles

Elles sont très différentes des eaux usées domestiques. Leurs caractéristiques varient d'une industrie à l'autre. En plus de matières organiques, azotées ou phosphorées, elles peuvent contenir des produits toxiques, des solvants, des métaux lourds, des micropolluants organiques, des hydrocarbures... Certaines d'entre elles font l'objet d'un prétraitement de la part des industriels avant d'être rejetées dans les réseaux de collecte. Elles ne sont mêlées aux eaux

domestiques que lorsqu'elles ne présentent plus de danger pour les réseaux de collecte et ne perturbent pas le fonctionnement des usines de dépollution (**Cardot, 1999**).

VI. Les eaux usées agricoles

Ce sont des eaux qui ont été polluées par des substances utilisées dans le domaine agricole. Dans le contexte d'une agriculture performante et intensive, l'agriculteur est conduit à utiliser des produits d'origine industrielle ou agricole dont certains présentent ou peuvent présenter, des risques pour l'environnement et plus particulièrement pour la qualité des eaux. Il s'agit principalement (**Grosclaude, 1999**) :

Ce sont des eaux qui ont été polluées par des substances utilisées dans le domaine agricole. Dans le contexte d'une agriculture performante et intensive, l'agriculteur est conduit à utiliser des produits d'origine industrielle ou agricole dont certains présentent ou peuvent présenter, des risques pour l'environnement et plus particulièrement pour la qualité des eaux. Il s'agit principalement (**Grosclaude, 1999**) :

- Des fertilisants (engrais minéraux du commerce ou déjections animales produites ou non sur l'exploitation) ;
- Des produits phytosanitaires (herbicides, fongicides, insecticides,...).

VII. Caractéristiques des eaux usées

La composition des eaux usées est extrêmement variable en fonction de leur origine. Elles peuvent contenir de nombreuses substances, sous forme solide ou dissoute, ainsi que de nombreux microorganismes. En fonction de leurs caractéristiques physiques, chimiques, biologiques et du danger sanitaire qu'elles représentent, ces substances peuvent être classées en quatre groupes :

les matières en suspension, les micro-organismes, les éléments traces minéraux ou organiques, et les substances nutritives (**Baumont et al., 2004**).

VIII. Estimation des rejets d'eaux usées

Pour le dimensionnement des ouvrages de la station d'épuration, on doit connaître (estimer) la quantité de pollution dans l'effluent. Dans la pratique, on prend comme unité de pollution, l'équivalent habitant et le débit d'eau rejetée.

1. Équivalent habitant (EH)

C'est une notation utilisée pour caractériser la charge de pollution des effluents, quelle que soit leur origine. Elle mesure les rejets d'une personne humaine (Rodier, 2005). Ce terme est utilisé pour évaluer la capacité de traitement d'une station d'épuration (A.I.D.E, 2005).

2. Débit (Q)

L'estimation du débit journalier de l'eau résiduaire urbaine qui arrive à la station d'épuration repose sur (Rejsek, 2002) :

- ✓ L'enregistrement du temps de fonctionnement des pompes de relèvement qui alimente la station ;
- ✓ La mesure du débit dans un canal de comptage situé à l'entrée ou à la sortie de la station.

Des variations de débit peuvent se produire au cours de la journée ou même au cours de la semaine. Elles ont plusieurs origines (Rejsek, 2002) :

La consommation d'eau potable cyclique (matin, midi, soir) ;

Les variations dans le fonctionnement d'établissements publics (écoles) ou industriels ;

L'incidence des eaux pluviales ou des eaux parasites ;

Les dimensions et caractéristiques du réseau de collecteurs.

Le débit est donc variable et on peut déterminer le débit moyen journalier sur la station d'épuration ainsi que le débit de pointe, débit maximum horaire enregistré sur la station, qui doit correspondre au débit nominal de pointe prévu lors de la conception de la station (Rejsek, 2002).

3. Normes de rejets des eaux usées épurées

La finalité du traitement des effluents avant rejets est la protection du milieu naturel. Progressivement, la réglementation a diversifié les niveaux de rejet possibles pour les adapter à des objectifs de qualité de la rivière fixés par les autorités responsables de la gestion des ressources en eau (Degrémont, 1989).

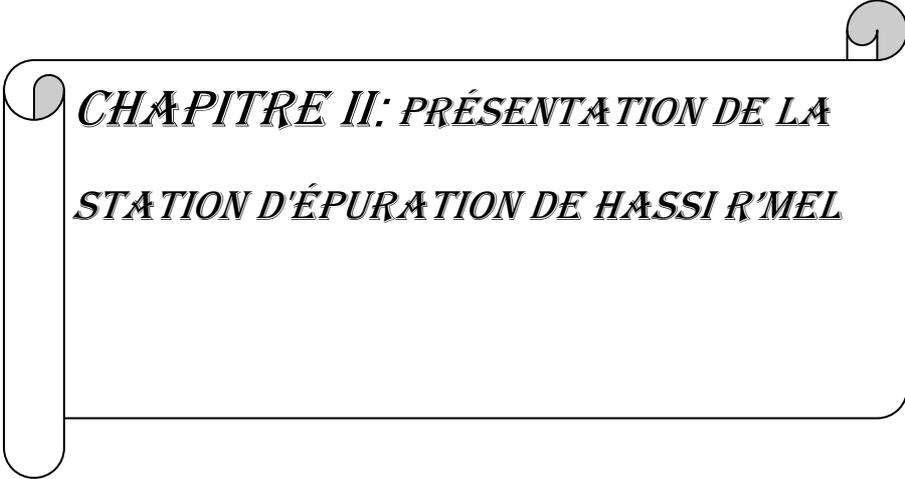
CHAPITRE I : *GÉNÉRALITÉS SUR LES EAUX USÉES*

Par définition, les normes de rejets sont les quantités maximales de matières polluantes qui pourront être rejetées dans un milieu récepteur donné, appelées normes de rejets. Elles répondent à des lois nationales et/ou internationales qui peuvent être adaptées localement par arrêté préfectoral.

Il existe plusieurs textes législatifs et réglementaires qui définissent ces normes de rejets comme l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) (WHO, 1989), la directive européenne Gaid.2007 et les normes Algériennes ONA.

IX . Conclusion

À travers ce chapitre, nous avons découvert les concepts fondamentaux liés aux eaux usées, leurs différentes catégories ainsi que leurs caractéristiques physiques, chimiques et biologiques. L'importance de leur traitement pour la protection de l'environnement et de la santé publique a également été soulignée. La compréhension de ces notions constitue une première étape essentielle pour appréhender les enjeux liés à la gestion et au traitement des eaux usées.



*CHAPITRE II: PRÉSENTATION DE LA
STATION D'ÉPURATION DE HASSI R'MEL*

CHAPITER II: PRÉSENTATION DE LA STATION D'ÉPURATION DE HASSI R'MEL

I. Introduction :

parfaitement aux besoins de la région , la station d'épuration de hassi R'mel représente un atout environnementale et économique majeur pour Sonatrach

Ce chapitre présente les origines de la station , sa structure , son mode de fonctionnement et ses principaux objectifs.

II. Présentation de la station d'épuration (STEP Hassi R'mel) :

Dans le cadre de la mise en application de la politique de la société de transport et de commercialisation des hydrocarbures (Sonatrach) relative à la protection de l'environnement , la direction régionale de Hassi R' mel a mis en œuvre un programme ambitieux visant à éliminer ou à réduire au maximum les nuisances causées par ses activités et services , pour ce faire un station d' épuration des eaux usées urbaines a été implantée .

Cette station a été mise en service en 2001 , conçue pour 1500eq habitants et visant les objectifs suivants :

- Eviter la prolifération des maladies à transmission hydrique ,
- Protéger les milieux récepteurs ,
- Se conformer la législation et réglementation en matière de la protection de l'environnement ,
- Valoriser les eaux épurées ,

III. Origine des eaux entrantes en station d'épuration:

- Les eaux domestique;
- Les eaux industrielles;
- Les eaux de ruissellement;

IV. Données de base de la station d'épuration Hassi R'mel :

La conception d'une station d'épuration d'eaux usées est fixée selon un calcul technique et économique comparatif en tenant compte de tout les aspects :

CHAPITER II: PRÉSENTATION DE LA STATION D'ÉPURATION DE HASSI R'MEL

Ouvrages , appareils , instalations , couts économiques et procédès ; ce dernier est choisi en relation avec le degré d'épurztion voulu .

Les données de base pour la conception de cette station d'épuration sont les suivantes :

1. Nombre d'hapitant :

Il est utilisè pour ètablir une relation d'èquivalence entre les diffèrentes sources de pollutions et le nombre d'apitants pour cette station et de 15000

2. consommations en eau potable :

C'est la quantité d'eau conventionnelle consommèe axprimèe en mètre cube par jour , elle est esti'mè de 3750 m³/j

3. coefficient de rejrt :

C'est le rapport de la consommation d'eau potable sur le dèbit moyen journalier . il est exprimè en pourcentage (%) . et il est estimè de 80%

4. Dèbit moyen (journalier ou horaire) :

C'est la quantité d'eaux usèes produites en moyenne qui s'ècoulent en un point , exprimè en mètre cube en un temps donnèe : soit en 1heure (dèbit moyen horaire)qui est estimer de 125m³/h ou sur 24 heures (dèbit moyen journalier) , et qui est estimer de 3000m³/j .

5. coefficient de pointe :

C'est une èchellee indiquant l'amplitude plus ou moins forte de la production d'eau ussèe pour chaque jour de l'annèe , il est estimè de 1,92.

6. Dèbit de pointe horaire :

C'est le produit du dèbit moyen par le coefficient de pointe , il estimè de 240m³/h.

7. Pollution journalière en (DBO5 ou MES) :

Elle est dèfinit par la relation qui suit :

CHAPITER II: *PRÉSENTATION DE LA STATION D'ÉPURATION DE HASSI R'MEL*

$$C = \text{DBO5} * Q$$

Avec : c : charge de pollution exprimée en kilogramme de DBO5 par jour et qui est de 810 DBO5/j

Ou

$$C = \text{MES} * Q$$

Avec : charge de pollution exprimé en kilograme de MES par jour et qui est de 1,05kg/j

Q : débit moyen journalier des eaux usées

7. 1 . concentration en DBO5 :

c'est la teneur en charge polluante déterminée par la demande biochimique en oxygène pendant cinq jours exprimée en milligramme par litre , elle est estimée 270mg /l .

7. 2. concentration en MES :

c'est la teneur en charge polluante des matières en suspension exprimé en milligramme par litre , elle est estimée de 350mg/l

7. 3 .Notion de charge :

celle-ci définit les caractéristiques du réacteur ou turbines

charge massique :

c'est le rapport de la pollution apportée par unité de masse de boue . elle estimée de 0.1

charge volumique :

c'est le rapport de la pollution entrante par unité de volume du bassin , elle est de 0.351kg/DBO5/M3/.

Description de la procédure de traitement de la station de Hassi R'mel :

La station d'épuration de Hassi R'mel , qui traite les eaux usées est une station à traitement par boues activées à faible charge et aération prolongé , qui n'est pas autre que la reproduction du phénomène d'autoépurations naturel des

CHAPITER II: PRÉSENTATION DE LA STATION D'ÉPURATION DE HASSI R'MEL

cours d'eau à l'échelle d'un bassin , qui consiste à dégradation des charges organique polluantes sous l'action des microorganique et qui exige une quantité d'oxygène , appelée DBO5 et qui l'on exprime en mg/l'd'o2

Les procédés pour boues activées comportent essentiellement une phase de mise en contact de l'eau avec floc bactérien en présence d'O2 (aération), suivie par une phase de séparation de ce floc .généralement les eaux usées contient naturellement une population microbien variée

V. prètraitment de traitement :

8. Le prètraitment :

On entend par (prètraitment physique) une série d'opérations qui ont pour but d'éliminer la fraction la plus grossière des particules entraînées et de retirer de l'effluent des matières suscptibles de gêner les traitements ultérieurs.

1. 1 . Arrivée des eaux brutes :

Les eaux brutes sont expédiées à partir des eaux stations de relevages principales (cite des rose et OPGI), acheminées vers les ouvrages de la STEP par deux collecteurs principaux et relevés à l'entrée de la station

1 .2. Dègrillage :

De la station de relevage , les eaux brutes sont refoulées vers le dègrillage , et qui permet l'élimination des corps solides volumineux perturbant les traitements ultérieurs, ce procès est réalisée dans un canal de 500m de largeur et comporte deux étapes :

Dègrillage grossier (à nettoyage manuel) :

Assuré par une grille d'un espacement entre deux barreaux de 05cm

Dègrillage fin (à nettoyage automatique) : assuré par une grille automatique que rotatif de 1.5mm de passage avec une capacité hydrolique de 430m3/h , et actionné par un moteur de 0.55kw(livre des calculs hydroliques, STEP hassi r mel).

CHAPITER II: PRÉSENTATION DE LA STATION D'ÉPURATION DE HASSI R'MEL

1.3 Dèssablage dèshuilage :

Il est toujours à craindre une présence importante de sable , matières minérales en suspension et d'huile pouvant gêner , voir freiner le fonctionnement de l'installation .

Cette phase de prètraitment est réalisée dans un canal avec configuration rectangulaire dont sa hauteur est de 3.61m, le volume est de 45.8m³, la vitesse d'écoulement est maintenue à environ 0.3m/s(livre des calcules hydroliques, STEP hassi rmel).

L'eau est aérée par insufflation permettant d'une part la sèparation aisée du sable de l'eau qui se dèpose au fond puis relève jusqu'à la trémie et enfin vers les lits de sèchage et d'autre part , favorisant l'accumulation des graisses et des huiles en surface , puis sont récupèrèes dans une zone de tranquillisation des graisses et des huiles en surface , puis sont récupèrèes dans une zone de tranquillisation et sont dèversèes dans un puisard a graisses pour etre achemininèes par pompe au lit de sèchage .

9. traitement biologique :

Un grand nombre de micro-organismes sont capables de mètaboliser la matièrè organique et par conèquent de conduire à l'èpuration des eaux usèes chargèes en matèrès organiques biodègradables .

On peut classer les micro-organismes en gemes aèrobies , facultatifs et germes anaèrobies .

La majoritè des micro organismes prèsentés dans l'èpuration biologique sont de type facultatif (mètabolisme aèrobie en prèsence d'oxygène et anaèrobies en absence d'oxygène)

Le traitement biologique permet la rèduction de la pollution par l'action d'une masse bactèrienne , il est réalisè dans un ensemble complet qui comprend :

- Le bassin d'aération .
- Le bassin de clarification .
- La poste de recirculation .

2. 1 . Bassin d'aération:

Les eaux prètraitèes sont évacuèes gravitairement vers la station de pompage des eaux usèes ou ils seront relevés au bassin d'aération.

CHAPITER II: *PRÉSENTATION DE LA STATION D'ÉPURATION DE HASSI R'MEL*

Le bassin d'aération est de forme circulaire de 28 m de diamètre, sa surface est de 637,6 m² la hauteur d'eau prévue est de 3,6 m, il est équipé de trois aérateurs de surface "turbine" à axe verticale reposant sur une métallique et d'un oxymètre "son de à oxygène" . Cette dernière permet de mesure en continu la teneur en oxygène du mélange eaux usées _boues et la régulation de la vitesse des aérateurs.

La concentration d'oxygène dans le bassin varie de 1mg/l jusqu'à 5mg/l,(livre des calculs hydroliques, STEP hassi rmel). selon la saison

L'élimination de la pollution est assurée au niveau de la STEP dans ce bassin grâce au maintien d'une concentration élevée de micro-organismes et d'une aération prolongée au moyen des trois aérateurs à deux vitesses assurant ainsi la tenur satisfaisante en oxygène pour les bactéries. La puissance d'un aérateur est de 35 kw et la performance des aérateurs est de 92% (Livre des volume, STEP hassi rmel)

L'aérateur a pour rôle de renouveler l'oxygène aux bactéries et de provoquer une intense turbulence qui permet d'une part le maintien en suspension des boues activées et d'autre part de renforcer le contact intime de l'eau brute et les bactéries.



Figure 2 1 :Bassin d'aération

2. 2 .Bassin de clarification:

Les performances de l'épuration boilogique résultent de l'action d'aération et de clarification qui sur le plan technique, forme une seule unité. L'ouvrage de décontation secondaire est de forme circulaire de 20.5 m de diamètre, sa

CHAPITER II: *PRÉSENTATION DE LA STATION D'ÉPURATION DE HASSI R'MEL*

surface est de 320m^2 et son volume de 977m^3 , la hauteur d'eau prévue est de 2.96m , (livre des calculs hydroliques, STEP hassi rmel).

La liqueur mixite maintenue en suspension dans le bassin d'aération passe dans un bassin de clarification de forme circulaire pour y être clarifiée, l'alimentation se fait au moyen d'une conduite en siphon surmonté au centre du bassin, d'une jupe de réparation.

Le floc se sépare de l'eau interstitielle et se dépose sur le fond dans une rigole périphérique. L'ouvrage de décontation est équipé d'un pont racleur muni de fond ramenant les boues sédimentées sur le radier de l'ouvrage vers la fosse centrale à boues d'où ces derniers seront reprises par l'intermédiaire de tuyauterie vers la station de pompage d'un racleur de surface pour l'élimination des flottants.



Figure 2 2 Bassin de clarification

2. 3. La poste de recirculation :

Les boues reprises au centre du décanteur sont transférées par gravité vers le poste de recirculation et d'extraction des boues pour être recirculées ou dirigées vers le traitement des boues en fonction de la destination des boues produites. Boues de recirculation:

L'efficacité des procédés du traitement biologique par boues activées est basée sur une recirculation importante des boues provenant de la décantation secondaire, la concentration nécessaire en boues activées dans le bassin d'aération est assurée par deux groupes d'électropompes d'un débit de $125\text{m}^3/\text{h}$, (livre des calculs hydroliques, STEP hassi rmel).

CHAPITER II: PRÉSENTATION DE LA STATION D'ÉPURATION DE HASSI R'MEL

le recyclage des boues permet de maintenir une concentration de micro organismes nécessaire pour assurer le niveau d'épuration biologique, d'une part et d'autre part d'éviter le colmatage des boues au niveau du bassin de clarification.

Boues en excès:

Les boues excès sont extraites du poste de pompage avec une teneur en matière sèche 8g/l par une pompe d'un débit de 125m³/h, soit un volume journalier de 96m³/j, sont évacuées vers la filière de traitement des boues.

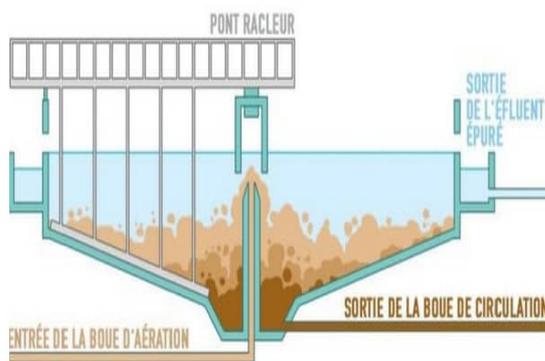


Figure 2 3 Boues en excès



Figure 4. 5: DBO mètre (Original, 2023).

Figure 2 2 Mesure de demande biochimique en oxygène (DBO)

1. Filière traitement des boues:

Le traitement des boues permet de transformer la boue en un produit apte à être transportée ou séchée sans nuisance pour l'environnement.

L'opération de traitement des boues activées au niveau de la STEP sert à réduire le volume des matières à manipuler en enlevant une partie d'eau, à cet effet les étapes de la filière de traitement des boues sont comme suit:

CHAPITER II: *PRÉSENTATION DE LA STATION D'ÉPURATION DE HASSI R'MEL*

partie d'eau, à cet effet les étapes de la filière de traitement des boues sont comme suit:

4.1. Epaissement:

c'est le premier stade, le plus simple de réduction du volume des boues sans dépense d'énergie notable.

L'épaisseur est destiné à concentrer les boues avant leurs refoulements vers les lits de séchage.

La suspension boueuse est introduite dans un épaisseur équipé de racleur, donc le temps de séjour est élevé 23 heures de façon à provoquer le tassement des boues, leur évacuation se fait gravitairement par le fond vers les lits de séchage tandis que le liquide interstitiel est évacué par le haut d'ou il est retourné vers la station de pompage des eaux usées.

L'ouvrage se présente sous forme d'un cylindre à fond conique et à faible pente, de 5.5m de diamètre, et d'une hauteur de 3.8m, sa surface est de 3275m^2 et

son volume de 91.71m^3 . L'équipement se **compose essentiellement:**

- . D'un groupe de commande posé sur une passerelle
- . D'un arbre vertical tournant à faible vitesse et portant des herse d'épaissement et des raclettes de fond.
- . D'un tube solidaire de la passerelle qui permet l'alimentation en boues de l'épaissement

CHAPITRE II: PRÉSENTATION DE LA STATION D'ÉPURATION DE HASSI R'MEL

3.2. séchage naturel:

les boues épaissies (concentration moyenne à l'extraction: 30 g /l) sont extraites de l'épaississeur et évacuées vers les lits de séchage ou elles seront épandues pour être déshydratées naturellement, il existe 8 lits de séchage, de surfac unitaire de 160 m²
production annuelle des boues: 9361m³ /an.

Hauteur du lit de boues: 0.4m

Durée de séchage des boues: 20 jours.

Nombre de rotation annuelle des lit de séchage: 18.

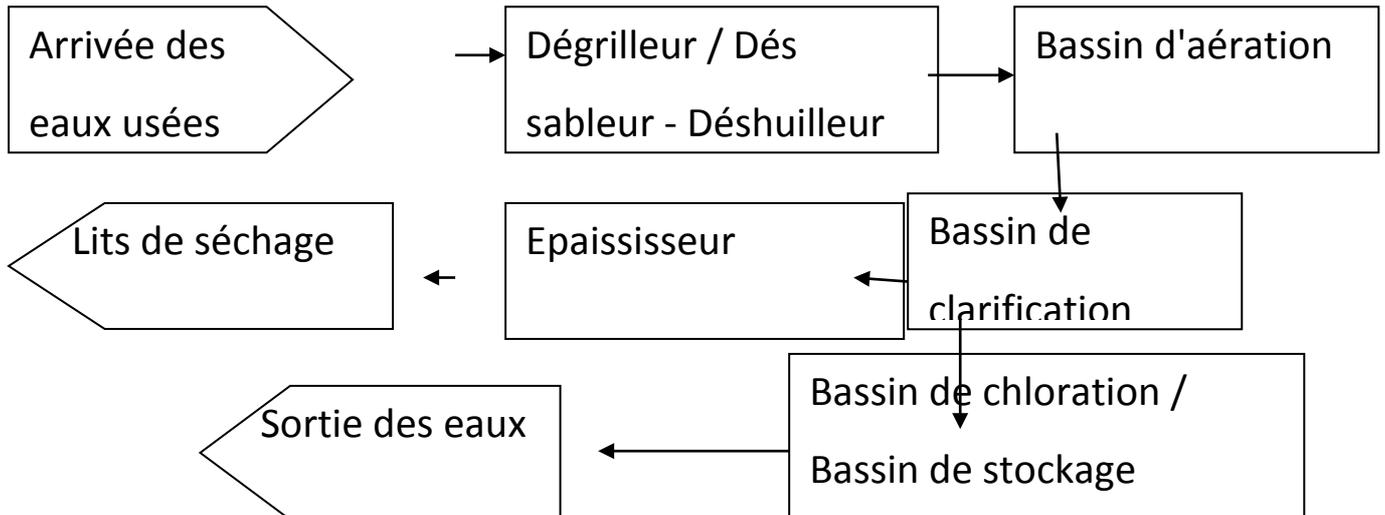
3.3. Chloration ultérieure de l'effluent épuré impose une épura élimination des germes pathogènes, et des mauvaises odeurs.

L'eau décantée, est introduite dans un bassin de stérilisation ou s'opère une unité de chloration, qui est constituée par un groupe de dosage comprenant deux pompes doseuses et des cuves de stockage placé dans un local séparé.

La concentration en désinfectant est de 1.2 mg/l

CHAPITER II: PRÉSENTATION DE LA STATION D'ÉPURATION DE HASSI R'MEL

I. Objectifs de la station



Conclusion :

À travers ce chapitre, il est clair que la station d'épuration de Hassi R'Mel joue un rôle essentiel dans le traitement efficace des eaux usées grâce au procédé biologique aérobie. Ce système permet de réduire considérablement la charge polluante et de produire une eau traitée conforme aux normes environnementales. Le bon fonctionnement et l'optimisation de ce type d'infrastructure sont cruciaux pour la gestion durable des ressources en eau, notamment en zones semi-arides.

**CHAPITRE III: *ANALYSE PHYSIQUE ET
CHIMIQUE DES EAUX USÉES PAR BOUES
ACTIVÉES***

CHAPITRE III : *ANALYSE PHYSIQUE ET CHIMIQUE DES EAUX USÉES PAR BOUES ACTIVÉES*

I. Introduction

- Par conversion de la DBO5 en matière cellulaire: croissance de la culture bactérienne et des microorganismes associés;
- Par oxydation en CO₂ et H₂O qui produit l'énergie nécessaire au fonctionnement et la production de nouveau matériau cellulaire.

Les boues activées sont l'un des mécanismes les plus utilisés dans le processus de traitement des eaux usées, car c'est le plus simple, le moins long et le moins coûteux.

Dans ce chapitre, nous discuterons des boues activées, de leur mécanisme d'action et de leurs étapes d'action.

Réduire la formation de résidus : Améliorer la stabilité des boues et diminuer la quantité de boues restantes après le traitement (4enveng.com).

Cette technique est utilisée dans les stations d'épuration municipales et industrielles pour accroître l'efficacité de l'assainissement et garantir la qualité des eaux traitées (emersan-compendium.org, bwadc.com.eg).

Réduire la formation de résidus : Améliorer la stabilité des boues et diminuer la quantité de boues restantes après le traitement (4 enveng.com).

Cette technique est utilisée dans les stations d'épuration municipales et industrielles pour accroître l'efficacité de l'assainissement et garantir la qualité des eaux traitées (emersan-compendium.org, bwadc.com.eg).

Etant donné la diversité des matières organiques contenues dans les rejets domestiques, la connaissance de la nature de chacune d'entre elles seraient fastidieux et parfaitement inutile pour décrire le processus d'épuration biologique.

Alors dans une eau usée le chimiste sait que l'oxydation totale « glucose » par exemple (matière organique) répond à la relation suivante :

CHAPITER III : *ANALYSE PHYSIQUE ET CHIMIQUE DES EAUX USÉES PAR BOUES ACTIVÉES*



D'où il y'a deux possibilités pour lui aider à suivre l'évolution de cette réaction :

- ⊕ Quantifier l'O₂ consommé.
- ⊕ Doser la quantité du CO₂ formé.

Donc c'est dans la première voie qu'il s'est engagé en employant :

Procédé à boues activées

IV .Types d'analyses effectuées au laboratoire :

Au niveau de laboratoire d'analyses de la STEP de Hassi R'mel, où on a fait notre stage, Les analyses quotidiennes effectuées sont basées sur deux principaux types de paramètres nécessaire (paramètres indicateurs de pollution, paramètres physico chimiques) pour pouvoir révéler le degré de pollution de l'eau urbaine traitée.

Les différents paramètres analysés :

Les différentes paramètres analyses dans la station

Généralités sur les paramètres analytiques :

Pour une appréciation meilleure de la composition des eaux usées, et dans le but d'estimer les dangers apportés par ces éléments contenus dans les eaux traitées ; et qui seront rejetées dans le milieu naturel. Le laborantin de la STEP s'intéresse de mesurer les critères de pollution suivants : la température de l'eau, le potentiel hydrique (pH) (prissi, 2008), la conductivité électrique, les matières en suspension (MES), la demande biochimique en oxygène (DBO), la demande chimique en oxygène (DCO), l'azote, le phosphore et autres critères tels que les germes et les virus, la teneur en graisse, détergents et métaux lourds qui peuvent représenter une nuisance potentielle dans la survenue des cancers à long terme surtout chez les populations habitant à côté des rivières et des eaux recevant les eaux traitées...

CHAPITER III :ANALYSE PHYSIQUE ET CHIMIQUE DES EAUX USÉES PAR BOUES ACTIVÉES

Ces critères vont être analysés au niveau de CRD et l'institut Pasteur.

V. Paramètres physico-chimiques :

1.1. La température :

Généralement ce paramètre est souvent négligé dans les collecteurs urbains, mais qui devrait être plus souvent mesuré surtout dans le cas de rejets industriels (existence des métaux qui vont être transmissibles par l'air a certaines températures) dans le réseau. Le fonctionnement de certains ouvrages d'épuration est très sensible à des températures trop élevées, ainsi tout rejet doit être inférieur à **30°C**.

1.2. Le pH :

Le pH est un paramètre qui permet d'exprimer le degré d'acidité des eaux usées, sa mesure est très importante pour juger le bon fonctionnement d'une étape de traitement.



Figure 1 2 ph mètre

CHAPITER III : *ANALYSE PHYSIQUE ET CHIMIQUE DES EAUX USÉES PAR BOUES ACTIVÉES*

1.3. Conductivité :

C'est une mesure simple, qui se pratique avec une électrode et fournit une indication précise sur la concentration totale en sels dissous. Par comparaison avec la conductivité de l'eau potable, il est ainsi possible de juger rapidement si des apports importants, en particulier industriels, ont lieu dans le réseau d'assainissement.

Les principaux sels responsables de la salinité de l'eau sont les sels de calcium (Ca^{2+}), de magnésium (Mg^{2+}), de sodium (Na^+), les chlorures (Cl^-), les sulfates (SO_4^{2-}) et les bicarbonates (HCO_3^-). Une valeur élevée de la salinité signifie une grande quantité d'ions en solution, ce qui rend plus difficile l'absorption de l'eau et des éléments minéraux par la plante.

La SALINITÉ peut se mesurer de deux façons, soit par les matières dissoutes totales (MDT) exprimé en **mg/L** ou, plus couramment, par la conductivité électrique qui est exprimée en micro-siemens/centimètre (**$\mu\text{S/cm}$**)

1.4. Turbidité :

La turbidité est la propriété d'une eau d'être d'aspect trouble, sa mesure donne une indication sur la teneur en matières solides en suspension.

1.5. Les Matières En Suspension (MES) :

Elles représentent les matières qui ne sont ni à l'état soluble ni à l'état colloïdal, donc c'est la fraction non dissoute de la pollution, exprimées en **mg par litre**.

Les MES transportent les micro-organismes qui sont le plus souvent adsorbés à leurs surfaces. Elles donnent également à l'eau une apparence trouble, un mauvais goût et une mauvaise odeur.

Ces MES et en particulier la fraction décantable de celles-ci, peuvent constituer, à l'aval du rejet, des dépôts qui empêchent la vie d'une faune et

CHAPITER III :ANALYSE PHYSIQUE ET CHIMIQUE DES EAUX USÉES PAR BOUES ACTIVÉES

d'une flore benthiques normales et qui dégradent la qualité de l'eau sous jacente par le produit des fermentations. Donc ces matières qui comportent à la fois des composés organiques et minérales, constituent un paramètre important qui marque bien le degré de pollution d'un effluent urbain ou même industriel. Mais elles peuvent avoir un intérêt pour l'irrigation des cultures.

Les Matières Volatiles en Suspension (MVS) :

Elles représentent la fraction organique des matières en suspension, elles sont mesurées par calcination à **550°C** d'un échantillon, dont on connaît déjà la teneur en MES, elles constituent environ **70%-80%** des MES.

Les Matières Minérales (MM) :

Elles représentent le résultat d'une évaporation totale de l'eau, c'est à dire son "extrait sec», constitué à la fois par les matières minérales en suspension et les matières solubles (chlorures, phosphates, etc.).

4. Paramètres indicateurs de pollution :

2.1. La demande chimique en oxygène (DCO) :

La demande chimique en oxygène (**DCO**), exprimée en mg d'oxygène par litre. Elle représente la teneur totale de l'eau en matières oxydables. Ce paramètre correspond à la quantité d'oxygène qu'il faut fournir pour oxyder par voie chimique ces matières.

2.2. La demande biochimique en oxygène (DBO) :

La demande biochimique en oxygène (**DBO**), exprimée en mg d'oxygène par litre. Elle exprime la quantité de matières organiques biodégradables présente dans l'eau. Plus précisément, ce paramètre mesure la quantité d'oxygène nécessaire à la destruction des matières organiques grâce aux phénomènes d'oxydation par voie aérobie. Pour mesurer ce paramètre, on prend comme référence la quantité d'oxygène consommé au bout de cinq jours(**DBO₅**).

2.3. Azote :

CHAPITER III : *ANALYSE PHYSIQUE ET CHIMIQUE DES EAUX USÉES PAR BOUES ACTIVÉES*

L'azote est mesuré sous différentes formes, les type d'analyses dépendant des formes chimiques recherchées, on peut les diviser en deux grandes familles (pour ce qui concerne l'épuration) : l'azote réduit et l'azote oxydé.

Le premier correspond à l'azote organique que l'on trouve dans les eaux usées provenant notamment des déchets métaboliques (protéines, urée) d'origine humaine.

L'azote oxydé se retrouve de façon marginale dans les eaux usées, il s'agit des nitrites (NO_2^-) et des nitrates (NO_3^-), produits de la transformation chimique (oxydation) de l'azote réduit.

La présence d'azote organique ou ammoniacal se traduit par une consommation d'oxygène dans le milieu naturel et par une entrave à la vie des poissons (deronzier al, 2001).

2.4. Phosphore :

Le phosphore peut se trouver sous forme minérale ou organique, ces différents composés se trouvent soit à l'état dissous dans la phase liquide, soit fixer sur les matières en suspension et colloïdales.

Dans les eaux résiduaires urbaines le phosphore provient du métabolisme et des détergents, mais cette dernière origine tend à diminuer par la réduction des composées phosphorées dans les lessives

.2.5 Bactéries:

⊗ Elles Constituent le groupement le plus important, le responsable principal de l'élimination de la pollution d'une part, et de la formation des floccs d'autre part

De très nombreuses espèces de bactéries peuvent participer à la formation des boues activées. La nature des composés organiques qui constituent la pollution influent sur la nature du genre dominant ainsi que les conditions du milieu : pH, T°C, O₂ dissous...

CHAPITRE III : *ANALYSE PHYSIQUE ET CHIMIQUE DES EAUX USÉES PAR BOUES ACTIVÉES*

Les bactéries se multiplient dans les eaux usées et dans les boues résiduaire. Leur exposition provient surtout de l'inhalation des aérosols qu'elles utilisent comme vecteurs pour leur transport ou de la contamination du système gastro-intestinal.

Les eaux usées contiennent en moyenne de 10⁷ à 10⁸ bactéries / litre. Et la concentration bactéries pathogènes est de l'ordre de 10⁴ bactérie/ litre.

Ces bactéries peuvent se présenter sous différentes formes :

- Bactéries libres, en général peu abondantes du fait de la prédation par d'autres micro-organismes.
- Bactéries filamenteuses, présentes normalement en petite quantité mais qui peuvent proliférer dans certaines conditions et poser des problèmes de fonctionnement.
- Bactéries floculées qui s'agrègent pour donner des floccs qui décantent dans le clarificateur.

C'est ainsi qu'un rejet riche en matière protéinique favorise le développement des genres :

Alcaligenes, *Bacillus* ou *Flavobactérum*, et une eau résiduaire riche en glucides ou en hydrocarbures conduit à la prédominance du genre *Pseudomonas*.

Les virus :

Ce sont des organismes infectieux de très petites tailles, qui se reproduisent en infectant un organisme hôte. Les virus ne sont pas naturellement présents dans l'intestin, contrairement aux bactéries.

Certains virus se multiplient dans le système digestif humain ou animal et sont excrétés dans les matières fécales lors d'une infection. Ils ne se reproduiront pas une fois à l'extérieur du corps. On peut retrouver plus de 150 types de virus dans les eaux usées.

CHAPITER III : *ANALYSE PHYSIQUE ET CHIMIQUE DES EAUX USÉES PAR BOUES ACTIVÉES*

Protozoaires :

Ce sont des organismes unicellulaires mobiles munis d'un noyau, plus complexes et plus gros que les bactéries, qui se nourrissent essentiellement des bactéries et des molécules organiques dissoutes mais présentes une très grande variété de types trophiques : certains se nourrissent des bactéries, certains d'algues, certains d'autres protozoaires et certains de plusieurs de ces organismes.

La plupart des protozoaires pathogènes sont des organismes parasites (ils se développent aux dépens de leur hôte). Certains d'eux adoptent au cours de leur cycle vie une forme de résistance (kyste). Cette dernière peut résister généralement au procédé de traitement des eaux usées, on a par exemple : *Entamoeba histolytica*, *Giardia lamblia*...

Leur rôle principal est la clarification de l'effluent par prédation des bactéries libres de l'eau interstitielle.

Nématodes :

Ce sont des métazoaires non segmentés dont le corps ne présente pas de poils et dont la forme et la souplesse de ver sont caractéristiques. Leur longueur est le plus souvent supérieure à

150 μm . Leur présence importante est le signe de dépôts, le plus probablement dans le bassin d'aération où ils sont prédateurs de bactéries en particulier celles des flocs biologiques, donc ils contribuent au renouvellement des biomasses épuratrices.

Les helminthes :

Ce sont des vers multicellulaires. Tout comme les protozoaires, elles sont majoritairement des organismes parasites, dont leurs œufs sont très résistants et peuvent notamment survivre plusieurs semaines voire plusieurs mois sur les sols ou les plantes cultivées.

Les moisissures et levures :

CHAPITER III :ANALYSE PHYSIQUE ET CHIMIQUE DES EAUX USÉES PAR BOUES ACTIVÉES

Les spores libérés par les moisissures peuvent provoquer des réactions allergènes, et des irritations respiratoires et cutanées.

VI. Le mode opératoire :

Au niveau de la STEP de Hassi R'mel il existe un laboratoire d'analyse, dans le but de vérifier la qualité des eaux traitées et leurs conformité avec les normes de rejet.

Pour cela on a recours à quatre prélèvements au niveau de quatre points bien précis(entrée, aération, recirculation et la sortie de l'eau), deux fois par jour, pour bien contrôler la bien démarche de l'épuration de l'eau, en suivant quelques paramètres indispensables pour indiquer le degré de pollution de l'eau traitée.

L'évaluation des caractéristiques de pollution se fait sur des échantillons qui ont été correctement prélevés. Les analyses du laboratoire n'ont guère de valeur si l'échantillon n'est pas vraiment représentatif de conditions ou de la qualité existant réellement dans la pratique.

Pour cela, il est important des réaliser des échantillons moyens sur 24 h asservis au débit pour déterminer le flux journalier de pollution.



Figure VL Analyse des produites chimhque

CHAPITER III : *ANALYSE PHYSIQUE ET CHIMIQUE DES EAUX USÉES PAR BOUES ACTIVÉES*

Méthodes Appliquées:

Pendant notre stage pratique dans la station d'épuration de Hassi R'mel, nous avons suivis les traitements des eaux en utilisant les méthodes suivantes :

- Mesure du pH par électrométrie.
- Mesure de la conductivité par la méthode de HACH.
- Mesure de la turbidité par colorimétrie.
- Détermination des matières sèches par gravimétrie.
- Détermination des matières en suspension par filtration et évaporation.
- Détermination du volume des boues par décantation après 30 minutes.
- Détermination du phosphore par colorimétrie.
- Détermination des nitrites par colorimétrie.
- Détermination de l'azote ammoniacale par colorimétrie.
- Détermination de la demande chimique en oxygène par colorimétrie.
- Détermination de la demande biochimique en oxygène par la méthode de HACH

VII. La relation entre les analyses effectuées au laboratoire et l'efficacité du process de l'épuration :

Le contrôle quotidien effectué au niveau du laboratoire, permet de mesurer l'efficacité de l'épuration, de s'assurer du respect des normes de rejet, de la bonne élimination ou évacuation des sous produits d'épuration (boue et graisses...) et de détecter les éventuelles anomalies du fonctionnement du process.

Les mesures effectuées portent sur plusieurs paramètres : le débit de l'eau rejeté, les matières en suspension, la DBO₅, la DCO, l'azote ammoniacal, les nitrites, les nitrates, le phosphore et les boues d'épuration...

Le but de control vise aussi de justifier la bonne marche de la station d'épuration et de leur fiabilité. dans cette optique, un certain nombre de paramètres, par exemple, le débit de pointe par heure a l'entrée de la station, la consommation du réactif, et la production des boues sont régulièrement mesurées.

5. la biodégradabilité :

CHAPITER III: ANALYSE PHYSIQUE ET CHIMIQUE DES EAUX USÉES PAR BOUES ACTIVÉES

C'est le degré de dégradation de la matière organique par les microorganismes, elle présente le rapport entre la DBO_5 et la DCO, qui doit se situer entre 0.2 et 1.6.

$$0.2 \leq DBO_5/DCO \leq 1.6 \quad (\text{selon les normes de l'OMS})$$

6. Le rendement :

A. il faut d'abord calculer le taux de la matière organique, par la relation suivante :

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

B. ensuite on peut calculer le rendement instantané :

$$R.E = [(MO+MES)_{entree} - (MO+MES)_{sortie}] / (MO+MES)_{entree}.$$

7. La DBO_5 éliminée :

Elle indique le taux d'élimination des matières organiques dans le bassin d'aération :

$$DBO_5 \text{ éliminée} = DBO_5 \text{ entree} - DBO_5 \text{ sortie}.$$

VIII. Les normes suivies par le laboratoire de la STEP de Hassi R'mel :

La station d'épuration biologique des eaux usées domestiques doit permettre le traitement des eaux polluées et rejeter une eau dont la qualité est conforme aux normes de rejet autorisé par la réglementation en vigueur, qui sont :

- $6.5 < pH < 8.5$.
- MES (mg/l) < 30 .
- DCO (mg/l) < 90 .

DBO_5 (mg/l) < 30 .

L'évaluation des caractéristiques de pollution se fait sur des échantillons qui ont été correctement prélevés. Les analyses du laboratoire n'ont guère de valeur si l'échantillon n'est pas vraiment représentatif de conditions ou de la qualité existant réellement dans la pratique.

Pour cela, il est important de réaliser des échantillons moyens sur 24 h asservis au débit pour déterminer le flux journalier de pollution.

CHAPITER III: *ANALYSE PHYSIQUE ET CHIMIQUE DES EAUX USÉES PAR BOUES ACTIVÉES*

Conclusion :

Les analyses bactériologiques et chimiques sont essentielles pour évaluer la qualité de l'eau avant et après traitement, permettant de déterminer avec précision les niveaux de pollution organique et microbienne. Grâce à ces analyses, il est possible d'évaluer l'efficacité du traitement et de détecter tout dysfonctionnement dans le système. Elles contribuent également à garantir que l'eau traitée respecte les normes environnementales et sanitaires, en particulier lorsqu'elle est réutilisée. Par conséquent, la surveillance régulière des indicateurs de qualité est essentielle pour assurer la durabilité environnementale des stations de traitement. C'est ce qui a été présenté dans ce chapitre.

CHAPITER IV :IMPACTS ET RÉUTILISATION DES EAUX USÉES

I. Introduction :

Les eaux usées peuvent avoir des impacts à la fois négatifs et positifs sur l'environnement selon leur composition. Les eaux usées utilisées présentent des risques pour l'environnement. Les effets potentiels et leur importance dépendent de la situation spécifique envisagée et de la manière dont les eaux usées sont utilisées.

II. Les risques sur la santé :

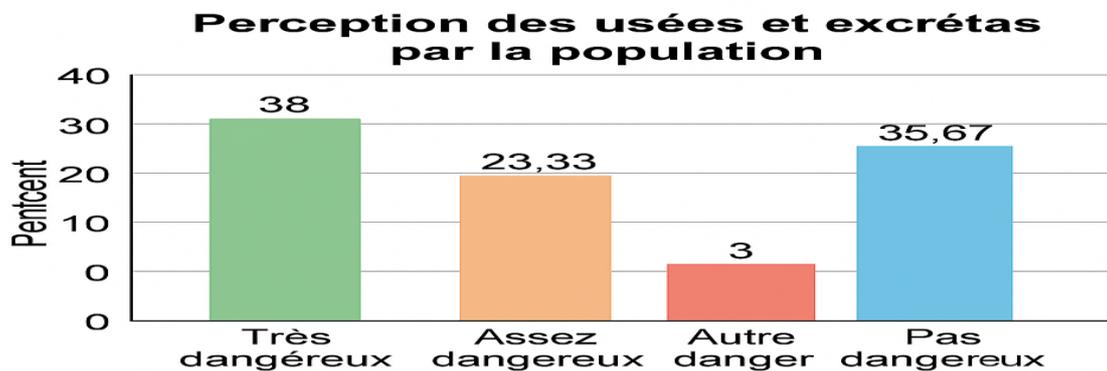


Figure III.1 : Perception du danger des eaux usées et excréta par les producteurs

III. Les impacts sanitaires de l'utilisation des eaux usées et des excréta :

Les études indiquent que l'utilisation des eaux usées et des excréta humains dans l'agriculture ou à d'autres fins présente des risques sanitaires importants pour les populations. Selon l'Organisation mondiale de la Santé (OMS, 2006), la présence de bactéries et de virus dans les eaux polluées peut provoquer des maladies graves chez l'homme et l'animal. L'OMS (2021) confirme également que les polluants biologiques peuvent contaminer les cultures et les sols, représentant ainsi un danger pour la santé publique.

En ce qui concerne la perception des risques par les agriculteurs, les opinions varient considérablement. Une étude menée par révèle que 38 % des personnes interrogées considèrent l'utilisation des eaux usées et des excréta comme très dangereuse, tandis que

CHAPITRE IV: *IMPACTS ET RÉUTILISATION DES EAUX USÉES*

35,67 % ne la jugent pas du tout risquée. Ces divergences de points de vue reflètent, selon l'étude, l'état sanitaire général de la région et le niveau de sensibilisation des populations aux risques potentiels.

Par conséquent, la sensibilisation aux dangers de la pollution liée aux eaux usées et aux excréta, ainsi que la promotion de pratiques sûres, sont essentielles pour protéger la santé publique et l'environnement.

IV. .La réutilisation des eaux usées épurées :

La réutilisation des eaux usées est un enjeu politique et socio-économique pour le développement futur des services d'eau potable et d'assainissement à l'échelle mondiale et surtout aux pays en cours de développement. Elle présente, en effet, l'avantage majeur d'assurer une ressource alternative à moindre coût permettant de limiter les pénuries d'eau, de mieux préserver les ressources naturelles et de contribuer à la gestion intégrée de l'eau.

La zone industrielle de Hassi R'mel, qui possède des réserves en eau souterraines peu importantes, semble être une région défavorisée (abaissement considérable des niveaux de réserves du Turonien et Barrémien).

Cependant, de même que la plupart des zones industrialisées, elle consomme beaucoup d'eau, et la qualité de ces nappes phréatiques n'est pas toujours bonne (cas du Barrémien).

Afin de préserver la qualité des masses d'eau et pour diminuer les prélèvements dans le milieu naturel, il convient de chercher des approvisionnements alternatifs.

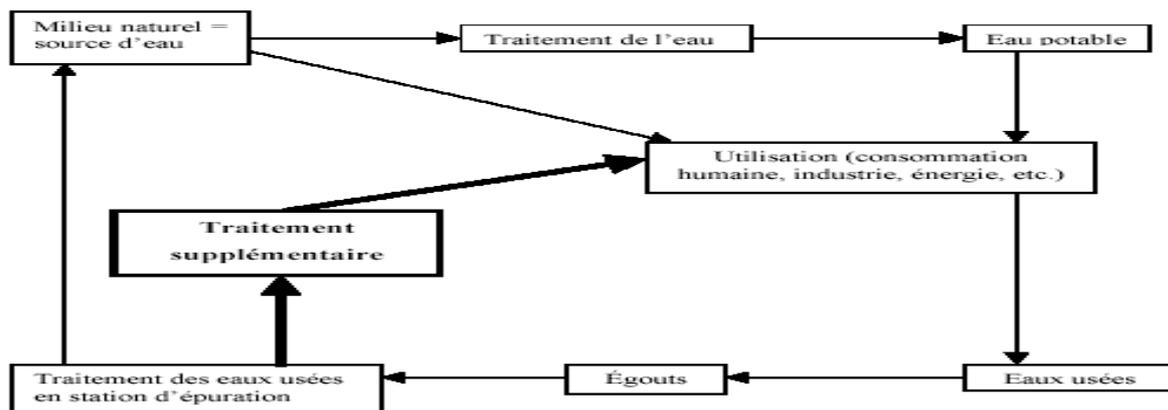


Figure 12 : La réutilisation des eaux usées épurées dans le cycle d'assainissement.

1. Cinq catégories de réutilisation des eaux usées :

- ④ Réutilisation pour l'irrigation : cultures fourragères ou maraîchères, céréales, prairies...
- ④ Réutilisation industrielle : circuit de refroidissement, construction, papeteries, industries textiles...
- ④ Réutilisation en zone urbaine : lutte contre l'incendie, lavage de voirie, recyclage des eaux usées d'un immeuble, arrosage de parcs, golfs, cimetières...
- ④ La production d'eau potable ;
- ④ La recharge de nappe phréatique.

Intérêt, avantages et bénéfices de la réutilisation des eaux usées :

2. Ressource alternative :

- Augmenter la ressource en eau et la flexibilité d'approvisionnement tout en diminuant la demande globale.
- Différer le besoin de mobilisation d'autres ressources en eau.
- Assurer une ressource fiable, disponible et indépendante des sécheresses pour l'irrigation
- Dans certains cas, une exécution rapide et plus facile que la mobilisation de nouvelles ressources en eau de première main.
- Garantir une indépendance vis-à-vis du fournisseur d'eau potable.

3. Conservation et préservation des ressources :

- Économiser l'eau potable pour la réserver aux usages domestiques
- Contrôler la surexploitation des ressources souterraines.

Valeur économique ajoutée :

- Éviter les coûts du développement, du transfert et de pompage de nouvelles ressources en eau fraîche.
- Dans certains cas, éviter les coûts de l'élimination des nutriments des eaux usées.
- Réduire ou éliminer l'utilisation des engrais chimiques en irrigation.

CHAPITRE IV: IMPACTS ET RÉUTILISATION DES EAUX USÉES

- Assurer des revenus complémentaires grâce à la vente de l'eau recyclée et des produits dérivés.
- Favoriser le tourisme dans les régions arides.
- Augmenter la valeur foncière des terrains irrigués.

Valeur environnementale :

- Réduire les rejets de nutriments et de polluants dans le milieu récepteur
- Améliorer et maintenir les plans d'eau en cas de sécheresse.
- Eviter les impacts négatifs liés à la construction de nouveaux barrages, réservoirs, etc...
- Améliorer le cadre de vie et l'environnement (espaces verts, etc.)
- Proposer une alternative fiable aux rejets d'eaux usées dans les milieux sensibles (zones baignade, réserves naturelles,...).
- Profiter des nutriments apportés par l'eau d'irrigation pour augmenter la productivité des cultures agricoles et la qualité des espaces verts.

Développement durable :

- Réduire les coûts énergétiques et environnementaux par rapport à ceux de l'exploitation des aquifères profonds, du transport d'eau à longues distances, du dessalement, etc.
- Assurer une ressource alternative à faible coût pour les régions arides, la protection des milieux sensibles et la restauration des zones humides.
- Augmenter la production alimentaire en cas d'irrigation

Défis et contraintes de la réutilisation des eaux usées :

Aspects législatifs et sanitaires :

- Problèmes de santé publique liés aux pathogènes éventuels dans les eaux usées non traitées.
- Absences de réglementation et des incitations à la réutilisation.
- Droit sur l'eau : qui possède l'eau recyclée et qui récupère les revenus ?
- Exploitation inappropriée et/ou qualité non-conformité.

Aspects sociaux légaux :

- Acceptation publique de la réutilisation.
- Répartition des responsabilités et gestion des litiges.

Aspects économiques :

- Financement des infrastructures (traitement tertiaire et réseau de distribution) et des coûts d'exploitation.
- Demande saisonnière pour l'irrigation et besoin de stockage.
- Faible prix de l'eau potable (subventionnée) surtout pour les agriculteurs.
- Responsabilité pour la perte potentielle du revenu de la vente d'eau potable

Aspects environnementaux et agronomiques :

- La présence de beaucoup de sels, bore, sodium et autres micropolluants peut avoir des effets négatifs sur certaines cultures.

Aspects technologiques :

- Une grande fiabilité d'exploitation est requise.
- Importance du choix de la filière de traitement.

4. Critères de Qualité des Eaux Pour L'Irrigation :

Critères Physico-chimiques :

Les principaux critères pour évaluer la qualité des eaux d'irrigation sont :

- Salinité,
- Sodium,
- Alcalinité et dureté,
- Concentrations des éléments qui peuvent être toxiques,
- pH de l'eau d'irrigation,
- Fertilisant.

Les deux premiers critères sont d'importance majeure car un excès de sel augmente la pression osmotique de l'eau du sol, et provoque des conditions empêchant les racines d'absorber l'eau, ces conditions provoquent une sécheresse physico-chimique, même si le sol semble avoir beaucoup d'humidité, les plantes flétrissent parce que les racines n'absorbent pas suffisamment d'eau pour remplacer celle perdue par évapotranspiration.

Critères de Qualité Biologique :

Les critères de qualité de l'eau traitée et les directives de son utilisation sont les bases essentielles d'une installation réussie de tout projet de recyclage d'eau usée traitée.

La quantité microbiologique est le critère le plus important pour les ouvriers qui travaillent dans les exploitations agricoles utilisant les eaux usées épurées, Ainsi que pour le public qui peut être exposé directement ou indirectement à l'eau usée épurées.

Les eaux usées traitées contiennent tous les micro-organismes (bactéries fécales, virus, protozoaires intestinaux, œuf d'helminthes intestinaux).

Les temps de survie des agents pathogènes en eaux usées et dans les sols à une température comprise entre 20°C et 30°C est très élevé pour certain.

La résistance des micro-organismes aux facteurs environnementaux varie selon les espèces.

Principaux avantages de la réutilisation des eaux usées :

- Réduire la pollution de l'eau utilisée dans l'agriculture, l'industrie et les zones urbaines permettrait d'en réutiliser beaucoup plus dans l'irrigation.
- Selon la FAO, les avantages potentiels de l'utilisation de ces eaux usées sont énormes : une ville, avec une population de 500000 habitants et une consommation d'eau de 120 l/jour et par habitant, produit environ 48000 m³ par jour d'eaux usées, une fois traitées, étaient utilisées dans l'irrigation, elles pourraient approvisionner quelques 3500 hectares.

Les éléments nutritifs présents dans les eaux usées sont presque aussi importants que l'eau elle-même. En générale les concentrations dans les effluents traités provenant des eaux usées courantes peuvent apporter tout l'azote et une grande partie du phosphore et du potassium normalement nécessaires pour la production agricole.

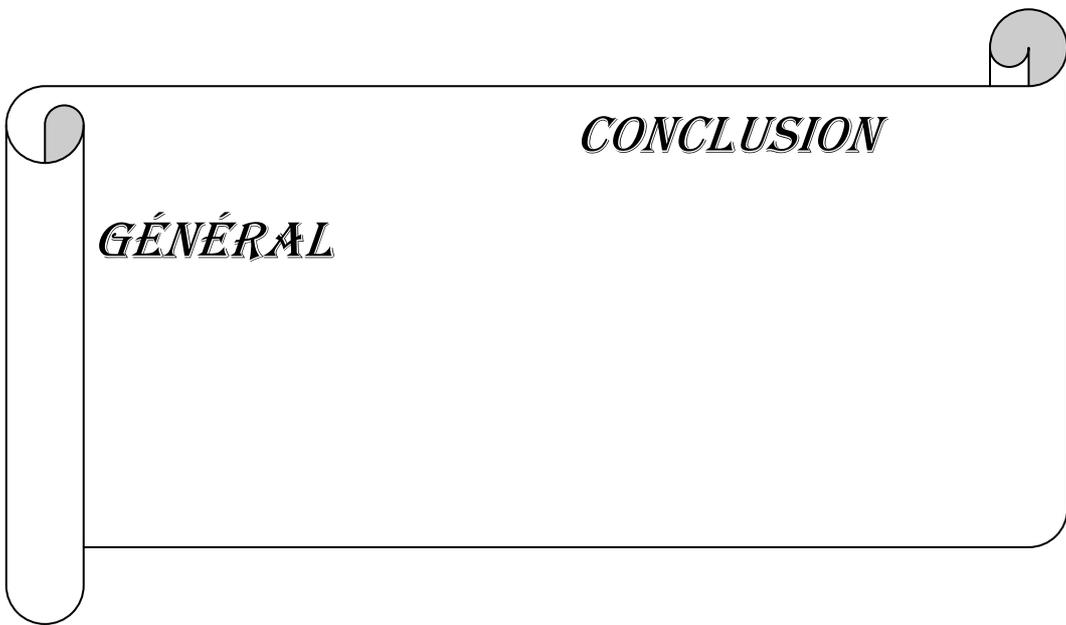
Conclusion:

À travers ce chapitre, nous avons mis en lumière les risques environnementaux et sanitaires liés à l'utilisation non contrôlée des eaux usées. Ces dernières peuvent entraîner la pollution des sols, des eaux souterraines et superficielles, ainsi que la propagation de maladies.

Toutefois, nous avons également vu qu'une réutilisation maîtrisée et conforme aux normes

CHAPITRE IV: IMPACTS ET RÉUTILISATION DES EAUX USÉES

de traitement peut transformer cette contrainte en opportunité. En effet, les eaux usées traitées représentent une ressource alternative précieuse, notamment dans les régions à stress hydrique. Ce chapitre souligne donc l'importance d'une gestion rigoureuse et durable des eaux usées, alliant protection de l'environnement et valorisation des ressources.



CONCLUSION

La problématique du traitement des eaux usées constitue l'un des enjeux majeurs en matière de protection de l'environnement et de santé publique. Cette étude a porté sur l'évaluation des performances de la station d'épuration de Hassi R'Mel, qui utilise le procédé des boues activées, en mettant l'accent sur l'efficacité du traitement et la conformité des eaux épurées aux normes en vigueur.

Les résultats ont montré que le système mis en place permet une réduction significative des polluants organiques et des agents pathogènes, témoignant ainsi de son efficacité. Toutefois, certaines valeurs ont occasionnellement dépassé les seuils recommandés, ce qui rend nécessaire un suivi régulier et une amélioration continue du processus.

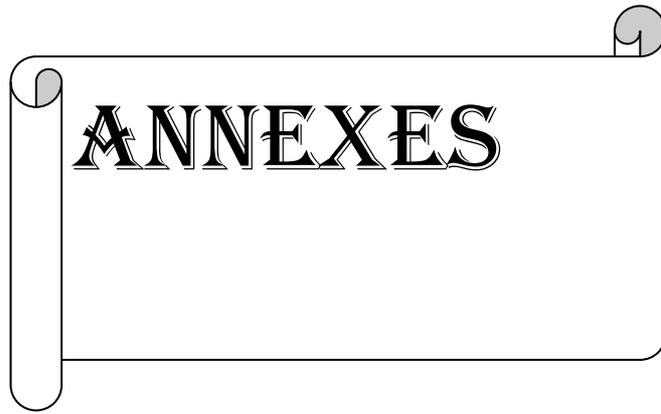
L'étude a également ouvert des perspectives quant à la réutilisation des eaux traitées dans des domaines non domestiques tels que l'agriculture et l'industrie, à condition de garantir leur innocuité sanitaire. Enfin, elle souligne l'importance d'une gestion intégrée et durable des eaux usées, fondée sur la performance technique, le respect des normes, et la sensibilisation des acteurs locaux à la préservation de la ressource en eau.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Selgi, Différentes filières de traitement des eaux, Université de Rabat, Maroc, 2001.
2. Bengouga, Contribution à l'étude du rôle de la végétation dans l'épuration des eaux usées dans la région aride, Mémoire de Magister, Spécialité : Sciences agronomiques, Université Mohamed Khider, Biskra, 2010.
3. Cardot, Le traitement de l'eau : procédés physico-chimiques et biologiques, cours et problèmes résolus, Éditions Ellipses Marketing, France, 1993.
4. Azhour, Étude des performances épuratoires de la station d'épuration par lagunage naturel de l'oued Beni-Messous, Wilaya d'Alger, Mémoire d'ingénieur d'État en hydraulique, Université d'Alger, 2003, 85 p.
5. Graude, L'eau : usage et polluant, Tome II, 4e édition, INRA, Paris, 1999, 11 p.
6. Baumont et al., Mutualisation des eaux usées : risques sanitaires et faisabilité en Île-de-France, Rapport ORS, France, 2004, 220 p.
7. Rodier, L'analyse de l'eau, 9e édition, Dunod, Paris, 2002.
8. AIDE, Station d'épuration d'eaux résiduaires urbaines de Liège - Selessin, résumé non technique, Projet n°05.0238, 2005.
9. Rejsek, Analyse des eaux : aspects réglementaires et techniques, Éditions Scérén CRDPA, Bordeaux, 2002.
10. Degrémont, Mémento technique de l'eau, Vol. 1, 9e édition, Éditions Techniques et Documentation Lavoisier, France, 1989, 592 p.
11. WHO (Organisation Mondiale de la Santé), Health guidelines for the use of waste waters in agriculture and aquaculture, Genève, 1989.
12. Jalil, Analyse des eaux usées de la zone 27 (raffinerie Arzew - Oran), Mémoire de Master, 2021.

Référence bibliographique

13. UNESCO, Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture, 2017.
14. EEA, Agence européenne pour l'environnement, Rapport annuel, 2022.
15. FAO, Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, Rapport sur la gestion de l'eau, 2018.
16. IWMI, International Water Management Institute, Rapport technique, 2003.
17. Station d'épuration de Hassi R'mel, Rapport technique, en ligne : enserg.com.
18. BWATE, Présentation institutionnelle, en ligne : american-compendium.org/bwate.com.eg



ANNEXES

Tableau 01 : Normes de rejet des eaux usées : de la station de hassi rmel

Paramètres indicateurs de pollution	Paramètres physico-chimiques
<ul style="list-style-type: none">✦ Nitrate (NO_3^-).✦ Nitrite (NO_2^-).✦ Phosphate (PO_4^{3-}).✦ L'ammoniac (NH_4^+).✦ DBO_5.✦ DCO.	<ul style="list-style-type: none">✦ Température.✦ pH.✦ Conductivité.✦ Turbidité.✦ MES.✦ MVS.✦ MS.✦ VB.

Tableau 02 : Normes de rejet des eaux usées : OMS européenne et Algérienne

ONA

Caractéristiques	Unités	Normes OMS (WHO, 1989)	Normes européenne (Gaid, 2007)	Normes de la STEP d'Arris (ONA, 2013)
Ph	-	6.5 - 8.5	5.5 - 9.5	6.5 - 8.5
Température	°C	< 30	< 30 °C, un écart de 5°C est toléré	30
DBO ₅	mg/L	< 30	25	30
DCO	mg/L	< 90	125	90
MES	mg/L	< 20	35	30
NT	mg/L	/	/	25
NH ₄ ⁺	mg/L	< 0.5	/	/
NO ₃ ⁻	mg/L	< 1	/	/
PO ₄ ³⁻	mg/L	< 2	2 mg/L pour une charge brute de pollution entre 600 et 6 000 kg/jour. 1 mg/L pour une charge brute de pollution > 6 000 kg/jour	/
NO ₂ ⁻	mg/L	1	15 mg/L pour une charge brute de pollution entre 600 et 6 000 kg/jour. 10 mg/L pour une charge brute de pollution > 6 000 kg/jour	/