

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de L'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Echahid HAMMA LAKHDAR d'El-Oued
Faculté de la Technologie
Département d'Hydraulique et de Génie Civil



MEMOIRE DE FIN D' ETUDE

En vue de l'obtention du Diplôme du Master en Hydraulique
OPTION : Conception et Diagnostic des systèmes d'A.E.P et d'assainissement

Possibilité de Réutilisation des Eaux Usées Epurées
Pour L'irrigation des Cultures "le Radis et le Haricot"



Réalisée par:

- Boucherit Abd Elaziz.
- Berra Mourad.
- Tercha Hamza.

Encadrée par:

-Mme/ Bouchemal Fattoum.

Soutenu devant les jurys:

- | | |
|-------------------------|-------------|
| - OUAKEOUAK Abd Elkader | Président |
| - MEGUELLETI Soumia | Examinateur |
| - BOUCHEMAL Fattoum | Encadreur |

Année universitaire: 2022/2023

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

وَبَشِّرِ الصَّالِينَ
الَّذِينَ إِذَا أَصَابُوا مَكْرَهًا
سَأَلُوا اللَّهَ عَزَّ وَجَلَّ
فَوَضَعُوا أَسْلِحَهُمْ
وَلَمْ يَكُنْ لَهُمْ كُفْرًا
وَلَمْ يَكُنْ لَهُمْ كُفْرًا

Remerciements

Avant tout, nous tenons à remercier Dieu

le Tout-Puissant qui nous a accordé la santé, le courage et la patience pour mener à bien ce modeste travail.

*Nous souhaitons exprimer notre profonde gratitude à notre superviseur, Mme/ **Bouchemal Fattom**, pour son guidance tout au long de ce travail. Nous la remercions chaleureusement pour sa disponibilité constante et ses conseils avisés qui ont contribué à la réalisation de ce travail.*

Merci à tous les enseignants qui nous ont accompagnés durant notre parcours d'études et qui ont contribué à notre formation.

À tous nos amis, sans exception, et à tous nos collègues du département de génie civil et hydraulique, spécialité Conception et Diagnostic des systèmes d'eau potable et d'assainissement, promotion 2022/2023.

Nous espérons que tous les membres du jury trouveront ici l'expression de notre profond respect pour avoir pris le temps et l'effort d'examiner ce mémoire.

Merci à toutes les personnes qui ont contribué directement ou indirectement à la réalisation de cette étude.

Merci à tous.

**BOUCHERIT ABD ELAZIZ.
BERRA MOURAD.
TERCHA HAMZA.**



SOMMAIRE

SOMMAIRE

Remerciements	
INTRODUCTION GENERALE	I

Chapitre I **Généralités sur les eaux usées**

I. Introduction	01
I.1 Définition des eaux usées	01
I.2 Les types des eaux usées	01
I. 2.1. Les eaux usées domestiques	01
I. 2.2. Les eaux usées industrielles	02
I. 2.3. Les eaux usées agricoles	02
I. 2.4. Les eaux usées pluviales	02
I.2.5. Eaux usées de drainage	02
I.2.6. Eaux usées d'irrigation	03
I.3. Pollution des eaux	03
I.3.1. Définition de la pollution	03
I-3.2 Origine de la pollution de l'eau	04
I.3.3. Principaux types de pollution	04
I.3.3.1. Pollution minérale	04
I.3.3.2. Pollution microbologique	04
I.3.3.3. Pollution organique	04
I.3.4. Les principaux paramètres de la pollution	04
I.3.4.1. Paramètres organoleptiques	05
I.3.4.2. Paramètres physiques	05
I.3.4.3. Paramètres chimiques	06
I.3.4.4. Paramètres biologiques	07
I.4. Epuration des eaux usées	08
I.4.1. Définition de l'épuration	08
I.4.2. Critères de choix du procédé d'épuration	09
I.4.3. Rôle des stations d'épuration	09
I.4.4. Etapes d'épuration des eaux usées	09
I.4.4.1. Prétraitement	10
I.4.4.1.1. Dégrillage	10
I.4.4.1.2. Dessablage	10
I.4.4.2.1. Décantation	10
I.4.4.2. Traitement primaire (traitement physico-chimique)	10
I.4.4.2.1. Décantation	10
I.4.4.2.2. Coagulation-floculation	10
I.4.4.2.3. Filtration	11
I.4.4.3. Traitement secondaire (épuration biologique)	11
I.4.4.3.1. Procédés biologiques intensifs	11
I.4.4.3.2. Procédés biologiques extensifs	11
I -4.4.4. Traitements tertiaires	11
I.5. Conclusion	13

Chapitre II **La réutilisation des eaux usées épurées pour l'irrigation**

II. Introduction	15
II.1. La réutilisation des eaux usées épurées	15
II.1.1. usage industriel	15
II.1.2. usage domestique et municipal	16
II.1.3. usage agricole	16

SOMMAIRE

II.2. Avantages et inconvénients de la réutilisation	17
II.2.1. Avantages de la réutilisation des eaux usées traitées	17
II.2.2. Inconvénients de la réutilisation des eaux usées traitées	17
II.3. Les risques liés à la réutilisation agricole des eaux épurées	18
II.3.1. Le risque microbiologique	18
II.3.2. Le risque chimique	19
II.3.3. Le risque environnemental	19
II.4. Critères de qualité des eaux usées pour l'irrigation	19
II.4.1. Salinité	19
II.4.1.1. Salinisation	20
II.4.1.2. Sodisation	20
II.4.1.3. Effet de Salinité	21
II.4.2. Les fertilisants dans les eaux usées traitées	21
II.4.2.1. Azote (N)	21
II.4.2.2. Phosphore (P)	21
II.4.2.3. Potassium (K)	22
II.4.2.4. Autres nutriments	22
II.4.3. Eléments traces et métaux lourds	22
II.4.4. Le pH de l'eau d'irrigation	23
II.4.5. Matières en suspension et matière organique	23
II.5. Les différentes réglementations dans le monde	23
II.5.1. Les recommandations de l'OMS et de l'USEPA	23
II.5.1.1. Le point de vue de l'OMS	23
II.5.1.2. Le point de vue de l'USEPA	24
II.6. La législation Algérienne	25
II.6.1. Normes de la qualité de l'eau	25
II.7. Conclusion	28

Chapitre III

Présentation α Matériels et méthodes

III. Introduction	30
III.1. Présentation de la région d'étude	30
III.1.1. Situation géographique	30
III.1.2. Situation géographique de la station d'épuration	30
III.1.3. Facteurs climatiques	32
III.1.3.1. Températures	32
III.1.3.2. Humidité	32
III.1.3.3. Pluie	33
III.1.3.4. Les Précipitations	34
III.1.3.5. Vent	34
III.2. Site de l'étude	35
III.2.1. Présentation de la station d'épuration STEP 01	36
III.2.2. Description de la STEP 01	36
III.3. Procédés d'épurations des eaux usées dans la station	37
III.3.1. Prétraitement	37
III.3.2. Traitement secondaire des eaux usées	37
III.3.3. Traitement complémentaire (lagune de finition)	37
III.3.4. Décharge des boues	38
III.4. Présentation de la plante	38
III.4.1. Le Radis « <i>Raphanus sativus</i> L. »	38
III.4.1.1. Description de radis « <i>Raphanus sativus</i> L. »	39
III.4.1.2. Classification botanique de radis « <i>Raphanus sativus</i> L. »	39
III.4.1.3. Origines	39

SOMMAIRE

III.4.1.4.Caractéristiques biologiques du Radis	40
III. 4.1.5.Composition du Radis « Raphanus sativus L. »	40
III. 4.1.5.1. Valeur nutritive	40
III. 4.1.5.2.Principes actifs et antioxydants	40
III. 4.2.Le Haricot « Phaseolus vulgaris L. »	41
III. 4.2.1.Description du Haricot « Phaseolus vulgaris L. »	41
III. 4.2.2.Classification botanique du Haricot « Phaseolus vulgaris L. »	41
III. 4.2.3.Origines	41
III. 4.2.4.Caractéristiques biologiques du haricot « Phaseolus vulgaris L. »	42
III. 4.2.5.Composition du Haricot « Phaseolus vulgaris L. »	42
III. 5. Protocole expérimentale	43
III. 6. Conclusion	46

Chapitre IV Résultats et discussion

IV .Introduction	48
IV.1.Résultats des mesures morphologiques	48
IV.1.1.Résultats de Le Haricot « Phaseolus vulgaris L. »	48
IV.1.1.1. Développement	49
IV.1.1.2.Représentations graphiques	50
IV.1.2.Résultats de Radis « Raphanus sativus L. »	51
IV.1.2.1.Développement	52
IV.1.2.2.Représentations graphiques	53
IV.2.Les faits sur les Radis (Raphanus sativus L.) provenant de Fatilab (Laboratoire D'analyse Et De Contrôle De La Qualité Et De La Conformité)	55
IV.3.Conclusion	57
CONCLUSION GENERALE	59
Références bibliographiques	
Résumé	

Listes des figures et des Photos

Listes	page
Figure N°1 :les sources de pollution de l'eau	03
Figure N°III.1 : situation de la wilaya d'El Oued (Souf)	30
Figure N° III. 02 : Les frontières de la région du Souf (Source: A.N.R.H,2005) .	31
Figure N° III. 03 :La température maximale et minimale de Souf (Saprk weather, 2018)	32
Figure N° III. 04 :L'humidité relative de Souf (Saprk weather, 2018)	33
Figure N° III. 05 :La fréquence de précipitation de Souf (Saprk weather, 2018)	34
Figure N° III. 06 :la vitesse de vent dans la Souf (Saprk weather, 2018)	35
Figure N° III. 07 :Schéma de la station d'épuration n ° 01 à Kouinine	36
Figure N° III 08 :préparé le sol pour la plantation	43
Figure N° III 09 :Acres prêt à semer	43
Figure N° III 10 :Échantillons de semence de Haricot et du Radis	43
Figure IV. 01 :Plantes irriguées par l'eau épurées de la STEP	48
Figure IV. 02 :Plantes irriguées par l'eau de forage	48
Figure IV. 03 :Plantes irriguées par l'eau épurées de la STEP	48
Figure IV. 04 :Plantes irriguées par l'eau de forage	48
Figure IV. 05 :Plantes irriguées par l'eau épurées de la STEP	49
Figure IV. 06 :Plantes irriguées par l'eau de forage	49
Figure IV. 07 :Comparaison graphique de développement des tiges	50
Photo IV. 08 :Comparaison graphique de développement des feuilles	50
Photo IV. 09 :Plantes irriguées par l'eau épurées de la STEP	51
Photo IV.10 :Plantes irriguées par l'eau de forage	51
Photo IV. 11 :Plantes irriguées par l'eau épurées de la STEP	51
Photo IV.12 :Plantes irriguées par l'eau de forage	51
Photo IV.13 :Plantes irriguées par l'eau épurées de la STEP	52
Photo IV.14 :Plantes irriguées par l'eau de forage	52
Photo IV.13 :Plantes irriguées par l'eau épurées de la STEP	53
Photo IV.14 :Plantes irriguées par l'eau de forage	53

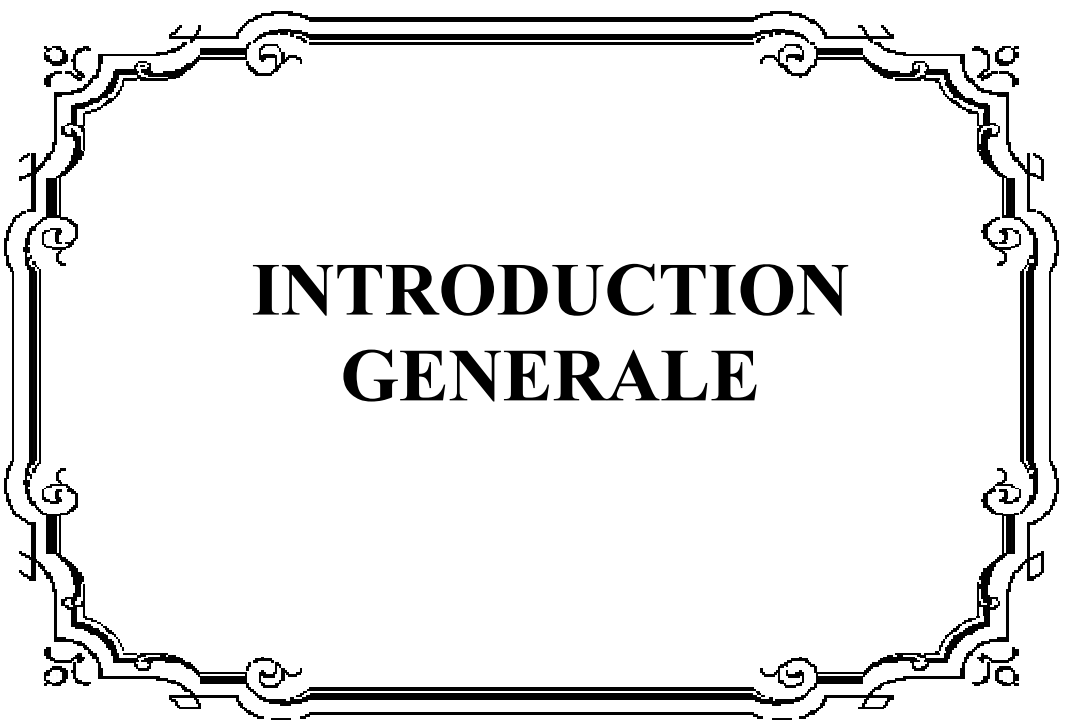
Listes des tableaux

Listes	page
Tableau II.1 : Classes de qualité de salure de l'eau d'irrigation	20
Tableau II.2 :Recommandations microbiologiques pour la REUE en agriculture	25
Tableau II.3 :Recommandations physico-chimiques pour REUE en agriculture (JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE, 2012)	26
Tableau II.4 : Recommandations microbiologiques de l'OMS 1989 pour les eaux usées destinées à l'irrigation (OMS., 1989).	27
Tableau III. 01 :Les analyses physico-chimiques et organiques et métaux lourds pour l'eau épurée (date d'analyse de 23/03/2023 à 20/04/2023) Pendant la période d'essai	44
Tableau III. 02 :les analyses physico-chimiques pour l'eau forage (date d'analyse de 02/05/2023) Pendant la période d'essai.	45
Tableau IV.01 : Longueurs des tiges, feuilles des plantes irriguées par l'eau de forage.	49
Tableau IV.02 : Longueurs des tiges et feuilles des plantes irriguées par l'eau épurée de la STEP 01	49
Tableau IV.03 : Longueurs des racines et feuilles des plantes irriguées par l'eau de forage	52
Tableau IV.04 : Longueurs des racines et feuilles des plantes irriguées par l'eau épurée de la STEP 01	52
Tableau IV.05 : résultats des analyses pour le paramètre (Escherichia coli) de la plante irriguée par l'eau épurée	55
Tableau IV.06 : résultats des analyses pour le paramètre (Plomb pb et Nitrate NO₃⁻) de la plante irriguée par l'eau épurée	55
Tableau IV.07 : résultats des analyses pour le paramètre (Escherichia coli) de la plante irriguée par l'eau de forage	56
Tableau IV.08 : résultats des analyses pour le paramètre (Plomb pb et Nitrate NO₃⁻) de la plante irriguée par l'eau de forage	56

LISTE DES ABREVIATIONS

Liste Des Bréviations

ONA : Office National de l'Assainissement
CE : Conductivité Electrique
DBO5 : Demande Biologique en Oxygène
DCO : Demande Chimique en Oxygène
MES : Matière en suspension
MTH : Maladies à transmission hydrique
OMS : Organisation mondiale de la santé
SC : Simple concentration
DC : Double concentration
FAO : Food and Agricultural Organization (Organisation des Nations Unies)
STEP : Station d'épuration
T : Température
pH : potentiel d'Hydrogène
Métaux:
Cd: Cadmium.
Cu: Cuivre.
Cr: Chrome.
Pb: Plomb.
Hg: Mercure.
Ni: Nickel.
Zn: Zinc.
MO: Matière organique.
Azote.
NGL: Azote total.
NTK: Azote kjeldhal.
NH4+: Azote ammoniacal.
NO2-: Nitrite.
NO3-: Nitrate.
NTU: Nephelometric Turbidity Unit.
PT: Phosphore total.
REUE: Réutilisation des eaux usées épurées.
SAR: Taux d'adsorption de Sodium (Sodium sorption Ratio).
USEPA: United States Environmental



INTRODUCTION GENERALE

INTRODUCTION GENERALE

L'eau est l'une des ressources les plus exploitées par l'homme, plus que toute autre ressource, pour assurer la vie. La majeure partie de l'eau de cette planète est stockée dans les océans et les calottes glaciaires, ce qui rend son extraction difficile pour répondre à nos divers besoins(**GOEL, 2006**).

Puisque notre demande en eau concerne principalement l'eau douce, nous devons dépendre principalement de la petite fraction de l'eau totale présente sur cette planète(**AGARWAL, 2005**).

Cependant, l'urbanisation, l'industrialisation rapide ont entraîné une diminution des approvisionnements en eau douce pour les besoins agricoles, ce qui nous oblige à rechercher des sources alternatives fiables. Par conséquent, la crise de l'eau a engendré de nouvelles orientations en matière de gouvernance et de développement de l'eau, ainsi que l'utilisation des eaux usées urbaines comme source alternative d'approvisionnement en eau (**KEREMANE, 2017**).

Chaque année, l'Algérie élimine environ 600 millions de mètres cubes d'eau usée, qui non seulement sont perdus, mais contribuent également à la détérioration de l'environnement. Comme de nombreux pays de la région méditerranéenne, l'Algérie souffre d'une pénurie sévère de ressources hydriques et figure parmi les pays les plus pauvres en termes de disponibilité d'eau, avec une quantité inférieure au seuil théorique de rareté fixé par la Banque mondiale à 1000 mètres cubes par habitant et par an (**OUANOUI ET AL. 2009**).

La réutilisation des eaux usées épurées est une question politique importante et a également contribué au développement durable, comme dans tout autre secteur. Elle est définie comme étant le développement durable ou la garantie d'une prospérité maximale à partir des ressources disponibles(**GUESNIER, 2010**).

Les études sur la réutilisation des eaux usées urbaines à travers le monde ont démontré leur capacité à être largement réutilisées et leur rôle dans la gestion durable de l'eau à l'échelle mondiale. Parmi les différentes applications des eaux usées, l'irrigation agricole est considérée comme la meilleure utilisation des eaux épurées, et la présence d'éléments nutritifs des cultures dans les eaux usées profite à la production agricole (**BRENNER ET AL. 2000**) tels que l'azote, le phosphore et le potassium.

Les agriculteurs utilisent l'irrigation avec des eaux usées de manière anarchique, sans se soucier des risques sanitaires et environnementaux, ainsi que de leur impact sur les plantes et les

INTRODUCTION GENERALE

sols. Par conséquent, il est essentiel de prendre en compte la qualité de l'eau usée et les modalités de son utilisation dans chaque projet de réutilisation (**ABOUELOUAFAT AL. 2002**).

Toutefois, l'Algérie doit adopter une stratégie globale pour la réutilisation des eaux usées épurées dans l'agriculture en fournissant des législations et des politiques de soutien, en allouant un financement adéquat, en améliorant la technologie et en développant les infrastructures. Cependant, la réutilisation de ces eaux pose un problème en termes de qualité microbiologique des eaux usées, qui doit respecter un niveau acceptable et spécifié par les normes de réutilisation. Il est important de ne pas négliger la question cruciale de la pollution et de son impact sur l'environnement et la santé publique.

Le choix du site d'étude s'est porté sur la station d'épuration des eaux de Kouinine STEP 01 en raison de la pression exercée par le volume important d'eaux usées environ 33904 m³ par jour. De plus, leur évacuation à proximité de la station entraîne une pollution environnementale, ce qui a provoqué des désagréments pour les habitants ainsi qu'une agitation médiatique autour de cette station.

L'objectif principal de cette étude repose principalement sur l'utilisation des eaux usées épurées pour l'irrigation des plantes, notamment des Radis et des Haricots de manière scientifique. Cette expérience repose sur une étude comparative entre les deux plantes le Radis et les Haricots, irriguées avec de l'eau usée épurées d'une part et d'autre part le Radis et les Haricot irriguées avec de l'eau provenant de puits; en se basant sur l'aspect morphologique des plantes.

Pour atteindre cet objectif, cette étude est divisée en quatre chapitres :

- Le premier chapitre a été consacré à des généralités sur les eaux usées.
- Le deuxième chapitre c'était pour savoir la possibilité de la réutilisation des eaux usées épurées dans le domaine agricole.
- Le troisième chapitre c'est une présentation de la zone étudiée en insistant à la présentation de la station d'épuration en question, et la présentation des différents matériels et méthodes utilisées dans le travail.
- Le quatrième chapitre développe les différents résultats et leurs discussions.

CHAPITRE I
GENERALITES SUR
LES EAUX USEES

I. Introduction

Les eaux usées sont des milieux extrêmement complexes, altérés par les activités anthropiques à la suite d'un usage domestique, industriel, artisanal, agricole ou autre. Elles sont considérées comme polluées et doivent être donc traitées avant toute réutilisation ou injection dans les milieux naturels récepteurs (**SELGHI ,2001**). C'est pourquoi, dans un souci de respect de ces différents milieux naturels récepteurs, des traitements d'abattement ou d'élimination de ces polluants sont effectuées sur tous les effluents urbains ou industriels. Ces traitements peuvent être réalisés de manière collective dans une station d'épuration ou de manière individuelle également par des procédés intensifs ou extensifs (**PAULSRUD ET HARALDSEN .1993**). L'objectif principal de ce chapitre est de donner une idée sur les origines des eaux usées, leurs caractéristiques et les différents procédés de leurs traitement.

I.1. Définition des eaux usées

Les eaux usées sont toutes les eaux des activités domestiques, agricoles et industrielles chargées en substances toxiques qui parviennent dans les canalisations d'assainissement. Les eaux usées englobent également les eaux de pluies et leur charge polluante, elles engendrent au milieu récepteur toutes sortes de pollution et de nuisance (**METAHRI. 2012**).

I.2. Les types des eaux usées

Généralement, on distingue plusieurs grands types d'eaux usées

I. 2.1.Les eaux usées domestiques

Elles sont constituées des eaux grises et des eaux vannent. Les eaux grises sont les eaux des baignoires, douches, lavabos, éviers, machines à laver. Les eaux-vannes ou eaux ménagères font références aux sous-produits de la digestion. Les volumes d'eau prélevés par habitant sont très élevés, Les machines à laver ou les laves vaisselles, le lavage des voitures ou encore les chasses d'eau consomment de grandes quantités d'eau (**MOUSSAOUI ET AL. 2015**).

I. 2.2. Les eaux usées industrielles

Toutes les unités industrielles utilisent les eaux dans leurs processus de production, par conséquent, elles sont constituées de divers déchets engendrant des rejets, très souvent pollués **(SATIN ET SALMI.1999)**.

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 également contenir des produits toxiques, des solvants, des métaux lourds, des micropolluants organiques, des hydrocarbures **(MOUSSAOUI ET AL. 2015)**.

I. 2.3. Les eaux usées agricoles

Le secteur agricole reste le plus grand consommateur des ressources en eau, Ces eaux sont considérées comme usées, car elles sont chargées de constituants contenus dans les engrais, en plus des composantes issues du lessivage du sol **(CLAUDE GROS. 1999)**.

Provenant de l'élevage, dont les fumiers et lisiers, riches en matières organiques azotées, mais dont certains composés, les nitrates par exemple, peuvent être entraînés, en raison de leur grande solubilité, par les eaux de lessivage et de percolation **(SATIN ET SALMI.1999)**.

I. 2.4. Les eaux usées pluviales

Ce sont les eaux de ruissellement qui se forment après une précipitation, elles peuvent être particulièrement polluées, surtout en début de la pluie, par deux mécanismes :

- Le lessivage de sols et des surfaces imperméabilisées
- La remise en suspension des dépôts des collecteurs.

Elles sont de même nature que les eaux usées domestiques, avec de métaux lourds et des toxiques (Plomb, Zinc, Hydrocarbures) provenant essentiellement de la circulation automobile **(FRANCK.2002)**.

I.2.5. Eaux usées de drainage

C'est l'eau de lessivage récupérée après irrigation grâce à un système de drainage. Les pollutions dues aux activités agricoles sont de plusieurs natures. Apport aux eaux de surface de nitrates et de phosphates utilisés comme engrais, par suite de lessivage de terre perméable.

Les fuites d'eau dans les réseaux de distribution et de collecte des eaux usées, la restitution à partir des colatures, contribuent à l'alimentation de la nappe phréatique **(BOUJELAL ET DJOUDI,2003)**.

I.2.6. Eaux usées d'irrigation

L'utilisation massive des engrais chimique en agriculture peut donner lieu à une pollution des nappes souterraines par suite de l'entraînement dans le sol des constituants les plus habituellement contenus dans les engrais tels que les nitrates, et le potassium. Aussi, la pollution des eaux par les pesticides, en particulier par les herbicides consécutifs au ruissellement et au lessivage des terres cultivées environnantes, peut ralentir ou même inhiber le développement de la microflore (BELKHIRI D. 1999).

I.3. Pollution des eaux

I.3.1. Définition de la pollution

La pollution est due à toute substance physique, chimique ou biologique rejetée dans une eau naturelle qui perturbe l'équilibre de cette eau, induit d'importantes nuisances (mauvaise odeur, fermentation, inconforts divers, risques sanitaires, etc.) et qui se répercute, à court ou à long terme, sur notre organisme à travers, la chaîne alimentaire de laquelle nous dépendons (LADJEL. 2006).

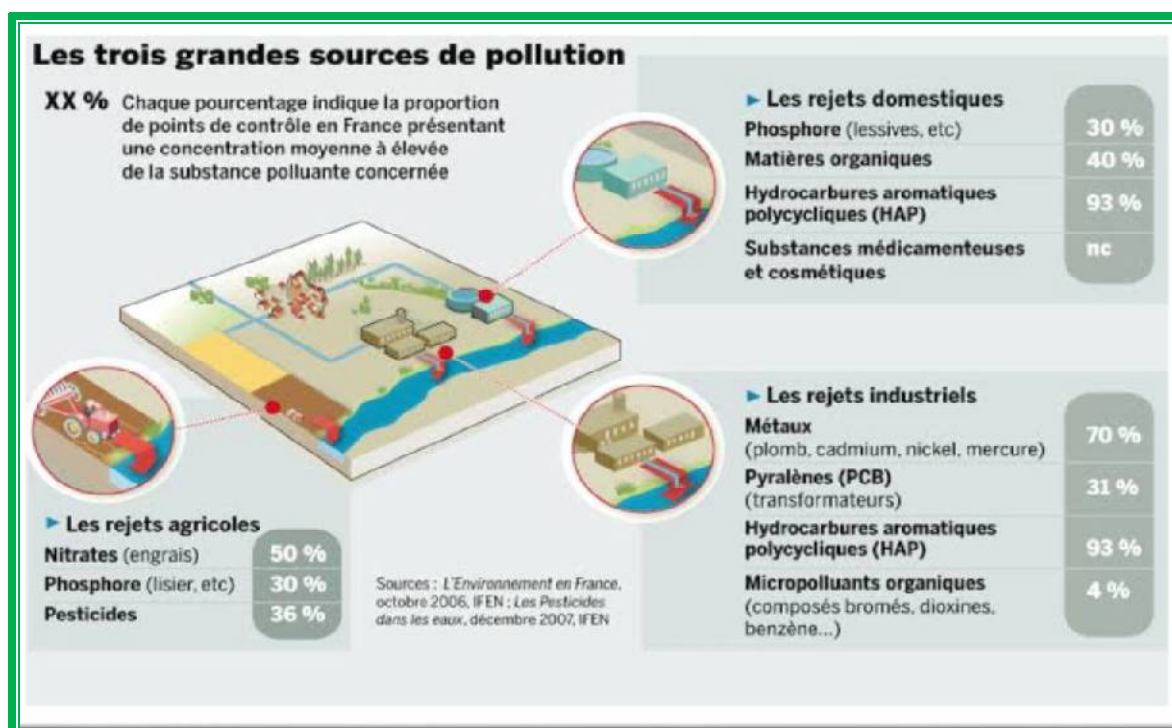


Figure I.1 : les sources de pollution de l'eau

I-3.2 Origine de la pollution de l'eau

La pollution de l'eau connaît différentes origines : naturelle, domestique, industrielle et agricole. L'origine naturelle implique un phénomène tel que la pluie, lorsque par exemple l'eau de ruissellement passe à travers des terrains riches en métaux lourds ou encore lorsque les précipitations entraînent les polluants de l'atmosphère vers le sol.

L'origine domestique concerne les eaux usées ménagères (salle de bains, cuisine, ...etc.), les eaux de vannes (WC...etc.), ainsi que les eaux rejetées par les hôpitaux, commerces...etc.

Quant à l'origine agricole et industrielle, elle concerne par exemple les eaux surchargées par des produits issus de l'épandage (engrais, pesticides) ou encore les eaux contaminées par des résidus de traitement métallurgique, et de manière plus générale, par des produits chimiques tels que les métaux lourds, les hydrocarbures...etc(**AFIR D ET MEZAOUA. 1984**).

I.3.3. Principaux types de pollution

Généralement la pollution des eaux usées se manifeste sous les formes principales suivantes.

I.3.3.1. Pollution minérale

Elle est constituée essentiellement des métaux lourds en provenance des industries métallurgiques et de traitement de minerais, ex (plomb, du cuivre, du fer, du zinc et du mercure) (**TCHIOMOGO. 2001**).

I.3.3.2. Pollution microbiologique

C'est une pollution d'origine humaine ou animale (**LADJEL. 2006**).

I.3.3.3. Pollution organique

La pollution organique constitue la partie la plus importante et comprend essentiellement des composés biodégradables. Ces composés sont :

- Les protides
- Les lipides
- Les glucides (**BOUTELLI ET MENASRIA. 2008**).

I.3.4. Les principaux paramètres de la pollution

L'évaluation de la pollution d'une eau usée est basée sur la détermination de plusieurs paramètres organoleptiques, physiques, chimiques et bactériologiques, ces paramètres indiquent le degré de pollution de ces eaux et donnent le danger qui être provoqué par leur rejet en milieu naturel (**BEADRY.1992**).

I.3.4.1. Paramètres organoleptiques**1. Odeur**

L'eau d'égout fraîche à une odeur fade qui n'est pas désagréable, par contre en état de fermentation, elle dégage une odeur nauséabonde (**LADJEL.2006**).

2. Couleur

La couleur de l'eau résulte des éléments qui s'y trouvent à l'état dissous colloïdal. Une eau colorée n'est pas agréable pour les usages domestiques. (Eau de boisson), car elle présente toujours un doute sur la potabilité. La couleur grise de l'égout est d'origine domestique, alors qu'une couleur noire indique une décomposition partielle. Les autres nuances indiquent un apport d'eau résiduaire industrielle (**GOMELLA C.1978**).

I.3.4.2. Paramètres physiques**1. Température**

La température est un facteur écologique important des milieux aqueux. Son élévation peut perturber fortement la vie aquatique (pollution thermique). Elle joue un rôle important dans la nitrification et la dénitrification biologique. La nitrification est optimale pour les températures variant de 28 °C à 32 °C. par contre, elle est fortement diminuée pour les températures 12 °C à 15°C. Et elle s'arrête pour des températures inférieures à 5°C. La température est mesurée par thermo sonde (ou par thermomètre) (**RODIER 2005**)

2. La turbidité

La turbidité est inversement proportionnelle à la transparence de l'eau, elle est de loin le paramètre de pollution indiquant la présence de la matière organique ou minérale sous forme colloïdale en suspension dans les eaux usées. Elle varie suivant les matières en suspension (MES) présentes dans l'eau (**REJSEK. 2002**).

La turbidité d'une eau est due à la présence des matières en suspension finement divisés: argile limons, grains de silice, matières organiques, etc...

La mesure de turbidité a donc un grand intérêt dans le control de l'épuration des eaux épurées (**RODIER. 1996**).

3. Les matières en suspension (MES)

Elles représentent, la fraction constituée par l'ensemble des particules, organiques (MVS) ou minérales (MM), non dissoutes de la pollution. Elles constituent un paramètre important qui marque bien le degré de pollution d'un effluent urbain ou même industriel. Les MES s'expriment par la relation suivante:

MES = 30% MM + 70% MVS

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

✓ 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 en suspension et les matières solubles telles que les chlorures, les phosphates, etc. L'abondance des matières minérales en suspension dans l'eau augmente la turbidité, réduit la luminosité et par ce fait abaisse la productivité d'un cours d'eau, entraînant ainsi une chute en oxygène dissous et freinant les phénomènes photosynthétiques qui contribuent à la ré aération de l'eau. .Ce phénomène peut être accéléré par la présence d'une forte proportion de matières organiques consommatrices d'oxygène **(REJSEK.2002)**.

I.3.4.3. Paramètres chimiques

1. Le potentiel d'hydrogène (pH)

Le pH joue un rôle important dans le traitement biologique. Il exprime le degré d'acidité ou d'alcalinité des eaux usées. Le PH d'une eau domestique ou urbaine se situe généralement entre 6.8 et 7.8, au-delà, c'est l'indice d'une pollution industrielle **(DALI et ZOUAOUI. 2007)**.

2. La conductivité électrique(:CE)

La mesure de la conductivité électrique, paramètre non spécifique, est probablement l'une des plus simples et des plus importants pour le contrôle de la qualité des eaux usées **(THOMAS. 1995)**. Elle permet d'évaluer, approximativement la minéralisation globale de l'eau **(GAID. 1984)**.

3. Demande biologique en oxygène (DBO5):

Exprime la quantité d'oxygène nécessaire à la destruction ou à la dégradation des matières organiques présentes dans les eaux usées par les microorganismes du milieu. Mesurée par la consommation d'oxygène à 20°C à l'obscurité pendant 5 jours d'incubation d'un échantillon préalablementensemencé, temps qui assure l'oxydation biologique des matières organiques carbonées **(XANTHOULIS. 1993)**.

4. 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 (**LADJEL.2006**) .

5. Autres éléments**a. Azote**

C'est un élément qui se trouve sous forme ammoniacale ou organique ou inorganique (ammoniaque, nitrate, nitrite) ; il constitue la majeure partie de l'azote total. La présence d'azote organique au ammoniacale se traduit par une consommation d'oxygène dans le milieu naturel.

L'azote contenu dans les eaux résiduaires domestiques a essentiellement une origine urinaire. On estime à environ 13mg/jour la quantité d'azote rejetée par un adulte.

L'azote est l'un des éléments qui favorisent la prolifération d'algues, par conséquent la réduction de sa teneur avant le rejet des eaux est plus que nécessaire (**BECHAK ET AL. 1983**).

b. Phosphore

L'apport journalier de phosphore est d'environ 4 g par habitant. Il est dû essentiellement au métabolisme de l'individu et l'usage de détergent. Les rejets varient d'ailleurs suivant les jours de la semaine (**LADJEL ET BOUCHEFER. 2004**).

6. Métaux lourds

Les métaux lourds se trouvent dans les eaux usées urbaines à l'état de trace. Des concentrations élevées sont en général révélatrices d'un rejet industriel, sans aucun doute.

Leur présence, est nuisible pour l'activité des micro-organismes, donc perturbe le processus d'épuration biologique (**TCHOMOGO. 2001**).

I.3.4.4. Paramètres biologiques

Les eaux usées contiennent tous les microorganismes excrétés avec les matières fécales. Cette flore entérique normale est accompagnée d'organismes pathogènes. L'ensemble de ces organismes peut être classé en quatre grands groupes, par ordre croissant de taille : les virus, les bactéries, les protozoaires et les helminthes (**BAUMONT ET AL. 2004**).

1. Bactéries

Les eaux usées urbaines contiennent environ 106 à 107 bactéries/100 ml dont 105 porteuses et entérobactéries, 103 à 104 streptocoques et 102 à 103 clostridiums. La concentration en bactéries pathogènes est de l'ordre de 104/l. Parmi les plus communément rencontrées, on trouve les *salmonella* dont on connaît plusieurs centaines de stéréotypes différents, dont ceux responsables de la typhoïde, des paratyphoïdes et des troubles intestinaux. Des germes témoins de contamination fécale sont communément utilisés pour contrôler la qualité relative d'une eau ce sont les coliformes thermo tolérants.

2. Virus

Les virus sont des parasites intracellulaires qui ne peuvent se multiplier que dans une cellule hôte, on estime leur concentration dans les eaux usées urbaines de 10^2 à 10^3 particules/l (**FABY ET BRISSAUD. 1997**).

3. Protozoaires

Parmi les protozoaires les plus importants du point de vue sanitaire, les protozoaires passent par une forme de résistance, les kystes, qui peuvent être véhiculés par les eaux résiduaires.

4. Helminthes

Les helminthes sont des vers multicellulaires, leur nombre d'œufs peut être évalué entre 10 et 103 germes/l (**FABY ET BRISSAUD. 1997**). Les œufs et les larves sont résistants dans l'environnement et le risque lié à leur présence est à considérer pour le traitement et la réutilisation des eaux résiduaires. En effet, la persistance de ces organismes à différentes conditions environnementales ainsi que leur résistance à la désinfection permet leur reproduction, ce qui constitue leur risque potentiel (**CAMPOS. 2008**). Les helminthes pathogènes rencontrés dans les eaux usées sont : *Ascaris lumbricades*, *Oxyures vermicularis*, *Trichuristrichuria*, *Taeniasaginata*. L'analyse des risques sanitaires liés aux agents pathogènes susceptibles d'être transportés par les eaux usées est le fondement des recommandations proposées par l'Organisation Mondiale de la Santé en 1989 (**OMS. 1989**).

I.4. Epuración des eaux usées**I.4.1. Définition de l'épuración**

En assainissement, l'épuración constitue le processus visant à rendre aux eaux résiduaires rejetées la qualité répondant aux exigences du milieu récepteur il s'agit donc d'éviter une pollution l'Environnement et non de produire de l'eau potable (**SAGGAI. 2003**).

I.4.2. Critères de choix du procédé d'épuration

Selon la nature et l'importance de la pollution, différents procédés peuvent être mis en œuvre pour l'épuration des eaux résiduaires en fonction des caractéristiques de celles-ci et du degré d'épuration souhaité. Le choix d'une procédé par rapport à une autre repose sur :

- ✓ Le degré de la pollution et la nature des eaux à traiter (DCO, DBO5, MES.)
- ✓ La facilité d'exploitation, de gestion et d'entretien.
- ✓ La disponibilité du terrain et du site récepteur, la nature du sol, les facteurs climatologiques.
- ✓ Le coût d'investissement, et d'exploitation.
- ✓ Qualification du personnel d'exploitation.
- ✓ Le rapport DCO/ DBO5 est une indication très importante pour le choix du procédé de traitement à effectuer.

Le rapport DCO/ DBO5 donne une estimation de la biodégradabilité des matières présentes dans l'eau usée, (la biodégradabilité est la capacité d'une substance, ou son aptitude à être décomposée par les bactéries) .

I.4.3. Rôle des stations d'épuration

Ce rôle peut être résumé dans les points suivants :

- ✓ Traiter les eaux.
- ✓ Protéger l'environnement.
- ✓ Protéger la santé publique.

Valoriser éventuellement les eaux épurées et les boues issues du traitement (BENZAOU ET ELBOUS. 2009).

I.4.4. Etapes d'épuration des eaux usées

Les eaux usées peuvent être traitées par divers procédés qui reposent sur des processus physique, chimiques et biologiques. D'une façon générale, une station d'épuration des eaux usées comprend les étapes suivantes:

- ✓ Prétraitements.
- ✓ Traitements primaire.
- ✓ Traitements secondaire.
- ✓ Traitements tertiaires ou de finition

I.4.4.1. Prétraitement

Les dispositifs de prétraitement physique sont présents dans toutes les stations d'épuration, quels que soient les procédés mis en œuvre à l'aval. Ils ont pour but d'éliminer les éléments solides ou les particules les plus grossiers (**LADJEL. 2006**). Il comporte 3 parties principales :

I.4.4.1.1. Dégrillage

Il consiste à faire passer l'effluent entre les barreaux d'une grille, dont l'écartement se mesure habituellement en centimètres (**BECHAC ET AL. 1983**).

Le dégrillage a pour objectif :

- L'élimination des déchets volumineux.
- La protection de la station de traitement (**DEGRMONT.2005**).

I.4.4.1.2. Dessablage

Cette opération est indispensable pour éviter le colmatage des canalisations, surtout si elles sont enterrées et protéger les équipements à pièces tournantes de la corrosion (axe de chaînes, rotors de centrifugeuse, pompes de relèvement, etc.) (**OULI. 2001**).

I.4.4.1.3. Déshuilage dégraissage

Les opérations de dégraissage et de déshuilage consistent en une séparation de l'effluent brut, les huiles et les graisses étant des produits de densité légèrement inférieure à l'eau (**LADJEL. 2006**).

I.4.4.2. Traitement primaire (traitement physico-chimique)**I.4.4.2.1. Décantation**

La décantation est la méthode la plus fréquente de séparation des MES et des colloïdes, un procédé qu'on utilise dans, pratiquement, toutes les usines d'épuration et de traitement des eaux. Son objectif est d'éliminer les particules dont la densité est supérieure à celle de l'eau par gravité. La vitesse de décantation est en fonction de la vitesse de chute des particules, qui elle-même est en fonction de divers autres paramètres parmi lesquels : grosseur et densité des particules (**OUALI .2001**).

I.4.4.2.2. Coagulation-floculation

La turbidité et la couleur d'une eau sont principalement causées par des particules très petites, dites particules colloïdales. Pour éliminer ces particules, on a recours aux procédés de coagulation et de floculation : la coagulation a pour but principal de destabiliser les particules en suspension. La floculation a pour l'objectif de favoriser, à l'aide d'un mélange lent, les contacts, entre les particules destabilisées (**LADJEL. 2006**).

I.4.4.2.3. Filtration

La filtration est un procédé de séparation dans lequel on fait percoler un mélange solide- liquide à travers un milieu poreux (filtre) qui idéalement retient les particules solides et laisse passer le liquide (filtrat) (**DEGREMONT. 2005**).

I.4.4.3. Traitement secondaire (épuration biologique)

L'épuration biologique a pour but d'éliminer la matière polluante biodégradable contenue dans l'eau domestique (décantée ou non) en la transformant en matières en suspension micro-organismes et leurs déchets, plus facilement récupérables.

Le traitement biologique peut être, soit libre, c'est-à-dire intimement mêlée au milieu aqueux à épurer (boues activées, lagunage), soit fixée ; elle est alors accrochée sur un support solide à la surface duquel percole l'eau à traiter (lits bactériens, disques biologiques) (**GAÏD. 2007**). Plusieurs procédés existent à ce stade du traitement biologique parmi lesquels, on distingue les procédés biologiques extensifs et les procédés biologiques intensifs.

I.4.4.3.1. Procédés biologiques intensifs

Ce sont des systèmes d'épuration classiques qui occupent peu d'espace et consomment de l'énergie. En plus, ils ont un coût d'installation et de fonctionnement élevé.

On distingue les systèmes de traitement par boues activées, lits bactériens, disques biologiques etc (**EDELINE.1980**).

I.4.4.3.2. Procédés biologiques extensifs

Ils reposent sur les phénomènes de l'autoépuration naturelle et ils demandent une faible énergie mais nécessitent, en revanche, de grandes superficies et de longs séjours des eaux usées. Du point de vue économique, ils sont moins coûteux. Ce sont le lagunage, l'épandage, etc (**EDELINE.1980**).

I -4.4.4. Traitements tertiaires

Les traitements tertiaires regroupent toutes les opérations physiques et chimiques qui complètent les traitements primaires et secondaires (**OAULI. 2001**). Ils sont fréquemment utilisés dans les usines de production d'eau potable.

Ce sont des traitements complémentaires, dénommés parfois traitements avancés (coagulation physico-chimique, filtration sur sable, chloration, ozonation, traitement par le charbon actif, etc.) (**EDLINE. 1996**).

CHAPITRE I

GENERALITES SUR LES EAUX USEES

On les réalise afin d'éliminer des éléments nutritifs résiduels, des polluants organiques résistants, des métaux, des pigments, des substances nutritives comme le phosphore et l'azote (**FEPS. 2013**).

I.5. Conclusion

Ce chapitre nous a permis d'afficher des généralités concernant les eaux usées, ses origines et ses caractéristiques physique et chimique .En plus les origines de la pollution, ces informations sont capables de développer une idée sur la technique de traitement qui doit être suivie après la collecte de ces eaux usées dans la station d'épuration et d'avoir la possibilité de la réutilisation de ces eaux.

CHAPITRE II
LA REUTILISATION DES
EAUX USEES
EPUREES POUR
L'IRRIGATION

II. Introduction

la réutilisation des eaux usées devient un moyen important pour répondre à la demande d'eau et protéger les divers ressources. Par conséquent, le traitement des eaux usées doit être complet pour adapter la qualité de l'eau afin de la rendre compatible et pratique avec tous les usages, et à des coûts acceptables et économiques. Afin de réutiliser l'eau traitée pour l'irrigation de la secteur d'agriculture , les eaux usées épurées destinées à l'irrigation doivent avoir un niveau de traitement adéquat. Pour l'utilisation en agriculture. Dans ce chapitre on s'intéresse à la description des différents paramètres liées à la réutilisation des eaux épurées en agriculture.

II.1. La réutilisation des eaux usées épurées

L'objectif principal de la réutilisation des eaux usées est non seulement de fournir des quantités supplémentaires d'eau de bonne qualité en accélérant le cycle d'épuration naturelle de l'eau, mais également d'assurer l'équilibre de ce cycle et la protection du milieu de l' environnement. Par définition, cette réutilisation est une action volontaire et planifiée qui vise la production des quantités complémentaires en eau pour différents usages afin de combler des déficits hydriques **(DAVID ECOSSE. 2006).**

Les applications de la réutilisation des eaux usées traitées sont nombreuses, qu'il s'agisse d'irrigation agricole, utilisation urbaines (nettoyage, espace verts), industrielles (refroidissement, protection contre les incendies), d'usages récréatifs, d'entretien d'habitats naturels et de zones humides, ou de recharge de nappe **(RINGOT .2010.)**

II.1.1. usage industriel

L'eau résiduaire après traitement peut être une source d'eau tout à fait adaptée aux besoins industriels en particulier pour le refroidissement et les lavages. Très souvent, une élimination poussée de la pollution organique est nécessaire et le traitement biologique est alors suivi d'un traitement de finition. L'eau, après un traitement tertiaire très complet, comprenant entre autre une étape de déminéralisation, peut être utilisée pour l'alimentation de chaudières de basse pression (**MONOD. J. 1989).**

II.1.2. usage domestique et municipal

La réutilisation des eaux usées traitées au domicile de l'habitant ou à l'échelle de la ville est possible à différents niveaux de qualité et suivant plusieurs schémas :

- Recyclage partiel à l'intérieur d'immeubles .
- L'alimentation des réseaux municipaux de lavage (rues, camions) et des réseaux d'incendies .
- Réalimentation partielle des nappes d'eaux souterraines.
- Constitution des barrières hydrauliques souterraines empêchant l'introduction d'eau de mer dans les aquifères côtiers :(**RODIER, J. & LEGUBE, B. & MERLET, N. 2009**).

II.1.3. usage agricole

L'agriculture consomme à elle seule globalement plus de 70 % des ressources hydriques exploitées, et de plus en plus de villes entrent en compétition avec l'agriculture pour s'acquérir cette denrée rare. L'irrigation est donc l'activité humaine qui consomme le plus d'eau. La réutilisation agricole des eaux épurées comme moyen d'économiser la ressource a donc été une des premières voies de développement des projets de REUE. Certains pays devant faire face à de graves pénuries d'eau ont développé en ce sens une politique à l'échelle nationale (**ASANOT. 1998**).

Le bénéfice d'une REUE peut donc être double :

- au niveau économique, car en plus d'une préservation quantitative de la ressource, les agriculteurs font des économies d'engrais.
- au niveau écologique, car en plus de la diminution des rejets d'eaux usées dans le milieu, la pollution agricole diminue.
- Mais il faut faire attention à ne pas apporter ces éléments fertilisants en excès.

Il y a en effet un triple risque :

- risque sanitaire: les MES protègent les micro-organismes de beaucoup de traitements, comme les traitements au chlore ou aux ultraviolets. Il existe donc une compétition entre l'élimination des micro-organismes et la préservation des MES en vue d'une utilisation agricole.

- un risque technique : si les MES sont présentes en trop grand nombre, elles peuvent entraîner le bouchage des canalisations et systèmes d'irrigation.
- un risque agronomique et environnemental : il est possible que les éléments soient apportés en excès. Dans ce cas, il y a un risque de pollution des sols et de diminution du rendement. Les taux en éléments nutritifs (nitrate essentiellement) et la salinité de l'eau utilisée (cause de la dégradation des sols) sont de première importance. Il faut donc trouver le bon équilibre entre le niveau de traitement, les besoins des cultures et la nature du sol.
- L'utilisation d'eaux épurées pour l'irrigation doit donc se faire avec précaution. On retiendra enfin que l'irrigation, qui suit un rythme saisonnier, nécessite en général de grands volumes de stockage (**ASANOT. 1998**).

II.2. Avantages et inconvénients de la réutilisation

II.2.1. Avantages de la réutilisation des eaux usées traitées

Dans les pays arides et semi-arides, la pratique de la réutilisation des eaux usées traitées devrait se développer d'avantage, les avantages liés à cette pratique sont les suivants:

- La réutilisation des eaux usées traitées peut compenser la rareté des ressources. Leur affectation à l'usage agricole permet de consacrer les eaux de meilleure qualité aux consommations domestiques.
- Elle contribue à réduire les pollutions du milieu et de protéger l'environnement.
- Les eaux usées traitées permettent, lorsqu'elles sont utilisées en irrigation, de réduire et même d'éliminer le recours aux engrais chimiques (**ASANOT. 1998**).

II.2.2. Inconvénients de la réutilisation des eaux usées traitées

Les inconvénients sont principalement liés à l'adaptation aux usages et aux obstacles psychologiques et culturels attachés à des eaux supposées dangereuses. Les principaux inconvénients liés à la réutilisation des eaux usées traitées en agriculture sont les suivants:

- le risque sanitaire lié à la présence de germes dans les eaux usées traitées aussi bien pour le travailleur que pour le consommateur.
- en raison de la salinité élevée de l'eau usée, il peut en résulter certains effets négatifs sur le sol et sur les plantes ce qui peut entraîner une chute de la production végétale et même une stérilité des sols par accumulation de sel.

- l'apport en quantité importante des doses d'azote et de phosphore peut nuire à la production agricole et contribue à la pollution des nappes.
- Le contrôle des eaux réutilisées doit être rigoureux et permanent. Il exige donc des moyens importants, techniques et humains, ce qui est souvent difficile à obtenir dans les pays arides et semi-arides.

Le contrôle indispensable est rendu encore plus délicat à assurer correctement en raison de la multiplicité des intervenants au niveau de la collecte, du traitement et surtout au niveau des utilisateurs.

- les sites d'utilisation doivent se trouver à proximité des stations d'épuration, c'est-à-dire les zones périurbaines peuplées.
- la réticence des usagers à utiliser l'eau usée, soit pour des raisons culturelles, soit parce que les cultures proposées sont de faibles rentabilités économiques.
- les rejets urbains ont des débits continus et presque constants durant l'année, alors que l'utilisation agricole est saisonnière et la demande est différente selon les saisons et les périodes de productions (**ASANOT. 1998**).

II.3. Les risques liés à la réutilisation agricole des eaux épurées

Le lien entre eaux usées épurées et risque sanitaire est essentiel, il porte sur les contaminations que peuvent engendrer soit le contact direct avec des eaux usées épurées, soit l'ingestion de produits alimentaires ayant été en contact avec des EUT, Ces risques de contamination sont d'ordre bactériologique ou chimique. Les risques liés à une REUE agricole sont :

- Le risque microbiologique ;
- Le risque chimique ;
- Le risque environnemental (**FAO, 2003**).

II .3. 1.Le risque microbiologique

Dans le cas de l'agriculture, il est prouvé depuis longtemps que les microorganismes pathogènes des animaux ne peuvent ni pénétrer ni survivre à l'intérieur des plantes. Les micro-organismes se retrouvent donc à la surface des plantes et sur le sol. Les feuilles et la plante créent un environnement frais, humide (évaporation) et à l'abri du soleil. Il peut donc y avoir une

contamination pendant la croissance des plantes ou la récolte. Les pathogènes survivent plus longtemps sur le sol que sur les plantes (FAO. 2003).

II .3.2.Le risque chimique

Au delà de l'effet global de certains constituants de l'eau usée sur les cultures irriguées comme la salinité, l'eau usée peut potentiellement créer une toxicité due à une concentration élevée de certains éléments comme le bore et quelques métaux lourds (FAO. 2003).

II .3.3.Le risque environnemental

L'utilisation d'eau usée épurée pour l'irrigation peut avoir également des effets négatifs sur l'environnement et la santé humaine. Les principaux dangers pour l'environnement associés à l'eau usée traitée sont :

- L'introduction des produits chimiques dans des écosystèmes sensibles (principalement le sol, l'eau et les plantes),
- La propagation des microorganismes pathogènes (FAO 2003).

II.4. Critères de qualité des eaux usées pour l'irrigation

II.4.1. Salinité

Le principal critère d'évaluation de la qualité d'une eau naturelle dans le perspective d'un projet d'irrigation est sa concentration totale en sels solubles. La concentration en sels totaux de l'eau usée excède celle de l'eau potable d'environ 200 mg/L, sauf dans le cas de pénétration d'eaux saumâtres dans les réseaux d'assainissement ou lors de collecte d'eaux industrielles. Les conséquences d'une salinité excessive de l'eau d'irrigation se présentent sous 2 catégories :

- les dommages vis-à-vis des sols et donc, indirectement, vis-à-vis des rendements cultureux
- les dommages causés aux cultures.

Parmi les éléments entrants en jeu dans la salinité des eaux usées réutilisées, on peut citer le sodium et le chlore qui sont responsables, en grande partie, de la salinisation des sols et le bore dans une moindre mesure (abordé précédemment). Le sodium étant sujet à une accumulation significative sur les sols (sodisation), il fera l'objet d'une attention toute particulière dans cette partie (CATHERINE BOUTIN ET AL .2009).

II.4.1.1. Salinisation

La salinisation est l'accumulation de sels hydrosolubles dans le sol. Les sels se dissolvent et se déplacent avec l'eau. Quand l'eau s'évapore, les sels restent.

Les plantes prélèvent l'eau du sol en y abandonnant une large part des sels apportés par l'eau d'arrosage ce qui conduit à augmenter la salinité de l'eau du sol. Les conséquences de l'évaporation sont les mêmes. La pression osmotique de l'eau du sol augmentant avec sa concentration en sels dissous, la plante consacre alors l'essentiel de son énergie non pas à se développer, mais à ajuster la concentration en sels de son tissu végétal de manière à pouvoir extraire du sol l'eau qui lui est nécessaire. La qualité des eaux d'irrigation en fonction de leur salinité évaluée par leur conductivité électrique est dans le tableau (M. LADJEL FARID. ONA . CFMA DE BOUMERDES)

Tableau II.1 : Classes de qualité de salure de l'eau d'irrigation

Qualité de l'eau	Conductivité de l'eau (µS/cm)	Sels solubles correspondants estimés en NaCl(mg/l)
I. Excellente	<250	< 160
II. Faible salinité	250 - 750	160 - 500
III. Forte salinité	750 – 2250	500 – 1500
IV. Très forte salinité	2250 – 5000	1500 – 3600

II.4.1.2. Sodisation

Une grande quantité d'ions sodium dans l'eau affecte la perméabilité des sols et pose des problèmes d'infiltration. Le phénomène d'accumulation de sodium dans les sols s'appelle la sodisation. Ceci est dû au fait que le sodium présent dans le sol en forme échangeable remplace les ions calcium et magnésium adsorbés sur les argiles de sol et cause la dispersion des particules dans le sol.

Cette dispersion a comme conséquence l'altération des agrégats des sols. Le sol devient alors dur et compact (lorsqu'il est sec) réduisant ainsi les vitesses d'infiltration de l'eau et d'air, affectant ainsi sa structure. Ce problème est également relié à plusieurs facteurs tels que le taux de salinité et le type de sol.

II.4.1.3.Effet de Salinité

Contenu total en sel soluble. 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. Une salinité trop élevée peut causer des brûlures racinaires. 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 (**CATHERINE BOUTIN ET AL . 2009**)

La conductivité électrique est exprimée en milli siemens/centimètre (mS/cm). 1 de siemens par mètre (dS/m) égale en moyenne, à 640 ppm de sel.

II.4.2.Les fertilisants dans les eaux usées traitées

II.4.2.1. Azote (N)

La teneur en azote dans les eaux usées peut varier de 20 à plus de 100 mg/l, selon les usages et le traitement de l'effluent de ces eaux (**METAHRI A.2012**).

L'usage d'eaux usées en irrigation peut faire craindre un excès d'apports azotés. Cet excès se réfère d'une part aux tolérances de la végétation cultivée et, d'autre part, aux risques de pollution des nappes phréatiques sous-jacentes .

L'azote en quantité excessive peut, dans des mesures qu'il ne faut pas exagérer, perturber certaines productions, retarder la maturation de certaines cultures, abricots, agrumes, avocats, vigne par exemple, altérer leur qualité, comme par exemple réduire la teneur en sucre des fruits ou des betteraves, accentuer la sensibilité des cultures aux maladies, la tendance à la verse pour les céréales, limiter le développement des jeunes racines (**METAHRI A.2012**).

II.4.2.2.Phosphore (P)

Le phosphore comme l'azote est un nutriment essentiel à toutes plantes. La teneur en phosphore dans l'effluent d'une installation de traitement secondaire varie de 6 à 15 mg/l (15 à 35 mg/l P_2O_5). Cette teneur en phosphore dans les eaux usées recyclées ne sera peut-être pas suffisante en début de croissance pour assurer un rendement satisfaisant .La capacité d'absorption du phosphore dans le sol dépend de sa concentration en solution .Un excès de phosphore dans l'eau d'irrigation ne pose pas de problème. Il n'existe pas de valeur indicative pour estimer la valeur du phosphore en

excès. Pour l'établissement d'un programme de fertilisation, l'évaluation du phosphore dans les eaux usées à recycler doit être réalisée en conjonction avec l'analyse des terres. **(M. GUY ATLAN ADOPTE PAR LE CESR).**

II.4.2.3.Potassium (K)

C'est un macronutriment essentiel pour les plantes et il joue un rôle positif dans la fertilité du sol, le rendement et la qualité des cultures. La quantité de potassium dans les effluents de traitement secondaire varie entre 10 et 30 mg/l de K (12 à 36 mg/l K₂O). Cette concentration doit être prise en compte pour l'établissement d'un programme de fertilisation des cultures.

Logiquement, les concentrations de N, P et K dans les eaux épurées dépendent de l'origine des eaux brutes et du procédé de traitement. En première approximation, on peut admettre que tout l'azote et une grande partie du phosphore et du potassium normalement requis pour la production agricole sont apportés par l'effluent **(M. GUY ATLAN ADOPTE PAR LE CESR).**

II.4.2.4.Autres nutriments

La plupart des effluents contiennent suffisamment de soufre, zinc, cuivre et d'autres micronutriments pour corriger les déficiences du sol au bout de trois ans d'irrigation. Par ailleurs, pour éviter les effets toxiques sur les plantes, les valeurs maximales des micronutriments ne devraient pas dépasser certaines valeurs recommandées.

II.4.3. Eléments traces et métaux lourds

Les eaux usées d'origine urbaine peuvent contenir dans certains cas des éléments toxiques minéraux (notamment des métaux lourds) et organiques même en l'absence de rejets industriels lesquels doivent, selon leur nature, faire l'objet d'un traitement spécifique ou d'un prétraitement avant introduction dans le réseau. Lorsque l'activité industrielle lourde est faible, la présence de métaux lourds et d'éléments traces ne devraient pas être considérés comme un problème extrême ou sérieux. Les éléments présents dans l'effluent brut sont retenus en grande partie dans les boues, sous-produit de l'épuration. Lorsqu'elles sont d'origine urbaine, les concentrations en éléments traces des eaux usées traitées sont, en général, inférieures aux teneurs maximales proposées pour l'irrigation des cultures **(ENVIRONMENTAL ALTERNATIVE UNITED-EAU-).**

II.4.4. Le pH de l'eau d'irrigation

Le pH est la mesure de la concentration en ions hydrogènes de la solution (H^+). Il est représenté par une expression logarithmique, Plus la concentration en ions hydrogènes est élevée, plus le pH est bas et plus c'est acide.

Le pH influence la forme et la disponibilité des éléments nutritifs dans l'eau d'irrigation. Le pH de l'eau d'irrigation devrait se situer entre 5,5 et 6,5. À ces valeurs, la solubilité de la plupart des microéléments est optimale (**RODIER, J. & LEGUBE, B. & MERLET, N. 2009**).

II.4.5. Matières en suspension et matière organique

Les matières en suspension (MES) sont en majeure partie de nature biodégradable. La plus grande part des microorganismes pathogènes contenus dans les eaux usées est transportée par les MES. Les particules en suspension, plus lourdes que l'eau, sont éliminées par décantation. Toutefois, un traitement beaucoup plus poussé est généralement requis pour faire face aux risques sanitaires. Une présence excessive de matières en suspension peut entraîner des difficultés de transport et de distribution des effluents ainsi que le bouchage des systèmes d'irrigation. (**METAHRI A.2012**)

La présence de matière organique dans les eaux usées ne constitue pas, sauf cas très particulier, un obstacle à la réutilisation de ces eaux. Bien au contraire, elle contribue à la fertilité des sols.

Cependant, l'expérience montre que le maintien d'une concentration importante en matière organique dans les eaux usées gêne considérablement l'efficacité des traitements destinés à éliminer les germes pathogènes. Enfin, les concentrations significatives en matière organique peuvent aussi entraîner des odeurs désagréables, notamment si les eaux stagnent à la surface du sol.

II.5. Les différentes réglementations dans le monde

II.5.1. Les recommandations de l'OMS et de l'USEPA

II.5.1.1. Le point de vue de l'OMS

Les recommandations de l'OMS sont les seules à l'échelle internationale. Elles sont source d'inspiration pour de nombreux pays à travers le monde.

CHAPITRE II : LA REUTILISATION DES EAUX USEES EPUREES POUR L'IRRIGATION

Ces recommandations ne concernent que l'usage agricole, et il y a donc un "vide juridique" pour les autres usages. Les normes concernent uniquement les quantités de microorganismes (tableau II.4).

Les protozoaires ne sont pas inclus directement car il est considéré qu'ils sont éliminés en même proportion que les helminthes. Les virus ne sont pas considérés non plus, leur présence étant difficile à détecter lors des contrôles de routine. Ces normes sont destinées à une utilisation internationale, et sont donc adaptées aux pays en voie de développement. Elles représentent la limite au-delà de laquelle la santé publique n'est plus assurée (**FAO. 2002**).

II.5.1.2. Le point de vue de l'USEPA

L'USEPA (United States Environmental Protection Agency) a publié en 1992, en collaboration avec l'USAID (United States Agency of International Développement), ses propres recommandations sur la REUE, intitulées « Guidelines for Water Reuse ». Contrairement à l'OMS, ces normes ne sont pas basées sur des études épidémiologiques et une estimation du risque, mais sur un objectif de zéro pathogène dans les eaux réutilisées. Les normes microbiologiques sont donc beaucoup plus strictes.

Les normes de l'USEPA concernent tous les usages envisageables pour des eaux usées épurées (usage urbain, agricole, industriel, recharge de nappe, etc.) ce qui en fait un outil puissant. Plusieurs paramètres sont pris en compte : le pH, la demande biologique en oxygène, la turbidité ou les solides en suspension et les coliformes fécaux. Il faut retenir que seul le facteur " coliformes fécaux " permet de juger de la qualité microbiologique. Le pH est toujours fixé entre 6 et 9. La turbidité ne doit pas dépasser en général 2 NTU.

La DBO maximale est fixée soit à 10 mg/l, soit à 30 mg/l, selon les usages. Les coliformes fécaux doivent être soit en concentration inférieure à 200 CF/100 ml (pour l'irrigation avec restriction, les usages paysagers, industriels et environnementaux), soit à un niveau de non détectabilité (pour l'irrigation sans restriction, la baignade et la réutilisation indirecte pour l'eau potable). Enfin, ce qui est un des aspects les plus drastiques des normes de l'USEPA, dans la plupart des cas il est imposé une norme en chlore résiduel de 1 mg/l (**MASSENA. 2001**).

II.6.La législation Algérienne**II.6.1. Normes de la qualité de l'eau**

L'eau est le fluide vital de la vie sur terre et constitue un aliment fondamental, assez rare dans notre pays, qu'il faut protéger contre toute forme de pollution. La préservation de ce facteur exige un contrôle continu pour le comparer avec les normes nationales (tableau II.2 et II.3) .

Tableau II.2: Recommandations microbiologiques pour la REUE en agriculture

Groupe des Cultures à irriguer	Critères de qualité microbiologiques	
	Nématodes (oeufs/L) (moyenne arithmétique)	Coliformes Fécaux (CFU / 100 ml) (moyenne géométrique)
Irrigation non restrictive. Culture de produits pouvant être consommés crus.	Absence	< 100
Légumes qui ne sont consommés que cuits. Légumes destinés à la conserverie ou à la transformation non Alimentaire.	< 0.1	< 250
Arbres fruitiers (1). Cultures et arbustes fourragers (2). Cultures céréalières. Cultures industrielles (3). Arbres forestiers. Plantes florales et ornementales (4).	< 1	Seuil recommandé < 1000
Cultures du groupe précédent (CFU/10 0ml) utilisant L'irrigation localisée (5) (6).	Pas de norme recommandée	1000

(1) L'irrigation doit s'arrêter deux semaines avant la cueillette. Aucun fruit tombe ne doit être ramassé sur le sol. L'irrigation par aspersion est à éviter.

(2) Le pâturage direct est interdit et il est recommandé de cesser l'irrigation au moins une semaine avant la coupe.

(3) Pour les cultures industrielles et arbres forestiers, des paramètres plus permissifs peuvent être adoptés.

(4) Une directive plus stricte (< 200 coliformes fécaux par 100 ml) est justifiée pour l'irrigation des parcs et des espaces verts avec lesquels le public peut avoir un contact direct, comme les pelouses d'hôtel.

CHAPITRE II : LA REUTILISATION DES EAUX USEES EPUREES POUR L'IRRIGATION

Tableau II.3:Recommandations physico-chimiques pour REUE en agriculture (JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE, 2012)

	Paramètres	Unité	CONCENTRATION MAXIMALE ADMISSIBLE
Physiques	pH	-	6 < pH < 8.5
	MES	mg/l	30
	CE	ds/m	30
	Infiltration le SAR =		
	0-3 CE		0.2
	3-6	ds/m	0.3
	6-12		0.5
Chimiques	12-20		1.3
	20-40		3
	DBO5	mg/l	30
	DCO	mg/l	90
	Chlorure (Cl)	meq/l	10
Eléments toxiques (*)	Azote (NO3-N)	mg/l	30
	Bicarbonates (HCO3)	meq/l	8.5
	Aluminium	mg/l	20.0
	Arsenic	mg/l	2.0
	Cadmium	mg/l	0.05
	Béryllium	mg/l	0.5
	Chrome	mg/l	1.0
	Cobalt	mg/l	5.0
	Cuivre	mg/l	5.0
	Bore	mg/l	2.0
	Cyanures	mg/l	0.5
	Fluor	mg/l	15.0
	Fer	mg/l	20.0
	Phénols	mg/l	0.002
	Plomb	mg/l	10.0
	Lithium	mg/l	2.5
	Manganèse	mg/l	10.0
	Mercure	mg/l	0.01
	Molybdène	mg/l	0.05
	Nickel	mg/l	2.0
	Sélénium	mg/l	0.02
	Vanadium	mg/l	1.0
	Zinc	mg/l	10.0

(*) +Pour type de sols à texture fine, neutre et alcalin

CHAPITRE II : LA REUTILISATION DES EAUX USEES EPUREES POUR L'IRRIGATION

Tableau II.4: Recommandations microbiologiques de l'OMS 1989 pour les eaux usées destinées à l'irrigation (**OMS. 1989**).

Catégorie	Condition de réalisation	Groupe exposé	Nématodes intestinaux (nbre, d'œuf/litre) moyenne arithmétique)	Coliformes intestinaux (nbre/100 ml) moyenne géométrique	Procédé de traitement susceptible d'assurer la qualité microbiologique voulue
A	Irrigation de cultures destinées à être consommées crues, des terrains de sport, des jardins publics	Ouvriers agricoles consommateurs, public	< =1	< = 1000d	Une série de bassins de stabilisation conçus de manière à obtenir la qualité microbiologique voulue ou tout autre procédé de traitement équivalent
B	Irrigation des cultures céréalières, industrielles et fourragères, des pâturages et des plantations d'arbre e	Ouvriers agricoles	< = 1	Aucune norme n'est recommandée	Rétention en bassins de stabilisation pendant 8-10 jours ou tout autre procédé d'élimination des Helminthes et des coliformes intestinaux
C	Irrigation localisée des cultures de la catégorie B si les ouvriers agricoles et le public ne sont pas exposés	Néant	Sans objet	Sans objet	objet Sans objet Traitement préalable en fonction de la technique d'irrigation, mais au moins sédimentation primaire

II.7.Conclusion

Les eaux usées épurées sont une ressource de valeur qu'il faudrait exploité partout où cela est possible, en prenant les mesures nécessaires pour protéger la santé publique. Leur réutilisation représente de nombreux avantages. elle permet de réduire la pollution du milieu naturel et d'accroître la production agricole. Ce devrait être, devrait être, autant que possible, la méthode préférée d'évacuation des eaux usées et elle devrait être intégrée à la planification de l'exploitation des ressources en eau .

D'après la recherche qu'on a effectuée il c'est avère que la réutilisation des eaux usées épurées en agriculture permet une augmentation très importante des rendements agricoles. Le risque sanitaire lié à la réutilisation des eaux usées épurées est donc multiple et pour le maîtriser, différentes conditions doivent être conjuguées: Performance de l'outil législatif et sa remise continuelle à jour et évaluation scientifique du risque utilisant les outils les plus performants et les plus efficaces.

**CHAPITRE III
PRESENTATION
& MATERIELS ET
METHODES**

III. Introduction

Dans ce chapitre, les eaux usées traitées de la station de Kouinine dans la wilaya d'El Oued ont été sélectionnées pour être utilisées dans l'expérience. Nous présenterons maintenant le Protocole expérimental pour l'agriculture et les différentes méthodes de caractérisation des eaux usées traitées utilisées pour l'irrigation d'une petite zone préparée à des fins d'expérimentation. Nous détaillerons les étapes avec précision et clarté, en mettant l'accent sur les éléments clés à prendre en compte lors de la mise en œuvre de l'expérience. Les informations seront présentées d'une manière scientifique, en s'appuyant sur des sources scientifiques fiables.

III.1. Présentation de la région d'étude

III.1.1. Situation géographique

La wilaya d'étude se situe au Sud-Est de pays à une distance de 670 km de la capitale Alger. Elle est comprise entre 33° et 34° de latitude Nord et 6° et 8° de longitude Est. La région d'El Oued appartient au Sahara septentrional de l'Erg oriental. Au plan administratif, la wilaya d'El Oued comporte 12 daïras et 30 communes, elle est limitée par:

- La wilaya de Biskra et Khenchela et Tébessa au Nord.
- La wilaya d' El Meghaier et de Touggourt à l' Ouest.
- La wilaya d'Ouargla au Sud
- La frontière tunisienne à l'Est

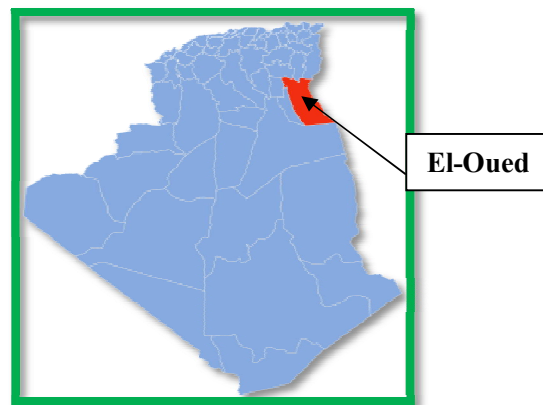


Figure N°III.1: situation de la wilaya d'El Oued (Souf)

III.1.2 Situation géographique de la station d'épuration

La station d'épuration des eaux usées sert à collectée les eaux usées des communes d'El Oued ,Robbah, Bayadha et Kouinine ,elle est située au Nord-Est de Kouinine .

Kouinine est la maire de l'une des municipalités qui appartiennent au groupe et de la vallée sera oasis , le désert au sud de l'Atlas et se situe sur une zone de 116 km² elle est situé au centre de la route national n°48 , donc loin du siège du département d'état ,environ sept kilomètre , elle est située sur niveau de 97 m au-dessus de la mer ,et d'augmenter l'élévation vers le sud ,tandis que la baisse dans le Nord .

Kouinine est une municipalité située au Nord de la vallée ,représente la gestion administrative de la vallée est leur localisation comme se suit:

Au Nord: commune Taghzout.

Au Sud: commune d'El Oued et Sud l'Ouest Oued Alanda.

Au l'Est: commune de Hassani Abed Alkarime.

L'Ouest: commune Ouermase.

Cette station occupe une superficie de l'ordre de 100 hectare ,permet de répondre aux besoins fonciers .La forme géométrique du site s'apparente à un rectangle ,oriente Sud-Nord ,dont les dimensions sont:

Largeur: 500 à 800 m

Longueur: 500 à 1400 m

Actuellement ,le site est occupé a l'avenir , il conviendra de veiller à qu'aucun développement de l'occupation du sol n'ait lieu sur cette zone compte tenu de leur utilisation ultérieure .

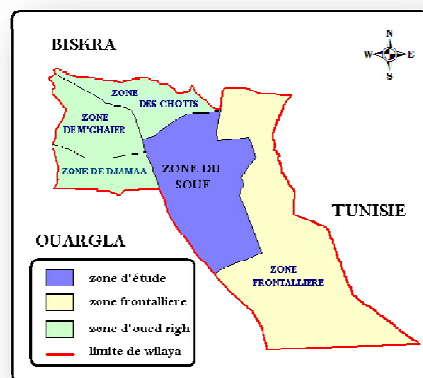


Figure N° III. 02:Les frontières de la région du Souf (Source: A.N.R.H,2005) .

III.1.3 Facteurs climatiques

Au sein des facteurs climatiques, les plus importants sont les températures et les pluviométries. Cependant, compte tenu des particularités d'altitude et de topographie de la région d'étude, d'autres facteurs climatiques tels que le vent sont pris en considération.

III.1.3.1. Températures

La température représente un facteur limitant de toute première importance car elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne de ce fait la répartition de la totalité des espèces et des communautés d'êtres vivants dans la biosphère (RAMADE, 2003).

La saison très chaude dure 3,2 mois, du 6 juin au 13 septembre, avec une température quotidienne moyenne maximale supérieure à 35 °C. Le jour le plus chaud de l'année est le 5 Août, avec une température moyenne maximale de 40 °C et minimale de 27 °C.

La saison fraîche dure 3,5 mois, du 20 novembre au 6 Mars, avec une température quotidienne moyenne maximale inférieure à 21 °C. Le jour le plus froid de l'année est le 12 Janvier, avec une température moyenne minimale de 5 °C et maximale de 16 °C.

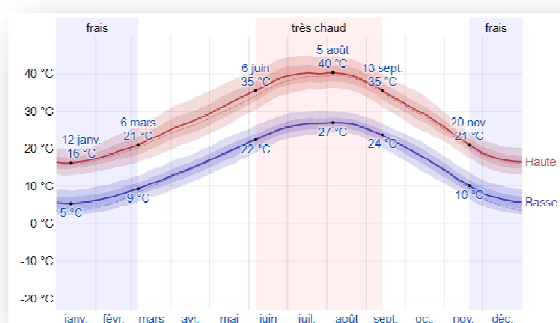


Figure N° III. 03: La température maximale et minimale de Souf (SAPRKWEATHER, 2018)

À Oued Souf, les étés sont caniculaires, aride et dégagé et les hivers sont frisquet, sec et dégagé dans l'ensemble. Au cours de l'année, la température varie généralement de 5 °C à 40°C et est rarement inférieure à 2 °C ou supérieure à 45 °C.

En fonction du score de plage/piscine, les meilleurs moments de l'année pour visiter Oued Souf pour les activités estivales sont de fin avril à fin juin et de début septembre à mois octobre.

III.1.3.2. Humidité

Nous estimons le niveau de confort selon l'humidité sur le point de rosée, car il détermine la transpiration s'évaporera de la peau, causant ainsi un rafraîchissement de l'organisme. Les points de rosée plus bas sont ressentis comme un environnement plus sec et les points déposée plus haut

comme un environnement plus humide. Contrairement à la température, qui varie généralement considérablement entre le jour et la nuit, les points de rosée varient plus lentement. Ainsi, bien que la température puisse chuter la nuit, une journée lourde est généralement suivie d'une nuit lourde. Oued Souf connaît des variations saisonnières modérées en ce qui concerne l'humidité perçue. La période la plus lourde de l'année dure 3,0 mois, du 16 juillet au 17 octobre, avec une sensation de lourdeur, oppressante ou étouffante au moins 4 % du temps. Le jour le plus lourd de l'année est le 13 septembre, avec un climat lourd 14 % du temps. Le jour le moins lourd de l'année est le 10 décembre, avec un climat lourd quasiment inexistant.

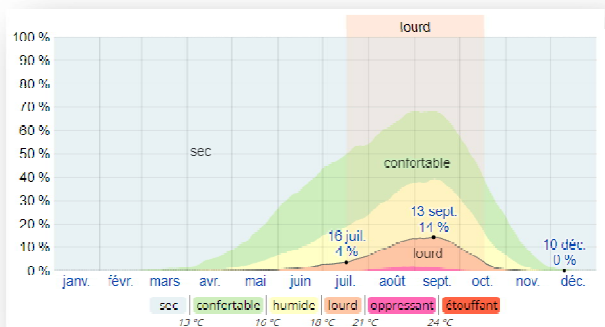


Figure N° III. 04 : L'humidité relative de Souf (SAPRKWEATHER, 2018)

III.1.3.3. Pluie

Pour montrer la variation au cours des mois et pas seulement les totaux mensuels, nous montrons l'accumulation de pluie au cours d'une période glissante de 31 jours centrée sur chaque jour de l'année. Oued Souf connaît des variations saisonnières modérées en ce qui concerne les précipitations de pluie mensuelles. Chutes de pluie au cours de l'année à Oued Souf. La plus grande accumulation de pluie lieu au cours des 31 jours centrés aux alentours du 20 janvier, avec une accumulation totale moyenne de 10 millimètres.

La plus petite accumulation de pluie a lieu aux alentours du 28 juin, avec une accumulation totale moyenne de 1 millimètre.



III.1.3.4. Les Précipitations

Oued Souf connaît une variation saisonnière minime en termes de fréquence des jours de précipitation (c'est-à-dire les jours connaissant une précipitation d'eau ou mesurée en eau supérieure à 1 millimètre).

La fréquence varie de 0 % à 6 %, avec une valeur moyenne de 3 %. Pour les jours de précipitation, nous distinguons les jours avec pluie seulement, neige seulement ou un mélange des deux. En fonction de ce classement, la forme de précipitation la plus courante au cours de l'année est de la pluie seulement, avec une probabilité culminant à 6% le 26 Septembre.

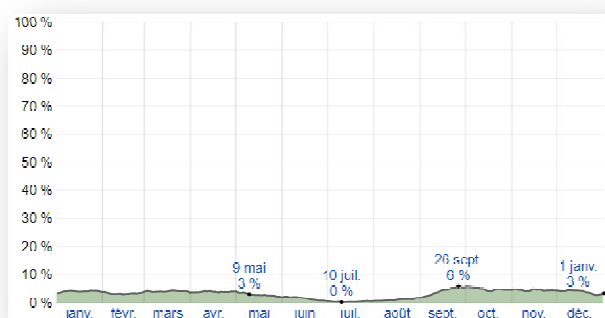


Figure N° III. 05 : La fréquence de précipitation de Souf (SAPRKWEATHER, 2018)

III.1.3.5. Vent

Les vents sont fréquents et cycliques ; leur direction dominante est variable suivant les saisons. Le « Dahraoui », vent du Nord-Ouest-Sud-Est, sévit surtout au printemps. Le « Bahri » d'orientation Est-Nord, se manifeste de fin Août à mi-October, la plus fréquemment.

En fin, Le « chihili » ou sirocco, vent du Sud, domine pendant tout l'été. La sécheresse des végétaux, la déshydratation des individus et la présence d'électricité dans l'air lui sont imputables toutes les manifestations nocturnes du « Bahri » atténuent les méfaits du sirocco. Le vent observé à un emplacement donné dépend fortement de la topographie locale et d'autres facteurs, et la vitesse et la direction du vent instantané varient plus que les moyennes horaires.

La vitesse horaire moyenne du vent à Oued Souf connaît une variation saisonnière considérable au cours de l'année.

La période la plus venteuse de l'année dure 4,3 mois, du 17 mars au 27 juillet, avec des vitesses de vent moyennes supérieures à 14,8 kilomètres par heure. Le jour le plus venteux de l'année est le 9 juin, avec une vitesse moyenne du vent de 17,2 kilomètres par heure. La période la plus calme de l'année dure 7,7 mois, du 27 Juillet au 17 Mars.

Le jour le plus calme de l'année est le 30 octobre, avec une vitesse moyenne horaire du vent de 12,3 kilomètres par heure.

La direction horaire moyenne principale du vent à Oued Souf varie au cours de l'année.

Le vent vient le plus souvent de l'Est pendant 7,8 mois, du 11 Mars au 4 Novembre, avec un pourcentage maximal de 69 % le 6 juillet. Le vent vient le plus souvent de l'Ouest pendant 4,2 mois, du 4 Novembre au 11 Mars, avec un pourcentage maximal de 45 % le 1 Janvier.

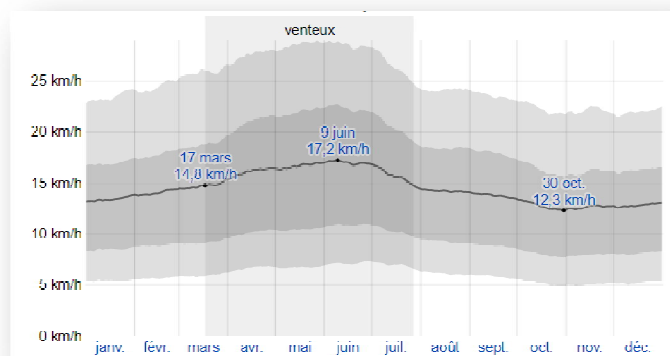


Figure N° III. 06:la vitesse de vent dans la Souf (**SAPRKWEATHER, 2018**)

III.2. Site de l'étude

La station d'épuration de lagunage aérée de Kouinine 01, située à 07 Km de la ville d 'El-Oued raccordée aux communes , El-Oued, Bayadda, Robah et Kouinine.

Elle a été mise en service en Juillet 2009.Elle est dotée d'un réseau d'assainissement de type unitaire, elle vise à traiter un effluent d'eaux usées domestiques d'un débit nominale de 34000 m³/j correspond à 240000 Eq/ha environ pour les horizons 2018, mais le débit actuel moyen est de 13000 m³/j.

Ce système comprend trois étages en série ; les deux premiers sont aérés, le 3^{ème} est un bassin de finition (lagune de décantation) avant son rejet dans le milieu naturel

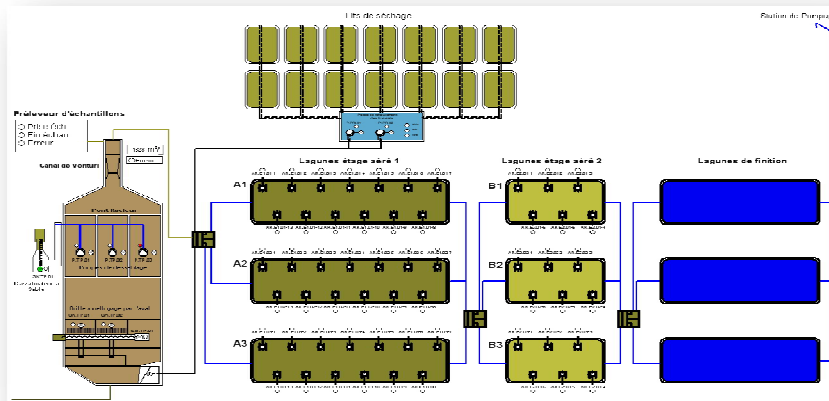


Figure N° III. 07:Schéma de la station d 'épuration n ° 01 à Kouinine

III.2.1. Présentation de la station d'épuration STEP 01

La station d'épuration des eaux usées n°1 (STEP 01) est celle de type lagunage aérée. Qui composée de six lagunes aérée réparties en deux étages de traitement et de trois lagunes de finition (3ème étage) , d'un ouvrage de prétraitement (dégrillage ,dessableur) ,de 14 lits de séchage des boues d'épuration et de bâtiment d'exploitation , ainsi que le montage des équipements hydromécaniques et électriques .

III.2.2. Description de la STEP 01

Station d'épuration des eaux usées à lagunage aérée est conçue pour desservir les communautés de: El-Oued, Bayadha, Kouinine et Robbah. La population totale de ces communiantes actuellement d'environ 486170 habitants. La pleine capacité de la station d'épuration sera atteinte en 2030.

Le processus de traitement des eaux usées se base sur des lagunes aérées, et comprend les étapes principales ci-après:

- Prétraitement avec dégrillage et dessablage longitudinal.
- Bassins d'activation primaire (étape 1 avec 3 lagunes aérées en parallèles).
- Bassins d'activation secondaire (étape 2 avec 3 lagunes aérées en parallèles).
- Bassins de traitement d'affinage ou maturation (3 lagunes de post-traitement en parallèles).
- Traitement de boues (14 lits de séchage des boues).

III.3 Procédés d'épurations des eaux usées dans la station

III.3.1. Prétraitement

Le prétraitement comporte les éléments suivants:

a) Dégrillage

b) Dessablage

c) Ouvrage de répartition

III.3.2. Traitement secondaire des eaux usées

A la suite de ces prétraitements, les eaux à traiter subissent un traitement par le système de Lagunage aéré. Cette étape est constituée de deux étages d'aération et d'un étage de finition.

a) Lagunes d'aération (première étape)

Suite à l'alignement des vannes des conduites du répartiteur, l'eau usée à traiter biologiquement s'écoule par les conduites et répartie de manière homogène. Le traitement biologique d'eau consiste des trois lagunes aérées (A1, A2,A3) de la même taille et conception.

Pour assurer une réduction efficace de la pollution biologique (DBO) et chimique (DCO).

A l'intervention des micro-organismes et l'oxygénation que fournir par 13 aérateurs dans chaque lagune, pour atteindre une dégradation de la pollution organique entre 70-80 %. Selon le bilan global suivant:

Eau + pollution organique + micro-organismes +O₂ →CO₂+H₂O+ biomasse (ONA,2019).

b) Lagunes d'aération (deuxième étape)

Le fonctionnement de la deuxième étape d'aération est identique à la première. Mais pour la dégradation de la charge restante d'environ 20-30 % assuré par 6 pièces d'aérateurs ont été installées dans chaque lagune (**ONA. 2019**).

Les caractéristique des lagunes sont:

- Longueur:194.80 m
- Largeur: 92.80m
- Profondeur de bassin: - coté d'entrée 4.50 m
- coté sortie 4.30m
- Profondeur d'eau: 2.70 m

III.3.3. Traitement complémentaire (lagune de finition):

Les lagunes de finition ont été conçues et construites selon le même système que les lagunes aérées 1 et 2 et son pris les dimensions suivants:

- Longueur: 254.30 m
- Largeur: 91.60 m
- Profondeur de bassin: - coté d'entrée 3.70m

- coté sortie 2.50m

- Profondeur d'eau: 1.50 m

Les lagunes de finition ou de traitement final, ont été construites pour améliorer la qualité de l'eau usée traitée biologiquement, en majeure partie des matières dégradables est retenue dans les lagunes de l'étape 1 et 2. Voilà pourquoi le dépôt des boues dans les lagunes de traitement de finition augmente juste lentement. Les écarts de temps jusqu'au raclage des boues peuvent ainsi être prolongés par rapport aux lagunes aérées. Selon une estimation approximative, on peut assurer une fréquence de raclage de 8-10 ans. L'eau usée clarifiée biologiquement est dirigée vers l'émissaire (ONA. 2019).

III.3.4. Décharge des boues

• Lit de séchage des boues

Construire 14 lits de séchage dans 2 lignes avec 7 lits par ligne en est remplis des graviers de différente granulométrie et couverts du sable comme couche de couverture.

Conçues comme bâches terrestres avec revêtement en feuille, tuyaux perforé de drainage pour la déshydratation et des rampes d'accès pour la décharge de la boue sèche.

Pour le raclage de la boue déposée au radier des lagunes d'eau usée, un racleur de boue avec une pompe à piston rotatif aspire le mélange boue-eau et le transmet par une conduite de refoulement flexible, la boue pompée s'écoule par la suite vers les lits de séchage. Elle stockée dans les lits de séchage et déshydratée dans les conditions naturelles. Dans les conditions climatiques locales on peut assumer un temps de séjour d'environ 15-18 jours. Ainsi, on atteint un taux de matière sèche de 400-450kg/m³ (ONA. 2019).

III.4. Présentation de la plante

III. 4.1. Le Radis « *Raphanus sativus* L. »

Le Radis, est une plante annuelle ou bisannuelle de la famille des moutardes, cultivée pour sa grande racine pivotante succulente. Le radis commun est probablement d'origine asiatique ou méditerranéenne et est cultivé dans le monde entier. *Raphanus sativus* L. est l'ancêtre plus que probable de l'espèce polymorphique *Raphanus sativus* (SHIPPER. 2004).

Les romains disposaient de trois noms différents pour désigner le gros Radis :armoracia, radix et *Raphanus armoracia* dérive du grec. Mis à part l'espagnol Remolachaquia pris le sens de betteraves, tous ses descendants sont des noms locaux qui désignent de gros radis. En dehors de l'Italien ramolaccio (CHAUVET. 2007).

Le Radis fait partie, de la famille des crucifères. Aujourd'hui cette famille est appelée Brassicacées, nom qui vient de brassica, c'est-à-dire du chou. Cela signifie que ses fleurs ont quatre pétales disposés en croix, forme typique de cette famille (SHIPPER. 2004).

III. 4.1.1.Description de radis « *Raphanus sativus* L. »

Le Radis (*Raphanus sativus* L.) est une racine, globuleuse, renflée-charnue, avec une écorce rose-blanche; Un tissu tendre ou ferme. Est directement surmontée de feuilles velues, plus ou moins grandes, pétiolées profondément lyrées, à lobes oblongs dentelés, dont le terminal est plus grand que les autres , très- rudes. le radis développe une tige haute de 4 à 8décimètre ramifiée, porteuse de fleurs blanches assez petites, pédonculées à 4 pétales dressés, donnant naissance à des fruits (siliques) type haricot vert court et gonflé oblongues- lancéolé, renflé à la base et non articulées, spongieux à l'intérieur, contenant des graines rouges aplaties logées chacune dans une fossette particulière, arrondies(MOQUIN Et TANDON. 1866).

III.4.1.2.Classification botanique de radis « *Raphanus sativus* L. »

La classification de la plante du Radis selon Cronquist, 1981 est la suivante :

Règne	Plantae
Sous-règne	Tracheobionta
Division	Magnoliophyta
Classe	Magnoliopsida
Sous	classeDilleniidae
Ordre	Ordre Capparales
Famille	Brassicaceae
Genre	Raphanus
Nom binominal <i>Raphanus sativus</i> L	

III. 4.1.3.Origines

Probablement originaire de l'est de la région méditerranéenne, en Asie occidentale. Ce fut l'un des premiers légumes à être cultivés. Des écrits anciens démontrent que le radis(*Raphanussativus* L.) était consommé il y a environ 4000 ans par les Babyloniens et les Egyptiens, et était particulièrement apprécié pour ses propriétés médicinales. Il aurait été introduit en Chine environ 500 ans avant notre ère. Les Chinois ont développé de nouvelles variétés de radis, à racine plus grosse et plus longue. Le radis peut maintenant se trouver comme plante cultivée à travers le monde sous de nombreuses formes différentes, allant de petites plantes annuelles feuillues à des bisannuelles à grosses racines charnues (SCHIPPERS.2004).

III.4.1.4.Caractéristiques biologiques du Radis

✓ Morphologie florale

Les Radis cultivés sont considérés comme annuels. Cependant, les grosses variétés tardives devraient plutôt être classées en bisannuelles. Les graines sont rougeâtres arrondies ou un peu allongées, avec des faces ordinairement un peu aplaties. Les feuilles sont de forme obovale et peuvent être sinueuses, crénelées, dentées ou dentelées; les feuilles situées à la périphérie sont à limbes entiers, les feuilles centrales peuvent être fortement découpées en lobes. Les tiges florales de 50 à 80 cm sont rameuses, dressées et creuses; les fleurs sont blanches ou violacées mais jamais jaunes, contrairement à *Raphanus phanistrum* L. La racine est charnue, unicolore ou bicolore, de forme cylindrique ou sphérique. Les fruits sont des siliques renflées, spongieuses, non articulées lisses, sans étranglements, insensiblement atténuées en bec. Les siliques peuvent être étalées ou dressées (GRY. 1994).

III. 4.1.5.Composition du Radis « *Raphanus sativus* L. »

III. 4.1.5.1. Valeur nutritive

Peu énergétiques, les radis roses fournissent à peine 15 K calories au 100 g, ce qui les Synthèse bibliographique place parmi les aliments les moins énergétiques, protéines et lipides (graisses) n'étant présents qu'à l'état de traces, ce sont les glucides (2,5 à 3,5 g) qui apportent l'essentiel des calories. Des glucides constitués en majorité par des sucres simples (glucose et fructose).Les radis présentent aussi une haute densité en minéraux et oligo-élément pour 100calories, ils fournissent 1620 mg de potassium, 133mg de calcium, 47 mg de magnésium,5.3mg de fer, cela leur confère d'intéressantes propriétés reminéralisantes. Les radis constituent également une bonne source de vitamine C puisqu'ils en apportent en moyenne 23 mg aux 100 g. (BASE DE DONNEES NOMENCLATURALE DE LA FLORE DE FRANCE, 2011).

III. 4.1.5.2.Principes actifs et antioxydants

Du fait qu'il est très riche en antioxydants (les anthocyanines, Kaempferol et les Peroxydases), des chercheurs ont notamment étudié l'effet d'un mélange d'antioxydants du radis chez l'animal pour découvrir qu'il apportait une protection contre l'oxydation des lipides sanguins (un effet favorable à la santé cardiovasculaire), des lipides des cellules intestinales (un effet bénéfique pour la prévention du cancer du côlon) et d'autres maladies liées au vieillissement(GENDREAU. 2006). Les Radis renferment aussi des composés spécifiques, comme les indols, et les gluconates, capables d'inhiber ou de freiner le développement de tumeurs cancéreuses.

III. 4.2. Le Haricot « *Phaseolus vulgaris* L. »

Le Haricot est l'une des légumineuses alimentaires qui a suscité un débat controversé sur son éthologie et son origine dans l'histoire (CHAUX ET FAURY. 1994).

Le terme *Phaseolus* était utilisé par les anciens grecs puis, dans les langues romaines cette plante fut appelée *Phaseolus*, fugal, fesol, fasole (GIBAUT. 1896).

III. 4.2.1. Description du Haricot « *Phaseolus vulgaris* L. »

Le Haricot commun *Phaseolus vulgaris* L. est une plante annuelle appartenant à l'ordre des Fabales et à la famille des Fabacées dont les feuilles sont trifoliées.

Le système racinaire est constitué d'une racine principale et de nombreuses racines latérales qui se tiennent horizontales sur 10 cm de long. L'état structural du sol influence la profondeur d'enracinement de la plante (de 30 cm en conditions défavorables à 1 m dans d'excellentes conditions) et aussi son alimentation hydrique, déterminante pour la croissance de la plante. Une bonne implantation racinaire permet d'éviter des problèmes de flétrissement de la plante en cas de fortes chaleurs. Sur celles-ci se développent des nodosités formées par des bactéries du genre *Rhizobium*. Ces bactéries fixent l'azote de l'air en puisant l'énergie nécessaire dans les sucres que la plante leur fournit. Cet azote est restitué à la plante sous forme de composés azotés assimilables (RENARD ET AL. 2007).

III. 4.2.2. Classification botanique du Haricot « *Phaseolus vulgaris* L. »

Selon GUIGNARD (1998), la position systématique du Haricot est la suivante

Règne	Végétal.
Embranchement	Spermaphytes
Sous embranchement	Angiospermes.
Classe	Magnoliopsida
Sous	Dicotylédones.
Ordre	Dicotylédones.
Famille	Fabaceae.
Genre	<i>Phaseolus</i> .
Nom binominal : <i>Phaseolus vulgaris</i> L.	

III. 4.2.3. Origines

Le Haricot commun, *Phaseolus vulgaris* L., a été domestiqué en Amérique centrale et en Amérique du Sud il y a plus de 9700 ans. Des graines sèches furent introduites et semées au XVI^e siècle en Europe puis, sa culture s'est rapidement diffusée dans les zones méditerranéennes et subtropicales (PERON. 2006).

Une bonne part du phosphore est liée à des phytates et les protéines ne sont digestibles qu'à 55–65% (WORTMANN. 2012).

III. 5. Protocole expérimentale

Choix du site de l'expérience

Le site de l'expérience a été choisi comme une zone nue à l'intérieur d'une ferme où nous avons, la parcelle a été divisée en deux.



Photo N° III 08 : préparé le sol pour la plantation



Photo N° III 09 : Acres prêts à semer

Dispositif expérimental

Le dispositif pris est formé de 2 parcelles de 1 m x 0.7 m de superficie. Chaque parcelle sera irriguée par une des eaux suivantes :

- Eau de forage
- Eau l'eau usée épurée

Ensemencement

On a choisi les grains de Haricot « *Phaseolus vulgaris* L. » et du Radis « *Raphanus sativus* L. » et semé le 15 /03/2023



Photo N° III 10 : Échantillons de semence de Haricot et du Radis

2. Analyse de l'échantillon 02 (eau de forage)

Tableau III. 02 : les analyses physico-chimiques pour l'eau forage (date d'analyse de 02/05/2023) Pendant la période d'essai.

Paramètres	unité	Résultats	Normes(E.B)
pH	-	7.87	6.5-9
T	(°C)	25.2	25
Conductivité	µs/cm	5620	2800
Turbidité	NTU	3.34	-
Conductivité	µs/cm	5620	-
Salinité (TDS)	mg/L	3597	-
NH₄⁺	mg/L	0.050	4-05
NO₂⁻	mg/L	0.015	-
Ca⁺⁺	mg/L	653.304	-
Mg⁺⁺	mg/L	82.637	-
Duretétotal TH	mg/L CaCO ₃	1970	-
Cl⁻	mg/L	1056.499	600-500
NO₃⁻	mg/L	61.92	50
HCO₃⁻	mg/L	158.6	-

Le site du forage: Le forage est situé dans la commune de Hassani Abdelkrim à l'intérieur de la ferme où l'expérience a été réalisée. La première nappe phréatique.

III. 6. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté la région d'étude et en particulier la station d'épuration des eaux usées de Kouinine d'où on prélève les échantillons d'eau pour l'irrigation des semences de Radis et de Haricots d'une part et aussi l'irrigation à partir des eaux de forage d'autre part. nous avons décrit les méthodes de préparation des acres et aussi les méthodes d'implantation des cultures .



CHAPITRE VI

RESULTATS

ET DISCUSSION

IV .Introduction

Dans ce chapitre, nous exposons la qualité des eaux usées après traitement et examinons leurs effets sur les paramètres physico-chimiques de la plante de Radis « *Raphanus sativus* L. » et Le Haricot « *Phaseolus vulgaris* L. », tout en engageant une discussion approfondie sur ces résultats.

IV.1.Résultats des mesures morphologiques

Après la plantation de deux variétés de la plante(Radis et Haricot) et leur arrosage avec deux types d'eau (épurées, forage), nous avons suivi les différentes étapes de croissance des plantes.

Des photos ont été prises pour chaque plante tout au long de la période de croissance, sur une durée de 60 jours.

IV.1.1.Résultats de Le Haricot « *Phaseolus vulgaris* L. »

A. Dans 20 jours



Photo IV. 01 :Plantes irriguées par l'eau épurées de la STEP



Photo IV. 02 :Plantes irriguées par l'eau de forage

B. Dans 40 jours



Photo IV. 03 :Plantes irriguées par l'eau épurées de la STEP



Photo IV. 04 :Plantes irriguées par l'eau de forage

C. Dans 60 jours



Photo IV. 05 :Plantes irriguées par l'eau épurées de la STEP



Photo IV. 06 :Plantes irriguées par l'eau de forage

IV.1.1.1. Développement

Les moyennes des longueurs des tiges et feuilles des plantes irriguées par l'eau de forage, ainsi que celles des plantes irriguées par l'eau épurée de la STEP dans des périodes de 20 ,40 et 60jours sont représentées dans les tableaux suivants :

Tableau IV.01: Longueurs des tiges, feuilles des plantes irriguées par l'eau de forage.

Nombre de jours	0	20	40	60
Longueur de la tige (cm)	0	6	7.5	10
Longueur de la feuille (cm)	0	3	4	4.5

Tableau IV.02: Longueurs des tiges et feuilles des plantes irriguées par l'eau épurée de la STEP

Nombre de jours	0	20	40	60
Longueur de la tige (cm)	0	7	10	13
Longueur de la feuille (cm)	0	4	5	6

IV.1.1.2.Représentations graphiques

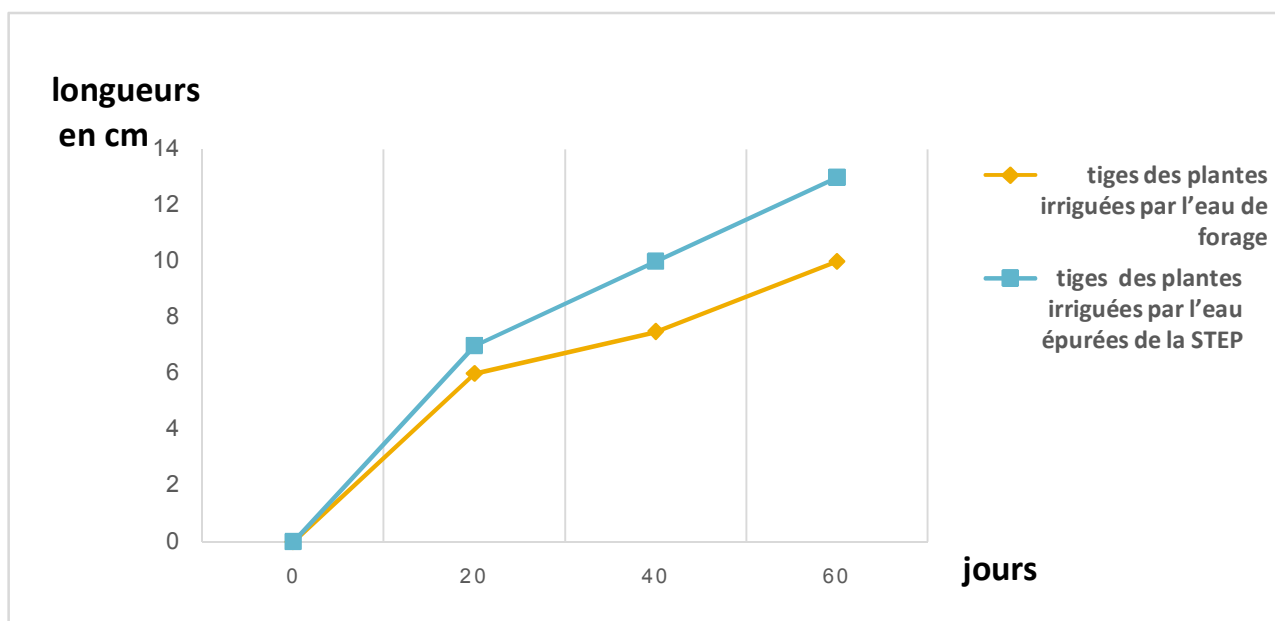


Figure IV. 07: représentation graphique de la comparaison du développement et de la croissance des tiges pendant une période de 60 jours pour les plantes irriguées avec de l'eau de forage et l'eau épurée de la STEP 01 .

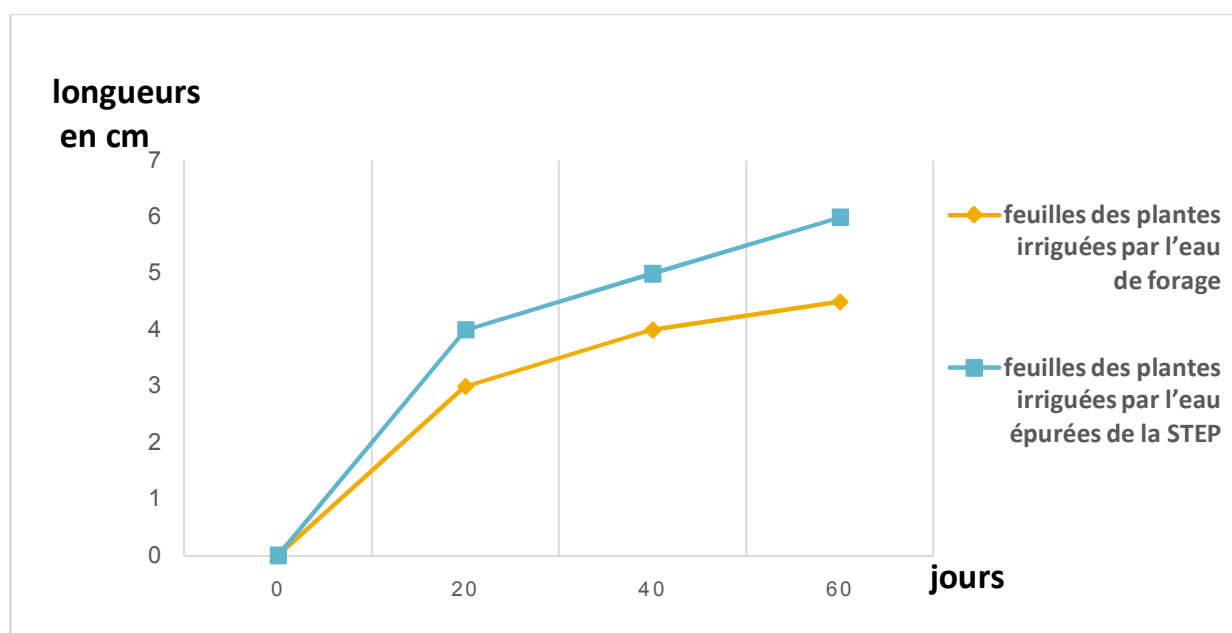


Figure IV. 08: représentation graphique de la comparaison du développement et de la croissance des feuilles pendant une période de 60 jours pour les plantes irriguées avec de l'eau de forage et l'eau épurée de la STEP 01.

C. Dans 60 jours



Photo IV.13 :Plantes irriguées par l'eau épurées de la STEP



Photo IV.14 :Plantes irriguées par l'eau de forage

IV.1.2.1.Développement

Les moyennes des longueurs des racines et feuilles des plantes irriguées par l'eau de forage, ainsi que celles des plantes irriguées par l'eau épurée de la STEP dans des périodes de 20, 40 et 60 jours sont représentées dans les tableaux suivants :

Tableau IV.03: Longueurs des racines et feuilles des plantes irriguées par l'eau de forage

Nombre de jours	0	20	40	60
Longueur de la racine(cm)	0	3	4.5	6.5
Longueur de la feuille (cm)	0	3.5	6.5	10

Tableau IV.04: Longueurs des racines et feuilles des plantes irriguées par l'eau épurée de la STEP 01

Nombre de jours	0	20	40	60
Longueur de la racine(cm)	0	4	6	8
Longueur de la feuille (cm)	0	4.5	13	19

IV.1.2.2.Représentations graphiques

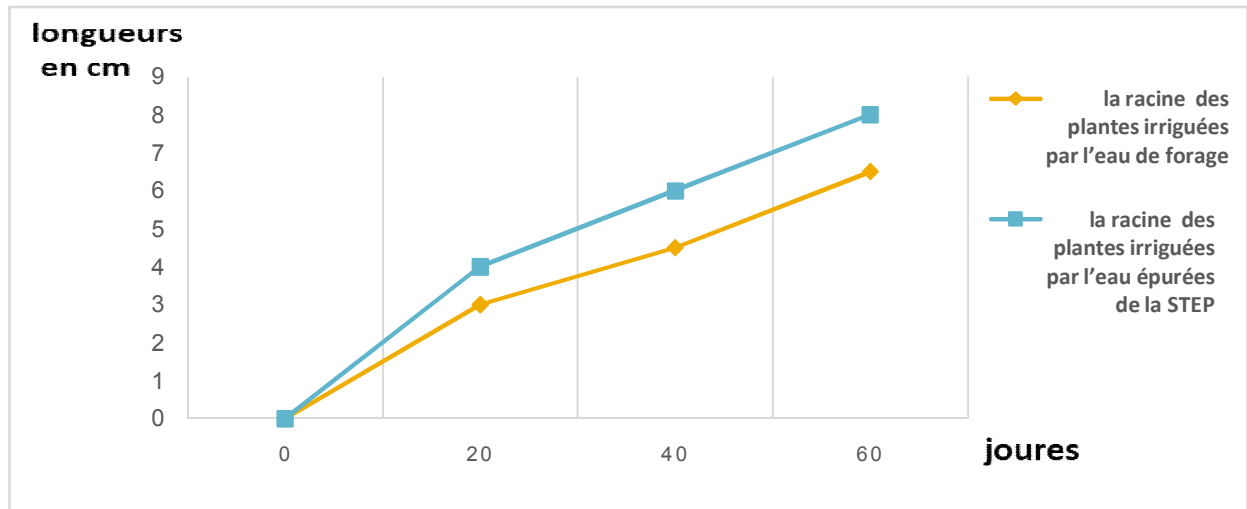


Figure IV. 15: représentation graphique de la comparaison du développement et de la croissance des racines pendant une période de 60 jours pour les plantes irriguées avec de l'eau de forage et de l'eau épurée de la STEP 01

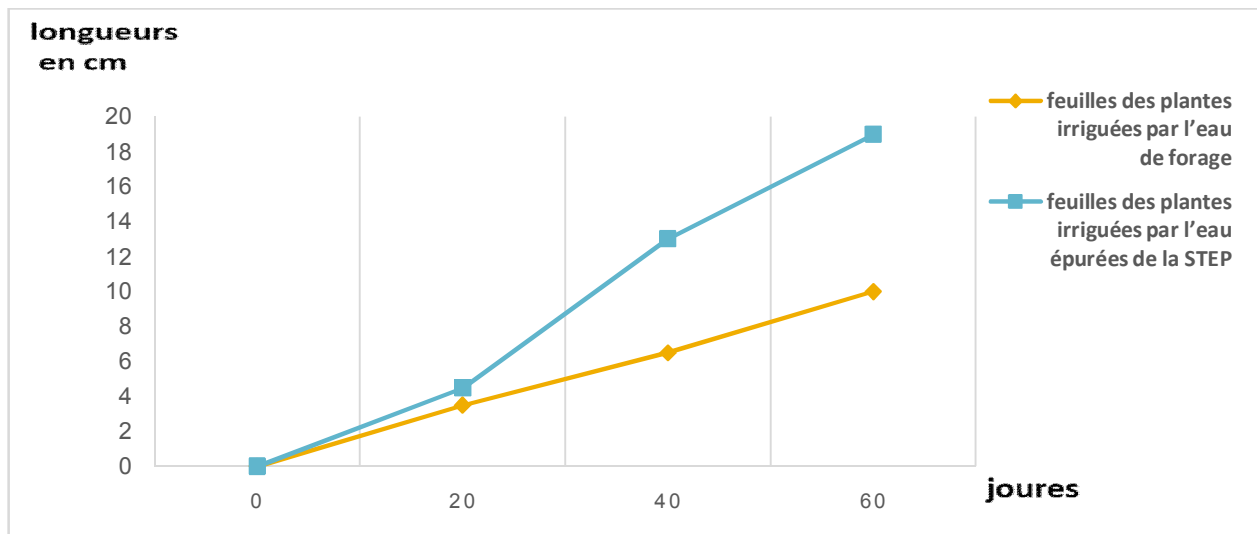


Figure IV. 16: représentation graphique de la comparaison du développement et de la croissance des feuilles pendant une période de 60 jours pour les plantes irriguées avec de l'eau de forage et de l'eau épurée de la STEP 01

Après avoir effectué quelques mesures, nous avons initialement constaté une légère différence dans le développement des racines des plantes irriguées par l'eau de forage par rapport à celles irriguées par de l'eau épurée. Cependant, les différences sont significatives au niveau des feuilles.

Après 60 jours, nous constatons une différence importante dans le développement des racines des plantes irriguées par l'eau de forage et celles irriguées par de l'eau épurée. De plus, les différences sont très marquées dans le développement des feuilles.



Eau de forage

Photo (01)



Eau épurée de la STEP

Photo (02)

En observant d'après les photos (1) et (2), on constate qu'il y a une dense récolte de plantes irriguées avec de l'eau épurée provenant de la station d'épuration (STEP) par rapport aux celles irriguées avec de l'eau de forage.

IV.2.Les faits sur les Radis (*Raphanus sativus* L.) les analysas sont faits au sein du laboratoire de Fatilab (Laboratoire D'analyse Et De Contrôle De La Qualité Et De La Conformité)

• **Dénomination : Plante de Radis**

Nature : Plante fraîche irrigué par l'eau épurée de la STEP 01

Echantillons édité le : 25/05/2023

• **analyses microbiologiques**

Tableau IV.05: résultats des analyses pour le paramètre (***Escherichia coli***) de la plante

Paramètres	Echantillons					Normes		Méthodes
	1	2	3	4	5	m	M	
Escherichia coli	80	60	70	80	70	10²	10³	J.O.A 75 du 2017

irriguée par l'eau épurées

• **Interprétation :**

Suite au arrêté interministériel du 4 Octobre 2016 dans le JOA N° 39 du 2 juillet 2017, l'échantillon est de qualité micro biologique Satisfaisante.

• **analyses Physico – Chimiques**

Tableau IV.06: résultats des analyses pour le paramètre (**Plomb pb et Nitrate NO₃⁻**) de la plante irriguée par l'eau épurées

Paramètres	Unité	Résultats	Normes	Méthodes
Plomb pb	mg/kg	2.550	/	ISO 6635
Nitrate NO₃⁻	mg/kg	863.76	/	ISO 6635

- **Dénomination** : Plante de Radis

Nature : Plante fraîche irrigué par l'eau de forage

Echantillons édité le : 01/06/2023

- **analyses micro biologiques**

Tableau IV.07: résultats des analyses pour le paramètre (**Escherichia coli**) de la plante irriguée par l'eau de forage

Paramètres	Echantillons					Normes		Méthodes
	1	2	3	4	5	m	M	
Escherichia coli	10	10	20	10	20	10²	10³	J.O.A 75 du 2017

- **Interprétation** :

Suite au arrêté interministériel du 4 Octobre 2016 dans le JOA N° 39 du 2 juillet 2017, l'échantillon est de qualité micro biologique Satisfaisante.

- **analyses Physico – Chimiques**

Tableau IV.08: résultats des analyses pour le paramètre (**Plomb pb et Nitrate NO₃⁻**) de la plante irriguée par l'eau de forage

Paramètres	Unité	Résultats	Normes	Méthodes
Plomb pb	mg/kg	0.000	/	ISO 6635
Nitrate NO₃⁻	mg/kg	759.72	/	ISO 6635

Pour compléter l'expérience, nous avons effectué des analyses en laboratoire sur les plantes de radis irriguées avec de l'eau épurées provenant de la station et celles irriguées avec de l'eau de forage . Les résultats des analyses microbiologiques ont révélé la présence de quantités de bactéries toxiques (*Escherichia coli*) inférieures aux normes requises (10² et 10³). De plus, les analyses ont montré une concentration plus élevée de plomb et de nitrates dans les plantes irriguées avec l'eau épurée par rapport à celles irriguées avec l'eau de forage. Les analyses ont confirmé l'absence de plomb dans les plantes irriguées avec l'eau de forage.

IV.3.Conclusion

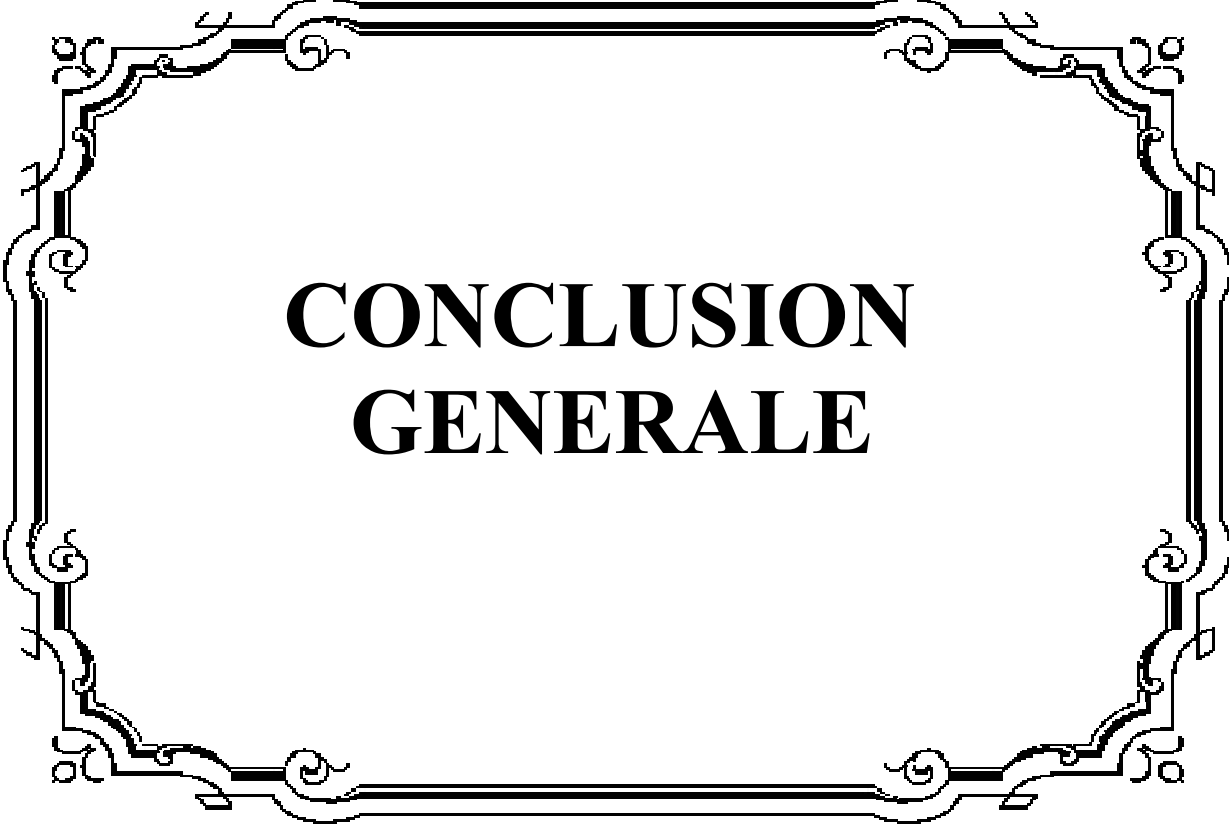
À travers les mesures, les graphiques et les photographies des plantes de Radis et de Haricot, il est apparu que les plantes irriguées avec de l'eau épurée provenant de la station d'épuration des eaux usées de Kouinine (STEP 01) ont montré un développement plus important et un nombre beaucoup plus élevé par rapport aux plantes irriguées avec de l'eau de puits.

Cette expérience a révélé que les matières organiques présentes dans l'eau épurée ont joué un rôle dans la croissance et le développement des plantes de Radis et de Haricot.

Les analyses effectuées sur les plants de Radis ont révélé qu'il est possible de réutiliser les eaux épurées pour l'irrigation des plantes non comestibles en raison de la présence de bactéries toxiques, de plomb et de nitrates. Cependant, il est nécessaire de procéder à un traitement avancé de ces eaux épurées afin de les utiliser pour l'irrigation des plantes comestibles, afin de prévenir une augmentation de ces polluants par exemple rajouté un traitement tertiaire pour ces eaux on appliquant l' une des méthodes de traitement des eaux par exemple la méthode de la filtration .

Propositions:

Proposition d'aménagement paysager avec des eaux traitées près de la station de Kouinine pour soulager la pression : utilisation des eaux traitées pour un projet d'arboriculture sur une grande surface, incluant également l'arborisation des routes environnantes avec l'eau traitée. Choix d'arbres comme Eucalyptus et d'autres espèces à forte consommation d'eau. Et également la construction d'une station proche pour absorber la quantité d'eau excédentaire et réduire la pression afin que la station puisse effectuer un traitement conforme aux normes.



CONCLUSION GENERALE

CONCLUSION GENERALE

CONCLUSION GENERALE

Au début de cette étude, nous avons donné des informations générales sur les eaux usées, leur origine et leurs caractéristiques physiques et chimiques. De plus, nous avons fourni des informations sur les sources de pollution, ces informations étant capables de développer une idée sur la technique de traitement qui doit être suivie après la collecte de ces eaux usées dans la station d'épuration et de permettre la possibilité de réutilisation de ces eaux.

Ensuite, nous avons collecté des données sur la réutilisation des eaux usées épurées et comment la considéré comme une précieuse ressource devant être exploitée partout, tout en prenant les mesures nécessaires pour protéger la santé publique. Leur réutilisation présente des avantages importants, contribuant à la réduction de la pollution de l'environnement naturel et à l'augmentation de la production agricole. La réutilisation des eaux épurées devrait être la méthode préférée d'élimination des eaux usées et devrait faire partie de la planification de l'exploitation des ressources en eau.

Selon nos recherches, il est apparu que la réutilisation des eaux usées épurées dans l'agriculture entraîne une augmentation significative de la production agricole. Cependant, les risques sanitaires liés à la réutilisation des eaux usées épurées sont multiples, et pour les maîtriser, plusieurs conditions doivent être remplies : l'efficacité des législations en vigueur et leur mise à jour continue, ainsi que l'évaluation scientifique des risques à l'aide d'outils avancés et efficaces.

Nous avons également présenté la zone d'étude, en particulier la station de traitement des eaux usées de Kouinine, qui est une station avec un système de ventilation artificielle pour les lacs artificiels. Des échantillons d'eau ont été prélevés pour l'irrigation des graines de Radis et de Haricot d'une part, et l'irrigation à partir des puits d'eau d'autre part. Nous avons décrit les méthodes de préparation des terres ainsi que les techniques de plantation des cultures et les techniques d'irrigation .

À la fin de l'expérience, il est apparu que les plantes irriguées avec de l'eau épurée provenant de la station de traitement des eaux usées de Kouinine (STEP 1) ont montré une croissance plus importante et un nombre beaucoup plus élevé par rapport aux plantes irriguées avec de l'eau de puits. Cette expérience a révélé que les matières organiques présentes dans l'eau épurées ont joué un rôle dans la croissance et le développement des plantes de Radis et de Haricot.

CONCLUSION GENERALE

Cependant, des analyses de laboratoire ont révélé la présence de bactéries toxiques ainsi que du plomb et des nitrates dans les plantes de Radis. Par conséquent, il est possible de réutiliser les eaux épurées pour l'irrigation des plantes non comestibles, mais il est nécessaire de traiter ces eaux de manière avancée pour les utiliser dans l'irrigation des plantes comestibles.

À la fin, il a été proposé de mettre en œuvre un projet de plantation d'arbres sur une grande surface en utilisant les eaux épurées près de la station, en choisissant des espèces d'arbres telles que l'eucalyptus (lecalitouce) et d'autres espèces qui consomment des quantités importantes d'eau, ainsi que la plantation d'arbres le long des routes en utilisant les eaux traitées. Cela vise à soulager la pression sur la station afin qu'elle fonctionne correctement et en conformité avec les normes.

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIE

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

A

ABOUELOUAGA, M., EL HALOUANI, H., KHARBOUA, M. & BERRICHI, A. (2002). Caractérisation physico-chimique et bactériologique des eaux usées brutes de la ville d'Oujda : canal principal et Oued Bounaïm. Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires.

AFIR D ET MEZAOUA. (1984), « Application et dimensionnement d'un procédé de coagulation floculation pour le traitement des eaux résiduaires de la papeterie de Baba Ali », mémoire d'ingénieur, école nationale de polytechnique.

AGARWAL, S. K. (2005). Water pollution (Vol. 2). APH publishing.

ASANOT. 1998 Inigation with Reclaimed municipal wastewater: California Experiences. Options Méditerranéennes. Serie A. Séminaire Méditerranéen 1. Reuse of Low Quality Water for Irrigation in mediterranean Countries

B

BAUMONT ET AL (2004) : Réutilisation des eaux usées: risques sanitaires et faisabilité en Île-de-France. Rapport ORS, 220p

BEADRY, P. J. (1992). chimie des eaux. le griffon d'argile.

BECHAC J. BOUTIN P., MERCIER B., 1983, Traitement des eaux usées. 2ème Edition .BEAUDRY J.P., 1984, Traitement des eaux. Edition le Griffon d'Aigle Inc, 231p .

BECHAK, J. ET BOUTIN, B. 1983. Traitement des eaux usées. 2eme Ed, Eyrolles. 192p Belkhir, D. 1999. Traitement des eaux usées urbaines (aspects environnemental). Mém. Ing. Eco et Env. Eco. Forestier. Université de Sétif. 84p.

BELKHIRI D. 1999, Traitement des eaux usées urbaines (Aspect environnemental). Mém. Ing. Eco et Env. Eco. Forestier Université de Sétif, 115 p.

BENZAOUI .N ET EL BOUS .F. (2009), Epuration des eaux usées par les procédés des boues activées au niveau de la commune de Touggourt. Mem. Ing. chimie. Univ. de Annaba.

BOUDJELAL ET DJOUDI.(2003) Pollution de l'oued Bousellem par les eaux usées urbaines et industrielles et impact de leur utilisation dans l'irrigation. Mém. Ing. Eco et Env. Patho des écosystèmes. Université de Sétif, 112 p.

BOUTELLI M. MENASIA S. 2008. Conception d'une station d'épuration pour la ville de Ghardaïa, possibilités de réutilisation des eaux épurées. Mém. Ing. Hydraulique. Hydraulique urbaine. Univ. d'Ouargla. 132p.

C

CAMPOS C. (2008) New perspectives on microbiological water control for wastewater reuse. Revue Desalination vol. 218, N°1-3, Publisher Elsevier, Amsterdam, PAYS-BAS, pp. 34-42.

CATHERINE BOUTIN ET AL . 2009 Technologies d'épuration en vue d'une réutilisation des eaux usées traitées (REUT) Rapport final.

CHAUVET MICHEL.(2007). Petite flore méditerranéenne. Nos légumes et leurs cousins sauvages. Sommières, Romain Editions, 96-100.

CHAUX C.L. ET FOURY C.L. 1994, Production légumière, tome III, légumineuses potagères, légumes fruits, éd. Lavoisier, Paris.

CLAUDE GROS C. (1999). L'eau usage et pollution (tome 2), Institut National de la Recherche Agronomique.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

D

DALI H. ZOUAOUI K. 2007, Réutilisation des eaux usées épurées en irrigation. Mém .Ing. Génie des procédés. Génie de l'environnement. Uni d'Ouargla.68p .

DAVID ECOSSE. (2006): La réutilisation des eaux usées Références bibliographiques. de l'Afrique tropicale), Wageningen, Pays Bas.

DEGREMANT. 2005, Mémento technique de l'eau. Tomel. 9 ème 6dDenton, O.A. (Editeurs). Protá (Plant Ressources of tropical Africa / Ressources végétales de

E

EDELINE F.1980L'épuration biologique des eaux résiduelles: théorie et technologie.

EDLINE F. (1996). L'épuration physico-chimique des eaux.3eme édition. Ed. CEBEDOC, Paris,283p.

ENVIROMENTAL ALTERNATIVE UNITED-EAU-. REUE, de liverable for: United States Agency for international development, (Annex 1: caractéristiques des eaux domestiques).

ETUDE PAR ÉCOLEENSAT. Réutilisation des eaux usées épurées : risques sanitaires et faisabilité en Île-de-France (Cette étude a été réalisée par École Nationale Supérieure Agronomique de Toulouse.

ETUDIANTS DE 5EME ANNEE AVEC PROFESSEUR DECHMI R**DEPARTEMENT.2011**Exposé sur la réutilisation des eaux usées épurées Réalisé par les étudiants de 5ème année avec professeur Dechmi Rdépartement d'hydraulique.

EUROPEAN COMMISSION. 2002:Euro-Mediterranean Regional Programme For Local Water Management, Guidelines for Applicants, to Call for Proposals 2001, European Commission, Euro-Mediterranean partnership.

F

F.A.O., (2003). Irrigation avec les eaux usées traitées. Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture. Bureau Régional pour le Proche Orient et Bureau sous régional pour l'Afrique du Nord. 73 p.

FABY J A. ET BRISSAUD F,1997. L'utilisation des eaux usées épurées en irrigation. Office International de l'eau, 1997, 76 pages.

FEPS (FONDATION DE L'EAU POTABLE SURE). (2013), Traitement des eaux usées, 11p

FRANCK. R. (2002), Analyse des eaux, Aspects réglementaires et techniques. Edition Scérén CRDP AQUITAINE. Bordeaux, pp165-239.

G

GAID A. 1993. Traitement des eaux usées urbaines. Doc, C 5 220, 30p

GAÏD. 2007:Traitement des eaux usées urbaines, France.

GENTRY H. S. 1969. Origin of the commonbean, Phaseolusvulgaris . EconomicBotany. 23PP 55-69.

GIBAUT G. 1896. Étude historique sur le Haricot commun (Phaseolus vulgaris). Journal de la Société nationale d'horticult ure de France , 659-673. lire le texte.

GOEL. P. K. (2006). Water pollution : causes, effects and control. New Age International. p418.

GOMELLA. C (1978) : les eaux usées dans les agglomérations urbaines et rurales. Edition EYROLLES . Paris

GUESNIER.(2010).La réutilisation de l'eau est devenue un enjeu politique important, et elle a

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

également contribué au développement durable comme d'autres secteurs. Elle est définie comme «développement durable», ou qui «Assure durablement une prospérité maximale à partir des ressources disponibles»

GUIGNARD J.L. 1998. Botanique, Ed. masson, 159p.

<http://www.safewater.org/PDFS/resourcesknowthefacts/traitement+eaux+usees.pdf>

J

JOSEPH FOURIER.1999.Devaux I. Intérêts et limites de la mise en place d'un suivi sanitaire dans le cadre de la réutilisation agricole des eaux usées traitées de l'agglomération clermontoise. Thèse « Sciences de la Vie et de la Santé », univ, Grenoble, 1999, 257 pages.

K

KEREMANE, G. (2017).Governance of Urban Wastewater Reuse for Agriculture : A Framework for Understanding and Action in Metropolitan Regions. Springer.

l'Afrique tropical), wageningen, pays bas.

L

LADJEL F., 2006, Exploitation d'une station d'épuration à boue activée niveau 02. Centre De formation au métier de l'assainissement. CFMA-Boumerdes. 80p

LADJEL, F. ET BOUCHEFER, S. 2004. Exploitation, d'une station d'épuration à bouesactivées Niveau II. Thème. CFMA (centre aux métiers de l'assainissement). Boumer des. 90p.

M

M. GUY ATLAN Adopté par le CESR , Les boues d'épuration et leurs perspectives de gestion n Île-de-France, Rapport préparé , Au nom de la commission Agriculture, environnement, Ruralité, Adopté par le CESR.

M. LADJEL FARID.ONA . CFMA de Boumer des exploitation d'une station d'épuration à boues activées (ONA) - centre de formation au métier de l'assainissement- CFMA de Boumerdes, en Algérie.

M.LADJEL .2012. Exposé de monsieur LADJEL sur la station d'épuration de Boumerdes sur la réutilisation des eaux usées épurées .

MARA ET CAIRNCROSS 1989: guidelines of the safe use of wastewater and excreta in agriculture and aquaculture – Executive summary, World Health Organization, 20p

MASSENA P.A. 2001.Valorisation des eaux usées en irrigation localisée. Office international de l'eau, 14 pages .Martin G. (1979). Le problème de l'azote dans les eaux. Ed technique et documentation, Paris, 279p.

METAHRI A.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. obtention de diplôme de master.

METAHRI. M.S. 2012: Elimination simultanée de la pollution azotée et phosphatée des eaux usées traitées, par procédés mixtes. Cas de la STEP Est de la ville de Tizi-Ouzou , thèse de doctorat, Univ..

Monod. J., 1989. Mémento technique de l'eau, Tome II, 1989, Dégrèvement. 9ème édition, 1459 p.

MOSSAOUI R et BENHABIB A. (2015), La Réutilisations des eaux usées traitées et l'agriculture. MECAS. 16 p.

MOUHAMMED OUALI S .2001Procédés unitaires bioogique de traitement des eau.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

MOULOUD MAMMERI DE TIZI-OUZOU, Département des sciences agronomiques.137P.

N

NADJAH A. (1971)- Les Oasis du Souf, Edit Maison de livre, Algérie.174p.

NYABYENDA P. 2005. Les plantes cultivées en régions tropicales d'altitude d'Afrique. Ed.tec et Doc, les Presses Agronomique de Gembloux .p 38-42.

O

OMS. (1989), L'utilisation des eaux usées en agriculture et en aquaculture :recommandations à visées sanitaires. Genève, Série de rapports techniques n° 778. 81p.

OUALI M. 2001.Cours de procédés unitaires biologiques et traitements des eaux, Office de Publications Unitaires, Alger.52

OUANOUI B., ABDELLAOUI N., AIT ABDALLAH N. (2009).Application in Agriculture of Treated Wastewater and Sludge from a Treatment Station European Journal of Scientific Research.p602-619.

R

RAMADE F. (2003)– Eléments d'écologie – Ecologie appliquée. Ed. Mc Graw–Hill Inc.Paris, 576 p.

REJSEK F. (2002)- Analyse des eaux; aspect réglementaire et techniques, Tome I. Edition

RENARD S., GOFFORK J.P., FRANKINET. (2007): Optimisation de l'efficience de l'azote dans les rotations intégrant les cultures de légumes industriels en Hesbaye. Les dossiers de la recherche agricoles.

RODIER .J(1996) : Analyse de l'eau ;eaux naturelles ,eaux résiduaires ,eaux demer.8ème édition. Edition DUNOD. Paris.

RODIER .J(2005)Analyse de l'eau ; eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer.8ème Edition DUNOD.

RODIER, J. &LEGUBE, B. & MERLET, N., 2009. L'analyse de l'eau''. 9° édition Dunod, 1600 pages.

P

PAULSRUD B., HARALDSEN S. 1993. Experiences with the Norwegianapproval system for small waste water treatment plants. Wat. Sc. Techn., vol. 28, n° 10, pp. 25-32.

PERON.J.Y. 2006. Production légumière .2 eme édition. Lavoisier. 389 p.

S

SAGGAI M. 2003, Contribution à l'étude d'un System d'épuration à plantes macrophytes pour les eaux usées de la ville de Ouargla. Mem. Mgister. Univ. Ouargla.64p.

SATIN.M ET SALMI (1999), Guide technique de l'assainissement, Edition le Moniteur Paris.

SCHIPPERS RR (2004).Raphanus sativus L. [Internet] Fiche de Protabase. Grubben, G.J.H. & Denton, O.A. (Editeurs). PROTA (Plant Resources of Tropical Africa / Ressources végétales de l'Afrique tropicale), Wageningen, Pays Bas.

SELGHI R.2001: Différentes filières de traitement des eaux, eduniv IZ Rabat, p.22

SHIPPER RR (2004).Raphanus sativusL.(Internet) Fiche de protabase. Grubben, G.J.H. & Denton, O.A. (Editeurs). Prota (Plant Ressources of tropical Africa/ Ressources végétales de l'Afrique tropical), wageningen, pays bas.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

T

TCHIMOGO M. 2001, Epuration des eaux usées de l'E.N.S.H par lagunage naturel. Mém .ing. Génierurale. Blida.132p.

THOMAS, O. (1995). Métrologie des eaux résiduaires. Ed. Cebedoc. Tec. et Doc. Lavoisier, 192p

W

WORTMANN. C. S. (2012).Phaseolus vulgaris - haricot sec (PROTA) — PlantUse Français. PlantUse.

X

XANTHOULIS D. (1993)., Valorisation agronomique des eaux usées des industries agro-alimentaires. Tribune de l'eau n° :563/3. Ed. CEBEDOC, pp: 27-32



ANNEXE

BULLETIN D'ANALYSE

Microbiologique

N°: 3244-23

Information Client:**Client:** BERRA MOURAD**Code:** 1587**Adresse:** Hassani abd el karime eloued**Tel:** 06 63 78 77 60**Information Echantillon:****Référence:** E0776.01.23**Prélevé le:** 21/05/2023**Dénomination:** RADIS**Par:** Lui-même**Nature:** Plant Naturel (Arrosé avec eau épurée)**Lieu:** Nitrate , Plomb , Coliforme**Emballage:** unité**Site:** Hassani abd el karime**Lot N°:****Les résultats:****Echantillon reçu le:** 21/05/2023**Lancé le:** 22/05/2023

Paramètre	Echantillons					Norme		Méthode
	1	2	3	4	5	m	M	
Escherichia coli	80	60	70	80	70	10 ²	10 ³	J.O.A 75 du 2017

Interprétation: Suite au Arrêté interministériel du 4 octobre 2016 dans le JOA N°39 du 2juillet 2017, l'échantillon est de Qualité microbiologique **Satisfaisante**.

Observation: Ces résultats d'analyses ne concernent que l'échantillon reçu

NB: Ce bulletin est identique à la souche archivé chez le laboratoire qui ne contient aucune surcharge ou correction et dans le cas contraire la présente feuille sera annulée

Édité le: 25/05/2023**Le Laboratoire:**

Fatilab



BULLETIN D'ANALYSE N°: 0851/23
PHYSICO-CHIMIQUE**Information Client:****Client:** BERRA MOURAD**Code:** 1587**Adresse:** Hassani abd el karime eloued**Tel:** 06 63 78 77 60**Information Echantillon****Référence:** E0776.01.23**Prélever le:** 21/05/2023**Dénomination:** RADIS**Par:** Lui-même**Nature:** lant Naturel (Arrosé avec eau épurée)**Lieu:** /**Emballage:** unité**Site:** Hassani abd el karime**Les résultat:****Echantillon reçu le:** 21/05/2023**Lancer le:** 22/05/2023

Paramètre	Unité	Résultat	Normes	Méthode
Plomb Pb	mg /Kg	2,550	/	ISO 11885
Nitrate NO ₃ ⁻	mg /Kg	863,76	/	ISO 6635

Observation: Ces résultats d'analyses ne concernent que l'échantillon reçu**NB:** Ce bulletin est identique à la souche archivée chez le laboratoire qui ne contient aucun surcharge ou correction et dans le cas contraire la présente feuille sera annulée**Édité le:** 25/05/2023**Le Laboratoire**

📍 Cité 19 Mars - ElOued
☎ 0770.63.14.87 / 0770.63.16.87
📠 032.13.92.24 / 032.13.92.23
🏢 Laboratoire Fatilab
🌐 www.fatilab.com
✉ contact@fatilab.com

BULLETIN D'ANALYSE N°: 0902/23
PHYSICO-CHIMIQUE**Information Client:**

Client: BERRA MOURAD **Code:** 1587
Adresse: Hassani abd el karime eloued
Tel: 06 63 78 77 60

Information Echantillon

Référence: E0820.01.23 **Prélever le:** 29/05/2023
Dénomination: RADIS **Par:** Le client
Nature: Naturel (Arrosé avec eau de forage) **Lieu:** Sur Place
Emballage: Vrac **Lot N°:** /

Les résultat:

Echantillon reçu le: 29/05/2023 **Lancer le:** 29/05/2023

Paramètre	Unité	Résultat	Méthode
Plomb Pb	mg/Kg	0,00	ISO 11885
Nitrate NO3-	mg/Kg	759,72	ISO 6635

Observation: Ces résultats d'analyses ne concernent que l'échantillon reçu

NB: Ce bulletin est identique à la souche archivée chez le laboratoire qui ne contient aucun surcharge ou correction et dans le cas contraire la présente feuille sera annulée

Édité le: 01/06/2023

Le Laboratoire



BULLETIN D'ANALYSE

Microbiologique

N°: 3270-23

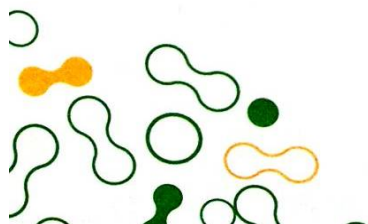
Information Client:**Client:** BERRA MOURAD**Code:** 1587**Adresse:** Hassani abd el karime eloued**Tel:** 06 63 78 77 60**Information Echantillon:****Référence:** E0820.01.23**Prélevé le:** 29/05/2023**Dénomination:** RADIS**Par:** Lui-même**Nature:** Plant Naturel (Arrosé avec eau de forage)**Lieu:****Embalage:** vrac**Site:****Lot N°:****Les résultats:****Echantillon reçu le:** 29/05/2023**Lancé le:** 29/05/2023

Paramètre	Echantillons					Norme		Méthode
	1	2	3	4	5	m	M	
Escherichia coli	10	10	20	10	20	10 ²	10 ²	J.O.A 75 du 2017

Interprétation: Suite au Arrêté interministériel du 4 octobre 2016 dans le JOA N°39 du 2juillet 2017, l'échantillon est de Qualité microbiologique **Satisfaisante**.

Observation: Ces résultats d'analyses ne concernent que l'échantillon reçu

NB: Ce bulletin est identique à la souche archivé chez le laboratoire qui ne contient aucune surcharge ou correction et dans le cas contraire la présente feuille sera annulée

Édité le: 01/06/2023**Le Laboratoire:**

📍 Cité 19 Mars - ElOued
☎ 0770.63.14.87 / 0770.63.16.87
📠 032.13.92.24 / 032.13.92.23
🏢 Laboratoire Fatilab
🌐 www.fatilab.com
✉ contact@fatilab.com

ملخص:

إشكالية الدراسة تهدف إلى تحديد إمكانية إعادة استخدام المياه المعالجة من محطة معالجة مياه الصرف الصحي في مختلف المجالات الاجتماعية والاقتصادية، وتحديدًا في المجال الزراعي. تتركز دراستنا على محطة المعالجة في بلدية كوينين .

في هذا السياق، نحن مهتمون بقضية محددة وهي إمكانية إعادة استخدام المياه المعالجة في الري الزراعي ودراسة تأثيرها على نمو النباتات التي تروى بهذه المياه. قمنا بتنفيذ تجربة على قطع صغيرة من الأرض حيث زرنا بذور الفجل والفاصوليا. ثم قمنا بسقي إحداها بالمياه المعالجة من المحطة والأخرى بمياه الآبار، ثم قمنا بدراسة ومقارنة النتائج.

النتائج التي تم الحصول عليها خلال فترات نمو الأوراق والجذور والسيقان، أظهرت أن السقي بالمياه المعالجة يؤدي إلى تطور في طول النبات ونمو الأوراق بشكل أفضل مقارنة بالسقي بمياه الآبار.

بعد الانتهاء من التجربة، قمنا بتحليل مخبرية على نبات الفجل المسقي بالماء المعالج للمحطة و المسقي بماء الآبار وأظهرت النتائج التحاليل وجود كميات من بكتيريا سامة، ووجود كمية من الرصاص والنترات بنسب أكبر في النبات المسقي بماء المعالج مقارنة بالماء الآبار.

اقتراحنا هو استخدام المياه المعالجة بالقرب من محطة كوينين لتخفيف الضغط، زراعة الأشجار على مساحة كبيرة، زراعة الأشجار على جوانب الطرق المحيطة مثل الكاليتوس وأنواع أخرى تستهلك كميات كبيرة من الماء . بناء محطة قريبة لامتصاص الكمية الزائدة ، وذلك لضمان أن المحطة تستطيع معالجة المياه بما يتوافق مع المعايير المطلوبة.

الكلمات المفتاحية: المياه المستعملة ، منتجات الصرف الصحي ، عملية السقي بمياه المعالجة ، الزراعة ، بلدية كوينين

Résumé :

La problématique de l'étude vise à déterminer la possibilité de réutiliser l'eau épurées de la station d'épuration dans divers domaines sociaux et économiques, plus précisément dans le domaine agricole. Notre étude porte sur la station d'épuration de la commune de Kouinine.

Dans ce contexte, nous nous intéressons à la question spécifique de la possibilité de réutiliser l'eau épurée dans l'irrigation agricole et nous étudions son effet sur la croissance des plantes irriguées avec cette eau. Nous avons mené une expérience sur de petites parcelles où nous avons planté des graines de Radis et de Haricot. Puis nous avons arrosé l'un d'eux avec de l'eau épurée de la station et l'autre avec de l'eau de puits, puis nous avons étudié et comparé les résultats.

Les résultats obtenus pendant les périodes de croissance des feuilles, des racines et des tiges ont montré que l'irrigation avec de l'eau épurée conduit à un meilleur développement de la hauteur des plantes et de la croissance des feuilles par rapport à l'irrigation avec de l'eau de puits.

Après avoir terminé l'expérience, nous avons effectué des analyses en laboratoire sur les plantes de radis irriguées avec de l'eau épurées provenant de la station et celles irriguées avec de l'eau de forage. Les résultats des analyses ont révélé la présence de quantités de bactéries toxiques, ainsi qu'une concentration plus élevée de plomb et de nitrates dans les plantes irriguées avec l'eau épurée par rapport à celles irriguées avec l'eau de forage.

Notre suggestion est d'utiliser de l'eau épurées près de la station de Kouinine pour soulager la pression, de planter des arbres sur une grande surface et de planter des arbres sur les bords des routes environnantes tels que des eucalyptus et d'autres espèces consomment de grandes quantités d'eau. Construire une station à proximité pour absorber le surplus, afin de s'assurer que la station puisse traiter l'eau selon les normes requises

Mots clés : eaux usées, produits d'épuration, processus d'irrigation avec de l'eau épurées, agriculture, municipalité de Kouinine.

Summary:

The problem of the study aims to determine the possibility of reusing treated water from the wastewater treatment plant in various social and economic fields, specifically in the agricultural field. Our study focuses on the treatment plant in the municipality of Kouinine.

In this context, we are interested in the specific issue of the possibility of reusing treated water in agricultural irrigation and studying its effect on the growth of plants irrigated with this water. We carried out an experiment on small plots of land where we planted radish and bean seeds. Then we watered one of them with treated water from the station and the other with well water, then we studied and compared the results.

The results obtained during the periods of growth of leaves, roots and stems showed that irrigating with treated water leads to a better development in plant height and leaf growth compared to irrigating with well water.

After completing the experiment, we conducted laboratory analysis on the radish plants irrigated with treated water from the station and those irrigated with well water. The analysis results revealed the presence of toxic bacteria in both groups, but higher levels were found in the plants irrigated with treated water. Additionally, there was a higher concentration of lead and nitrates in the plants irrigated with treated water compared to those irrigated with well water.

Our suggestion is to use treated water near Kouinine station to relieve pressure, plant trees on a large area, and plant trees on the surrounding roadsides such as eucalyptus and other species consume large amounts of water. Building a station nearby to absorb the excess amount, in order to ensure that the station can treat water in accordance with the required standards

Keywords: waste water, sanitation products, irrigation process with treated water, agriculture, Kouinine municipality