



République algérienne démocratique et populaire
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique
Université de Ghardaïa Faculté des sciences technologie
Département d'Hydraulique et Génie civil



MEMOIRE

Présenté en vue de l'obtention du diplôme de master en hydraulique

Spécialité : hydraulique urbaine

Thème

**AMENAGEMENT D'UN ESPACE CULTIVABLE à
IRRIGUER AVEC LES EAUX USÉES TRAITÉES DE
LA STEP KAF DOUKHANE**

Réalisé par:

- **BENKHELIFA Chahrazad**
- **ZAIDI Asma**

Soutenu devant le jury composé de / Evalué par:

Nome prénom	Grade	Qualité	Etablissement
MECHRI Bacher	MAA	Président	Université Ghardaïa
CHOUIRB Mustapha	Dr	Examineur	Université Ghardaïa
OULED BELKHIR Cheik	MCP	Encadreur	Université Ghardaïa

Année universitaire: 2022/2023

Dédicace

Le dernier jour de ma vie universitaire,

Et merci à Dieu d'avoir ruminé l'année d'études du "nombre d'années". Je dé d'émondé plume à:

L'âme de mon père qui ne m'APA Sv couronne

Sur ce podium ,comme j'aimerais que

Tu sois âmes côtés dans ce beau moment de ma vie, mais je te promets ,père, de me tenir la tête haute avec

Dé terminaison et persévérance

,que Dieu aie pitié de toi et éclaire ta tombe ,mon lien le plus précieux à moite à ma mère,

La prunelle de mes yeux

Et mon soutien tout au long de ma vie Et à mes sœurs et frères ,et à tous les membres de ma famille,

Et mon en cadreur OULEDBELKHIRCHEIKH et mon amie Asma et mon compagnon

De vie fadila et toute les amie.

CHAHRAZAD



Dédicace

Je dédie ce travail à mon père et ma mère pour

leurs sacrifices et leurs Patiences,

en m'aidant matériellement et moralement

Pour en m'aidant matériellement et moralement

Pour aller vers un avenir meilleur. et Gratitude de Leurs dévouements,

de leurs soutiens permanent Durant toutes mes années d'études,

leurs sacrifices illimités, Leurs réconforts moral,

eux qui ont consenti tant d'effort

pour Mon éducation et mon instruction pour me voir atteindre ce.

A mes adorables sœurs et

A mes très chers frères A mon amie chahrazad

A toutes ma grande famille.

A tous mes enseignants et Collègues dans

A mon encadreur MAA OULED BELKHIR CHEIKH

A tous ceux qui m'ont aidé, de près ou de loin, même

Qu'il soit un mot d'encouragement et de gentillesse.

A tous ceux que j'aime et qui m'aiment.

ASMA



EMERCIEMENTS

*Au terme de ce modeste travail,
nous tenons à exprimer notre profonde gratitude et
nos vifs remerciements tout d'abord **ALLAH** le tout puissant
pour m'avoir donné la santé le courage Et la volonté d'étudier,
et la force de réaliser ce travail. et nous aidées beaucoup tout au
long de nos années d'étude et pour finaliser ce mémoire.*

Nous adressons notre profond remerciement

A OULED BELKHIR CHEIKH

*notre encadreur, s'est toujours montré à l'écoute
et très disponible tout au long de la réalisation de ce mémoire,
ainsi pour l'inspiration,
l'aide et le temps qu'il a bien voulu nous consacrer
et sans qui ce mémoire n'aurait jamais vu le jour.*

*Ainsi, nous adressons nos remerciements les plus chaleureux
surtout*

pour membres de jury, qui ont bien accepté de juger notre travail.

*Nous voulons aussi nous remercier nous-mêmes
pour avoir fait tout ce travail dur et fatigant.*

Enfin nous aimerions remercier toutes nos amis et nos collègues

*Pour leur amitié, soutien,
et à toute personne ayant contribué à la réalisation de ce travail,
et tous ceux qui se sont intéressés à notre travail.*

Résumé

Le monde sentit une inquiétante dégradation de la ressource en eau. L'Algérie est un pays en situation sujette à la pénurie d'eau, et le manque d'eau apparaîtra quotidiennement dans les agglomérations urbaines et les villes. Les ressources en eau non conventionnelles notamment les eaux usées traitées offrent une bonne alternative à la demande d'eau qui ne cesse de croître. La présente étude se concentre sur la possibilité de réutiliser les eaux usées traitées de la STEP Kaf Doukhane. À cet objet, une étude a été menée sur la pertinence de l'eau traitée pour une éventuelle utilisation en agriculture et étudier l'influence des eaux brutes et celles traitées par filtre à sable sur la croissance des plantes (taux germination, longueur des tiges et état des feuilles).

Mots clés : Eaux usées, traitement des eaux , agriculture, irrigation, Kaf Doukhane.

Abstract

The world felt a worrying de gradation of water resources. Algeria is a country in a situation prone to water shortage, and the lack of water will appear daily in urban areas and cities. Non-conventional water resources, in particular treated wastewater, offer a good alternative to the ever-increasing demand for water. This study focuses on the possibility of reusing treated wastewater from the STEP Kaf Doukhane. To this end, a study was conducted on the suitability of treated water for possible use in agriculture and to study the influence of raw water and that treated by sand filter on plant growth (germination rate, stem length and leaf condition).

Keywords: waste water, agriculture, irrigation, Kaf Doukhane.

ملخص

شعر العالم بتدهور مقلق لموارد المياه. الجزائر بلد معرض لنقص المياه ، وسيظهر نقص المياه بشكل يومي في المناطق الحضرية والمدن. توفر موارد المياه غير التقليدية ، ولا سيما مياه الصرف الصحي المعالجة ، بديلاً جيداً للطلب المتزايد باستمرار على المياه. تركز هذه الدراسة على إمكانية إعادة استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة من محطة كاف دخان. ولهذه الغاية ، أجريت دراسة حول مدى ملاءمة المياه المعالجة للاستخدام المحتمل في الزراعة ودراسة تأثير المياه الخام والمعالجة بالمرشح الرملي على نمو النباتات (معدل الإنبات وطول الساق وحالة الأوراق).

الكلمات المفتاحية: مياه الصرف الصحي، معالجة المياه، الزراعة ، الري ، كاف دخان

Sommaire

Résumé	I
liste de tableau.....	V
liste des figures.....	V
liste des abréviations.....	VI
Introduction générale	11
CHAPITRE I :procèdes de traitement tertiaire	14
introduction	15
I-1) Rappel sur le système de lagunage naturel	15
I-1-1 Types de lagunage	16
I-1-2 Avantages de lagunage naturel	16
I-1-3 Inconvenient des lagunages naturels	16
I-2) Procédés de traitement tertiaire biologique	17
I-3-1 Le traitement biologique aérobie distingue	17
I-3) Procédés de traitement tertiaire chimique(désinfection)	17
L'ozonation:	18
Une installation d'ozonation comprend 4 parties:	18
Azote:	19
Phosphore:	19
I-4) Précèdes de traitement tertiaires physique	20
I-5) Critères de choix d'un Procédés de traitement	21
Conclusion	21
CHAPITRE II: technique de réutilisation des eaux traites.....	22
introduction	23
II-1) Réutilisation des eaux usées traités pour l'irrigation	24
II-1-1Impact de la REUT sur les cultures	24
II-1-2Défis sociaux	25
II-1-3Défis juridique	25
II-1-4Avant age environmental	25
II-1-5Principaux avantages De REUT à l'agriculture	26
II-1-6 Perspective de la REUT de agriculture	26

II-2) Réutilisation des eaux usées traitées pour la industrielles	26
II-2-1Utilisation dans l'usine dans les domaines suivants	27
II-2-2Utilisation dans l'industrie textiles	28
II-3) Réutilisation des eaux usées traitées pour la zone urbaine.....	28
II.3.1 Réutilisation dans les aliments (eau potable)	28
II.3.2 Réutilisation à des fin mauresque alimentaires	28
II.3.3 Perspective de REUT DE Tourisme.....	29
II-4) critères de choix d'une méthode réutilisation	29
Conclusion	30
CHAPITRE III :cadre physique de la step kaf doukhane	30
Introduction.....	31
III-1) Situation geographies	31
III-2) Capacité et dimension cements.....	32
III-3) Deferments organs constituent la STEP	32
III-4) Prétreatment	33
III-5-1 Dégrillage-dessablage.....	33
III.5.2.Overagederepartition	34
III-5) Traitement premiere	35
III-6) Traitement secondaire.....	35
III-7) Traitement des boues.....	36
III-8) Rejet des eaux traitées.....	36
III-9) Aspect technico-économique.....	37
Conclusion	37
CHAPITRE IV: matériels et méthodes	39
Introduction.....	40
IV-1) Détermination de la dose d'irrigation.....	40
IV.1.1 Données bioclimatiques	40
IV.2.3 Besoins Net sen eau des cultures.....	41
IV.2.4.Périodicité d'irrigation	42
IV.2.5 Les débit d'eau.....	43
IV-2) Filter à sable gravities	43
IV.3.1 Principe de filtration	43

IV.3.2 Le phénomène de colmatage.....	43
IV.3.3 L'écoulement à travers d'un filtre à sable.....	44
IV.3.4 Ban de d'essai au la oratoire.....	45
IV.3.5 hoix de matériaux filtrants	46
IV.3.6 Prélèvement des eaux traitée	47
IV-3) Essais et analyse hydro chimiques la boratoire	48
IV-4) Mise en place d'un champ de culture et suivi de croissance	48
IV.5. Equipment de la serre	48
IV-5-1 suivi de croissance	50
IV-5-1) La première partie de l'expérience	50
IV-5-2) La deuxième partie de l'expérience	51
Conclusion	53
CHAPITRE V: résultants et discussions.....	55
Introduction	56
V-1) Résultat analyses des eaux d'irrigation brute set traitées.....	56
V-2) Suivi de la croissance des cultures.....	57
V.3.1. 1 ^{ere} experimentation.....	57
V.3.1.1. Photo de la premier l'expérimentation	57
V.3.1.2. Commentaire et discussion.....	59
V.3.1.3. Conclusion	60
V.3.2. 2 ^{eme} expérimentation.....	60
V.3.2.1 Commentaire ET discussion	61
V.3.2.2 Conclusion.....	62
V.3.3. 3 ^{eme} expérimentation.....	63
V.3.3.1 Commentaires et discussion	64
Conclusion générale	65
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	67

Liste de tableau

Tableau N° 1: donnees climatiques de la station de Numérote(Ghardaïa)2000-2022	40
Tableau N° 2 : lesystème d'irrigation de Goutte à Goutte	42
Tableau N° 3 : d'irrigation dans la viole:	50
Tableau N° 4 : d'irrigation dans les poux:	52
Tableau N° 5 : Résultats d'analyse hydrothèque.....	56
Tableau N° 6 : suivre la croissance de culture de la 1 ^{ème} experimentation	57
Tableau N° 7 : suivre la croissance de la culture de 2 ^{ème} expérimentation	61
Tableau N° 8 : suivre la croissance de la culture de 3 ^{ème} expérimentation.....	63

Liste des figures

FIGURE N° 1 :Schéma d'un système d'ozonation	18
Figure N° 2 ::Ensemble des réactions de réduction de l'azote	19
Figure N° 3 : La réutilisation des eaux usées épurées dans le cycle de l'assainissement	23
Figure N° 4 :Diagramme représentant la répartition des volumes prélevés par usage en algérien (2017)(Source : Site du Ministère de l'Ecologie, du développement durable, des transports et du logement).....	24
Figure N° 5 :Méthodologie d'utilisation des eaux usées épurées dans l'hydro agricole	26
Figure N° 6 ::L'entrée de la STEP Kaf Doukhane	31
Figure N° 7 : Schéma descriptif de la Station d'épuration.....	32
Figure N° 8 :Principe de fonctionnement des bassins secondaires.....	33
Figure N° 9 :dé grilleur-dessabler	34
Figure N° 10:Répartiteurs vers les bassins primaires et secondaires	34
Figure N° 11: Bassins primaires et secondaires	35
Figure N° 12:List des échange	36
Figure N° 13 :Rejet final vers Oued M'Zab.....	36
Figure N° 14 : Fonctionnement d'un filtre à sable les valeurs de K en fonction du matériau filtrant (Marsily G, 1994).....	44
Figure N° 15 ::Schéma de filtre à sable (bande d'essais au laboratoire)	45
Figure N° 16 : Localisation des carriers du sable sélectionné.....	46
Figure N° 18 ::Caractéristiques granulométriques du sable sélectionné	46
Figure N° 18 ::Caractéristiques granulométriques du sable sélectionné	47
Figure N° 19 :: Rigole de rejet	47
Figure N° 20 : Appareillage utilisé à l'analyse hydrothèque.....	48
Figure N° 21 :irrigation par l'eau traitée dans la viole.....	50
Figure N° 22 :orge et blé irrigué par l'eau traitée.....	51
Figure N° 23 :citron irrigué par l'eau traitée	51
Figure N° 24 :orge et blé et citron irrigué par l'eau filtrée traitée.....	52
Figure N° 25 :La croissance des plantes au bout de 8 jours irrigué par EUT.	57
Figure N° 26 :La croissance des plantes au bout de 15 jours irrigué par EUT	58

Figure N° 27: La croissance des plantes au bout de 21 jour irrigue par EUT.	58
Figure N° 28 : La croissance des plantes au bout de 8 jours irrigue par EUTF	58
Figure N° 29 : Lacroissance des tomates au bout de 15 jours irrigue par EUTF.....	59
Figure N° 30 croissance de culture irrigue par eau traite et filtrée	60
Figure N° 31 : croissance la culture de la deuxième partie de l'expérience.....	62

Liste des abréviations

REUT: réutilisation d'eaux usées traitées

EUT: eaux usées traitées

STEP : station d'épuration des eaux usées

DCO : la demande chimique en oxygène

DBO : la demande biologique en oxygène

MES: Matières en suspension

pH: Le potentiel d'hydrogène

CE: La conductivité électrique

ET: eau traitée

ETF : eau traitée filtrée

FAO: Food Agriculture Organisation

Introduction générale

Face à la raréfaction et à la demande croissante des besoins en eau notamment en agriculture, la réutilisation des eaux usées domestiques devient une exigence dans de nombreux pays souffrent d'un stress hydrique permanent ou saisonnier. Ainsi, certains pays se consacrent à cette réutilisation des eaux usées afin de combler leur déficit en eau. La Réutilisation des Eaux Usées Traitées (REUT) constitue l'une des solutions locales possibles à mettre en œuvre pour répondre à des enjeux spécifiques du territoire ou s'adapter à des tensions saisonnières sur l'eau, qu'elles soient d'ordre quantitatif ou qualitatif. Cette solution peut être utilisée en complément d'autres mesures de gestion équilibrées de la ressource en eau (Samar , 2020) .

La REUT recouvre deux notions : le traitement d'ordre tertiaire ensuite la réutilisation proprement dite d'eaux usées traitées. Les eaux usées brute sont celles rejetées par les collectivité et les industries, puis collectées et acheminées par les réseaux d'assainissement vers les stations d'épuration des eaux usées afin d'y être traitées(Bouzidi Y, 2020). Ce n'est qu'à la fin de ces traitements qu'on les appelle eaux usées traitées. Pour cela plusieurs questions qui se posent à savoir (Herouini & Oulad Hadj ,2021):

- La qualité d'eaux épurées et traitées au niveau de la STEP, est-elle conforme aux normes de rejet ?
- Les eaux usées traitées peuvent-elles être réutilisées en agriculture, et Quelles sont les cultures irriguées avec ces eaux?
- Dans la wilaya de Ghardaïa les eaux usées épurées constituent une fraction très importante de l'eau non conventionnelle. Le nombre des STEP remonte à 3 stations avec une quantité rejetée globale de 63500 m³/j (ONA,2021). La STEP de Kaf Doukhane située à El Atteuf de la vallée du M'Zab, est la plus grande station dans la région. Elle divise une quantité de 37300m³ chaque jour dans la nature (ONA, 2021). Les possibilités de la réutilisation des eaux épurées autour de cette station sont multiples, elles dépendent du contexte socio-économique et écologique de la région du rejet (Ouled Haddar, 2020):
- Agriculture : création d'un périmètre irrigué de 500 Ha,
- Tourisme; création d'un lac artificiel et village touristique de 200 Ha.
- L'objectif de cette étude est de découvrir la possibilité de réutilisation de l'eau usées traitée et traitée filtre pour arroser certaines cultures agricoles et de

déterminer l'impact des deux types sur la croissance et la santé de ces plantes. Nous avons utilisé l'eau usées de rejet de la STEP Kaf Doukhane, qui a été traitée par un filtre à sable installé à l'Université de Ghardaïa d'une hauteur de 1 m et du sable fin prélevé de la Carrier d'oued Metlili . Nous avons également utilisé plusieurs types de plantes dans l'expérience, y compris les légumes, les céréales et les arbres fruitiers. Cela a duré environ deux mois. L'Université de Ghardaïa nous a fourni un laboratoire pour la filtration à sable et l'analyse hydro-chimique, ainsi qu'un champ expérimental avec tous les équipements agricoles.

Pour atteindre cet objectif nous avons articulé ce travail selon le plan suivant:

- Partie théorique :avec un premier chapitre consacré aux Procédés de traitement tertiaire qui traitent les eaux usées. Le deuxième chapitre traite les techniques de réutilisation des eaux usées et le troisième chapitre présente la cadre physique de naturel du site de la STEP Kaf Doukhane.
- Partie expérimentale : cette partie sera consacrée à la présentation de matériels et méthodes utilisées ainsi que la discussion et les interprétations des résultats obtenus.

Une conclusion générale clôturera ce mémoire, là où nous récapitulons les principaux résultats obtenus et les recommandations nécessaires.

Chapitre I

procèdes de traitement tertiaire

introduction

D'une façon générale, les eaux résiduaires industrielles subissent un traitement complémentaire (appelé tertiaire lorsque l'effluent a subi un traitement primaire physico-chimique, et un traitement secondaire biologique), pour améliorer la qualité de leur épuration. Et aussi Il existe différentes restrictions de rejet pour les eaux usées produites par différents secteurs et industries. Les systèmes de traitement doivent être conçus autour de chaque application afin de cibler et de traiter spécifiquement les polluants qu'ils produisent. C'est pourquoi il est important de choisir le procédé de traitement biologique approprié pour le traitement secondaire des eaux usées ([Ben Seddiki, 2020](#)).

Un système de traitement tertiaire des eaux usées est un système avancé de traitement des eaux usées qui utilise des processus physiques, chimiques et biologiques pour éliminer les contaminants résiduels dans les eaux usées après les étapes de traitement primaire et secondaire. Les procédés utilisés dans le traitement tertiaire comprennent des technologies telles que la filtration, adsorption, oxydation avancée et la désinfection. ([A.G.S, 2013](#)).

I-1) Rappel sur le système de lagunage naturel

Le lagunage est une technique biologique d'épuration naturelle des eaux usées. Le traitement est effectué par des plantes aquatiques qui soutiennent les processus aérobies et anaérobies par divers micro-organismes.

Il s'agit en quelque sorte de reproduire le procédé naturel d'autoépuration des eaux que l'on rencontre dans les lacs et rivières. ([Djamel-nadjib, 2022](#))

Un lagunage naturel fonctionne sur la base de 3 à 5 grands bassins imperméables peu profonds (environ 1 mètre) dans lesquels l'eau s'écoule lentement par gravité. Le lavage est effectué par des organismes aérobies et partiellement anaérobies sans ajout de réactifs chimiques. La forme de la piscine favorise la photosynthèse et les échanges gazeux avec l'air, permettant à l'eau de rester pendant de longues périodes (au moins 30 jours) pour permettre à la nature de faire son travail .

On trouve dans ces bassins un écosystème constitué de végétaux qui, par photosynthèse produisent de l'oxygène qui nourrit le phytoplancton qui à son tour nourrit le zooplancton. ([conservation-nature, 2011](#)).

I-1-1 Types de lagunage

- Lagunage anaérobie
- Les lagunage dites « facultatives »
- Les lagunage aérobies (ou de maturation)
- Les lagunages à haut rendement

Les lagunes sont généralement mises en place en dirigeant l'effluent à travers trois ou plusieurs bassins successifs après dégrillage, dégraissage et déshuilage. Le traitement commence généralement dans une lagune anaérobie, se poursuit dans n'importe quelle lagune et se termine dans une lagune aérobie. Si vous le souhaitez, cela peut être remplacé ou complété par une lagune productive. ([wikiwater,2016](#)).

I-1-2 Avantages de lagunage naturel

- Bien adapté au réseau unitaire (charge hydraulique – dilution).
- Coûts d'investissement limités (en absence de forte contrainte d'étanchéité).
- Faibles coûts d'exploitation.
- Bonne intégration dans l'environnement.
- Bonne élimination des pathogènes.
- Boues peu fermentescibles.
- Raccordement électrique inutile. ([Djamel-nadjib,2022](#)).

I-1-3 Inconvénient des lagunages naturels

- Empreinte important.
- Restrictions de sol et d'étanchéité.
- Variation saisonnière de la qualité de l'eau traitée.
- Inconfort dû à une construction et une manipulation imparfaites (rongeurs, odeurs).
- Élimination incomplète de l'azote et du phosphore. Difficile d'enlever les boues.
- Les réglages ne peuvent pas être effectués pendant la conduite.
- Sensibilité aux eaux usées putrides et concentrées. ([Djamel-nadjib,2022](#)).

I-2) Procédés de traitement tertiaire biologique

Ceci représente le mode d'action classique de la pollution organique de l'eau .les techniques d'épuration biologique reposent sur les conditions qui permettent aux flores bactériennes de se développer et d'assurer la dégradation des matières organiques polluantes .qui sont ainsi éliminées dans la mesure où elles servent d'aliments aux bactéries aérobies ou anaérobies Généralement, les technologies d'épuration faisant appel aux microorganismes pour la dégradation de la matière organique contenue dans les effluents issus des unités industrielles. Ces microorganismes éliminent la pollution organique carbonée biodégradable et la pollution inorganique pour assurer leur multiplication et leur développement. Pour ce faire, ils secrètent dans le milieu des enzymes qui serviront de catalyseurs aux réactions chimiques et biochimiques .Le procédé le plus couramment utilisé pour purifier les eaux usées Les installations industrielles sont de type aérobie car de l'air ou de l'oxygène est présent pour la cinétique. Le processus est beaucoup plus rapide avec des rendements de purification plus élevés Que le bio traitement anaérobie. (Ottomane &Essaddiq,2017).

I-3-1 Le traitement biologique aérobie distingué

- Processus aérobie avec des cultures bactériennes libres en suspension.
- Epuration des eaux traitées avec boues activées, bassins naturels et bassins d'aération.
- Procédé aérobie utilisant des cultures bactériennes immobilisées sur des supports.
- Purification par lit bactérien, biorisque ou bio filtration

(Ottomane&Essaddiq,2017).

I-3) Procédés de traitement tertiaire chimique(désinfection)

Les eaux usées sont traitées de plusieurs manières chimiques, notamment : Le chlore, qui est le désinfectant le plus courant. Mais la désinfection peut également être réalisée à l'aide d'ozone ou de phosphore. Les stations d'épuration conçues pour dé carboniser n'éliminent qu'environ 20 % de l'azote présent dans les eaux usées, ce que nous découvrirons ci-dessous :

La coloration:

- Le chlore est un oxydant puissant qui réagit avec les molécules réductrices, les molécules organiques et les micro-organismes. Traitement de désintoxication et de nettoyage.
- L'amont est très important pour permettre un traitement efficace.

- Éviter l'utilisation excessive de chlore. Surtout compte tenu du coût de la déchloration, il permet.
- Limiter significativement les effets toxiques de certains sous-produits issus de la fabrication Coût élevé du traitement.(mouna,2015)

L'ozonation:

L'ozone est un procédé de désinfection utilisé aux États-Unis, en Afrique du Sud Principalement du Moyen-Orient. Elmira les bactérie, les virus, etc.

Protozoaire. C'est la seule méthode vraiment efficace contre les virus. (mouna2015)

Une installation d'ozonation comprend 4 parties:

- 1) Le traitement de l'air utilisé pour la production d'oxygène : l'air utilisé pour la production d'ozone doit être sec et propre ; d'où son traitement préalable.
- 2) Le générateur électrique d'ozone appelé ozoneur : l'ozone est produit en soumettant cet air sec à une décharge électrique ou à une irradiation UV.
- 3) Le transfert de l'ozone dans l'eau par turbinage, hydro-injection ou diffusion
- 4) Le système de récupération et traitement des événements ozonés : les événements chargés en ozone sont récupérés et éventuellement réutilisés pour une étape de pré-ozonation de l'eau en tête de traitement.

L'excès d'ozone est éliminé par destruction thermique ou catalytique.

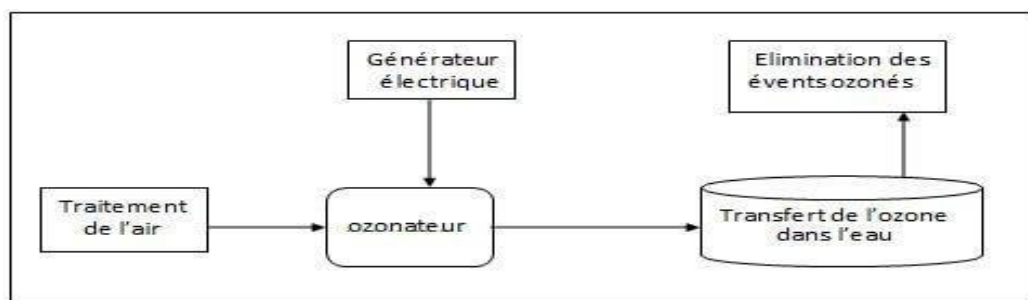


FIGURE N° 1 :SCHEMA D'UN SYSTEME D'OZONATION

Azote:

L'azote dans les eaux usées se trouve principalement sous forme de matière organique et d'ammoniac. En plus de l'absorption d'azote par les bactéries, la déplétion azotée n'a qu'un effet faible, mais la déplétion azotée se produit en deux étapes :

- 1) Nitrification (en milieu oxygéné) : La nitrification est la conversion de l'ammoniac en nitrates et se fait biologiquement par des bactéries nitrifiantes. Cependant, ces bactéries ont une faible fertilité, donc leur temps de séjour dans le bassin d'aération est assez long. La nitrification ne se fait pas en post-traitement, mais par un traitement aérobie tertiaire plus long.
- 2) Dénitrification (dans un environnement pauvre en oxygène) :
- 3) Les nitrates ainsi obtenus sont éliminés par dénitrification biologique⁷. La dénitrification est le processus par lequel les bactéries dénitrifiantes anaérobies convertissent le nitrate en gaz azote (N₂). Cette relation est rendue possible par le fait que l'oxygène nitrique est facilement disponible pour ces bactéries en tant qu'oxydant en l'absence d'oxygène. De préférence, le donneur d'électrons est du carbone organique.. Par conséquent, la source de substrats carbonés est d'une grande importance. En pratique, cette étape est réalisée à l'aide d'un bassin anaérobie.

tertiaire. Dans certains cas, la quantité de carbone organique fournie par les eaux usées peut ne pas être suffisante pour réaliser une dénitrification à grande échelle. ([wiki,2019](#))

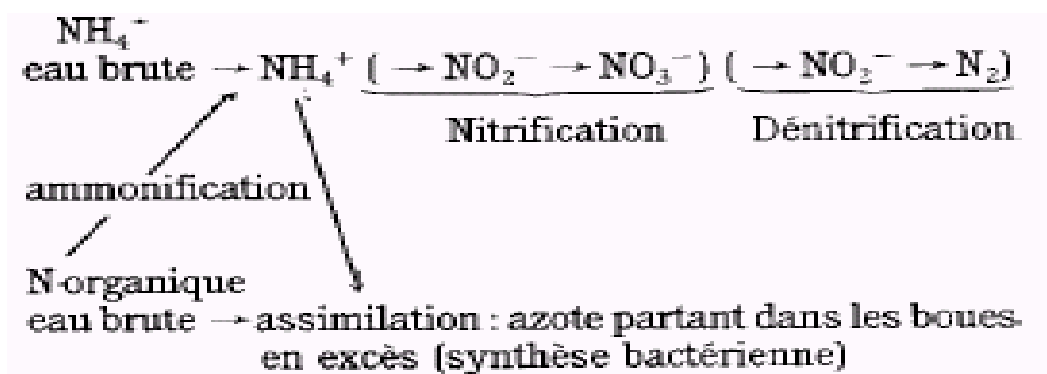


Figure N° 2 :Ensemble des réactions de réduction de l'azote

Phosphore:

Le phosphore est un élément important dans les phénomènes d'eutrophisation des lacs, étangs et rivières. Or, une grande source de phosphore provient de l'eau urbaine. Il est donc primordial dans certains cas d'assurer un traitement tertiaire de dé phosphatation.

Il existe différentes façon d'éliminer le phosphore des eaux : biologiquement ou chimiquement. Et Biologiquement:

Le principe de la dé phosphatation biologique consiste en une accumulation de phosphore dans la biomasse microbienne, essentiellement par les bactéries accumulatrices de poly phosphate (poly-P), en vue de réaliser des réserves d'énergie ou des réserves en phosphore .

Cette dé phosphatation demande une alternance de séquences anaérobies/aérobies: l'alternance de ces séquences a pour but de modifier l'équilibre enzymatique régulant la synthèse du poly- P en phase anaérobie. ([wiki,2019](#)).

I-4) Précèdes de traitement tertiaires physique

Composé d'une série d'opérations, Il a pour objectif de séparer les matières Les plus grossières et les éléments susceptibles de gêner les étapes ultérieures de Traitement, puisque il permet : Élimine tous les éléments solides volumineux et grossiers (sables, corps gras) Qui pourraient d'ailleurs endommager les installations par la suit.

Comprend les opérations suivantes :

- De grillage.
- Des haulage.
- De désoblige . ([ottomane-essaddiq,2017](#))

Dégrillage : arrêt des déchets de taille importante et moyenne par des grilles. Le dessablage: et le déshuilage-dégraissage consistent à faire passer l'eau dans des bassins où la réduction de vitesse d'écoulement fait se déposer les sables et flotter les graisses. L'injection des microbulles d'air permet d'accélérer la flottation des graisses. Les sables sont récupérés par pompage alors que les graisses sont raclées en surface. Le dessablage a pour but d'extraire des eaux brutes les graviers, sables et particules minérales plus ou moins fines, ainsi que les filasses de façon à éviter les dépôts dans les canaux et conduits, à protéger les pompes et autres appareils contre l'abrasion .([techniques,2014](#))

I-5) Critères de choix d'un Procédés de traitement

Lors du choix d'une méthode de traitement pour un système de traitement des eaux usées, de nombreuses options sont disponibles à différentes étapes du traitement. L'étape secondaire consiste généralement en des usines de traitement biologique des eaux usées, parmi lesquelles il existe plusieurs options différentes. Plusieurs aspects doivent être pris en compte lors du choix de la meilleure solution pour une application particulière. Au cœur de tout processus de traitement biologique des eaux usées se trouvent trois considérations générales et deux qui sont spécifiques au traitement biologique.

Voici quelques considérations générales:

- Zone occupée ou superficie occupée par le système sur le site .
 - Les coûts de construction, combien d'argent sera nécessaire pour construire le système .
 - Coûts de fonctionnement, les coûts associés à l'utilisation quotidienne du système.
- (ingénieur,2018).

Conclusion

Fini le temps où toutes les eaux souterraines étaient simplement pompées, chlorées et distribuées et où toutes les stations d'épuration des eaux de surface étaient conçues

Suivent le schéma classique "pré-chloration –coagulation-sédimentation-filtration profondeur-désinfection".

Présence (désormais quantifiable) de nombreux micropolluants minéraux et organiques dans les ressources (ou formés lors de la transformation et/ou de la distribution), réglementations toujours plus complètes et contraignantes, exigences des consommateurs Et ainsi de suite, les services d'eau et les distributeurs s'en approprient davantage. Développement de systèmes de traitement sophistiqués et efficaces. La plupart de ces filières dites « conventionnelles » sont décrites dans cet article pour les eaux souterraines et les eaux de surface, et certains tests sont indispensables pour leur optimisation.

CHAPITRE II

**technique de réutilisation des eaux
traitées**

introduction

la réutilisation des eaux usées en agriculture et industrielles et le touristiques est devenue l'une des solutions possibles Faire face à la rareté de l'eau et à la demande croissante dans Algérie Ce thème Cela peut également être une alternative importante à l'utilisation d'eau propre fraîche dans ces revues. Ainsi, vous pouvez réduire la pression pour l'utiliser Eau conventionnelle. Cette réutilisation comporte également des risques L'hygiène et l'environnement, si cette eau n'est pas suffisamment purifiée. objectif principal de Ces travaux permettront de diagnostiquer la réutilisation des eaux usées en beaucoup de terrain D'autres objectifs sont également poursuivis dans ce travail, notamment dans les pays du les États touchés par la sécheresse, comme le Sahara algérien, en particulier Ghardaïa. Identification et présentation des problèmes et avantages de la réutilisation des eaux usées problèmes et risques pouvant découler de cette réutilisation. Le pourcentage d'eaux usées traitées en agriculture et industrielles et loisir et touristique est encore expérimental et très faible Développée en Algérie et au Maroc, la Tunisie est un exemple de politique Depuis le lancement de l'Initiative nationale de réutilisation des eaux usées dans la région pendant longtemps (nafissa,2012).

En effet, pour un taux de couverture du réseau d'assainissement de l'ordre de 85 %, seules 20% des eaux usées collectées en Algérie sont traitées (Medkour.M, 2003).

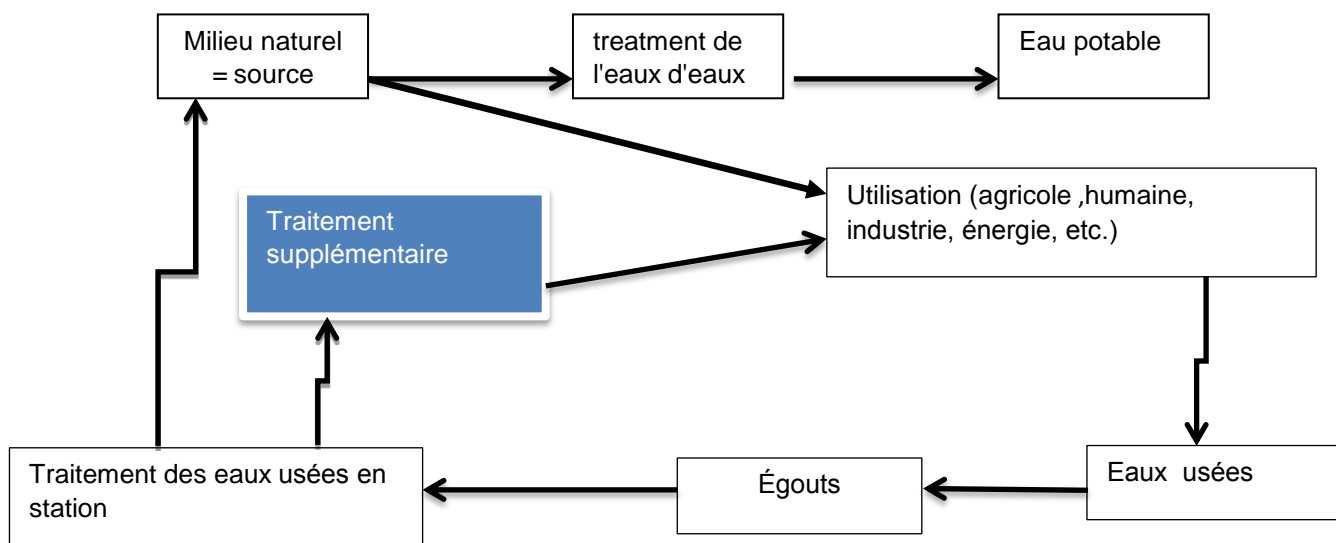


Figure N° 3 : La réutilisation des eaux usées épurées dans le cycle de l'assainissement

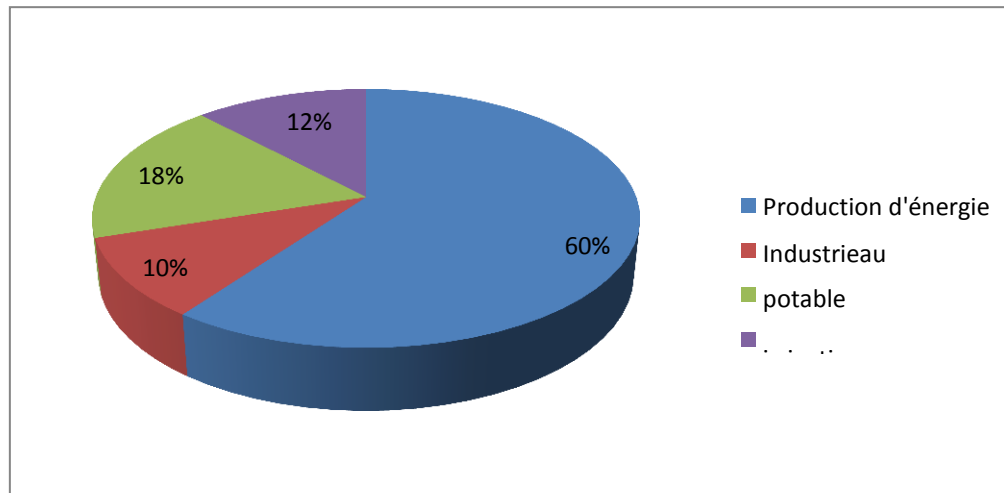


Figure N° 4 :Diagramme représentant la répartition des volumes prélevés par usage en algérien (2017)(Source : Site du Ministère de l'Ecologie, du développement durable, des transports et du logement)

II-1) Réutilisation des eaux usées traitées pour l'irrigation

L'eau recyclée fournit en vrac Eau d'arrosage. La réutilisation de l'eau est désormais une préoccupation majeure utilisée dans l'agriculture pour compenser et augmenter les pénuries d'eau. Revenu de la production agricole grâce à un approvisionnement adéquat en eau d'irrigation. Les modalités du REUT doivent être réglementées par voie réglementaire pour éviter les risques pour la santé associés à cette pratique (ANONYME, 2012).

La réutilisation est une pratique ancienne et, depuis les années 1990, des programmes de construction et de mise à niveau ont été mis en place pour réutiliser les eaux usées des stations d'épuration pour l'irrigation, selon le MRE (Larabi, 2019).

II-1-1 Impact de la REUT sur les cultures

Beaucoup d'études sont en cours sur les effets de l'irrigation avec des eaux usées traitées sur les cultures. Ce travail confirme les effets positifs de l'irrigation à partir d'eaux usées traitées. Rendement accru.

La politique interdit désormais l'irrigation par les eaux usées légumes cultivés hors sol ou sur tiges courtes, Même si les eaux usées sont traitées, elles sont consommées brutes. grain, Les cultures.

fourragères et les arbres fruitiers nécessitent un post-traitement tel que : Les cultures industrielles nécessitent un traitement primaire (F.A.O., 2003).

II-1-2 Défis sociaux

L'un des plus grands obstacles aux projets de récupération des eaux usées c'est de l'approbation publique qu'il s'agit. La population peut avoir un côté négatif à cela pratique et peut conduire au rejet de ce type de projets. Les eaux usées sont souvent considérées comme une nuisance à cause de leur odeur. L'irrigation peut réutiliser les eaux usées Elle entraîne le rejet des agriculteurs, des consommateurs et des riverains. Elle aspect disgracieux associé à une mauvaise publicité des risques pour la santé (Charland, K., 2014).

II-1-3 Défis juridique

Il est plus facile d'établir des règles que de les faire respecter. en préparation Pour répondre aux nouvelles réglementations, installations, personnel et mesures nécessaires pour assurer le respect de ces réglementations. Il est également important de vérifier Cette règle est réaliste et applicable dans les circonstances où elle devrait l'être. il sera Il est souvent avantageux de procéder par étapes et de tester de nouveaux ensembles En persuadant les gouvernements locaux d'adopter des réglementations gouvernementales arrêté avant d'être étendu au reste du pays (OMS, O. mondiale delà S., 2012).

II-1-4 Avant age environmental

Si les eaux usées traitées sont correctement utilisées à des fins agricoles et non à d'autres fins Vous pouvez améliorer votre environnement en l'utilisant .Voici que use avantages en environnement aux:

- Élimine la possibilité de situations en éliminant les émissions dans les eaux de surface Esthétique désagréable, conditions anaérobies dans les cours d'eau, eutrophisation lacs et réservoirs .Avantages d'utiliser les ressources en eau en les préservant Tels que l'approvisionnement en eau et la conservation de l'eau récréative Protection des ressources en eaux souterraines dans les zones surdéveloppées.
- Causant des problèmes d'épuisement et d'empiètement de ces ressources pour l'agriculture phase saline.
- Possibilité de protection et d'amélioration du sol en ajoutant de la terre humifère Terres agricoles et contrôle de l'érosion (FAO 2003).

II-1-5 Principaux avantages De REUT à l'agriculture

Une bonne utilisation de REUT permet une utilisation plus efficace L'eau en agriculture dans une perspective de gestion durable de l'eau. Les avantages solvant:

- En particulier, la conservation des ressources en eau doucet leur allo cation plus rationnelle dans les passes .
- Mesures pour prévenir la pollution des eaux de surface en évitant le rejet des eaux usées particules d'eau.
- Améliorer les propriétés physiques du sol en ajoutant de la matière organique: Prévention de l'érosion (UNEP, 2003).

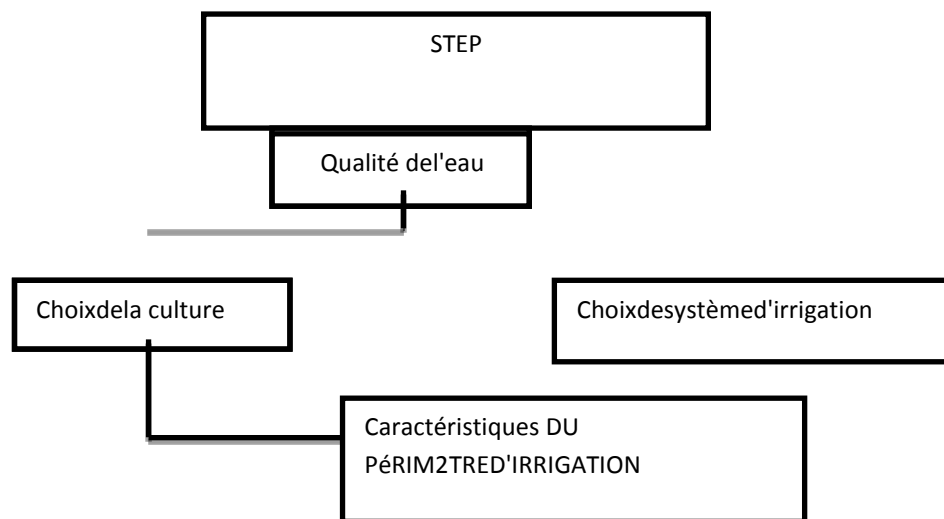


Figure N° 5 :Méthodologie d'utilisation des eaux usées épurées dans l'hydro agricole

II-1-6 Perspective de la REUT de agriculture

Sur la base du volume d'eau traité actuel de 30 000 m3/j et 46 000 m3/j pendant la durée du projet ,Les superficies de palmeraies pouvant être irriguées sont respectivement de 350 et 500 ha . C'est le cas pour éviter le risque de colmatage du système d'irrigation et limiter la possibilité de colmatage du sol .Il est important d'utiliser un système d'irrigation local avec un équipement d'irrigation à large Ouverture.

II-2) Réutilisation des eaux usée traités pour la industrielles

Dans certains pays et industries, l'eau récupérée répond à 85 % de la demande mondiale en eau. La réutilisation des eaux usées traitées dans l'industrie est une forme de valorisation enter mes de possibilités.

L'eau est très importante. Cette récupération réduit la consommation d'eau conventionnelle et l'eau souterraine pouvant être utilisée principalement pour (circuit de refroidissement, construction, papeteries, industries textiles, etc.).

La qualité de l'eau réutilisée dépend de l'industrie ou de la production industrielle. Les demandes sont nombreuses et nous il est possible de catégoriser les zones où REUT est effectué selon différentes catégories d'activité industrielle:

Secteur chimique et chimique, secteur agro-alimentaire, industrie mécanique, métallurgie. La zone industrielle est la zone d'utilisation plus d'eau.

La réutilisation des eaux usées municipales pour répondre aux besoins de l'industrie a commencé dans les années 1940. L'utilisation des eaux usées récupérées pour usage de la construction et de l'industrie, en particulier le lavage des granulats, traitement du béton, nettoyage des équipements, alimentation des tours de refroidissement (hors refroidissement par évaporation), ramonage, alimentation chaudière et traitement des eaux (hors agro-alimentaire). Cependant, les exigences en matière de qualité de l'eau ont tendance à être spécifiques à l'industrie, parce que les changements dans la composition chimique de l'eau peuvent altérer les processus utilisés. Préoccupations concernant la qualité de l'eau lors de la réutilisation et du recyclage l'industrie affecte souvent l'entartrage, la corrosion, la formation microbienne, sale, bouillonnant et effets possibles sur la santé des travailleurs entraînant l'inhalation d'aérosols contenant des composés ou des agents organiques volatils pathogènes microbiologiques (BOUZIDI Youssouf 2020).

II-2-1 Utilisation dans l'usine dans les domaines suivants

- Le lavage de matière première.
- Nettoyage du matériel et de sols.
- Eau d'osmose inverse pour l'alimentation en eau de chaudières le refroidissement conserverie.
- La dilution des produits semi finis.
- C'est la principale source de chaleur et c'est la méthode de cuisson dans les usines.

II-2-2 Utilisation dans l'industrie textiles

Il peut et réutilisé dans les cas suivants:

- Li mener les importées.
- Appliqué les colorants.
- Gênera de la vipère.
- Fonctions.

II-3) Réutilisation des eaux usées traités pour la zone urbaine

Dans les zones urbaines et périurbaines, la réutilisation des eaux usées est une source importante .L'utilisation la plus courante est l'irrigation des espaces verts (parcs, terrains de golf, terrains de sport ,)aménagement paysager (cascades, fontaines, plans d'eau), lavage de rues ou de véhicules et protection incendie. Une autre application importante est le recyclage en bâtiments, comme l'utilisation d'eau domestique traitée pour la lessive. Il y a un peu de nombreux exemples à travers le monde. Ces projets intéressent de Réutilisation dans les aliments (eau potable) et Réutilisation à des fins autres que alimentaires :

II.3.1 Réutilisation dans les aliments (eau potable)

Les avancées technologiques dans la gestion de l'eau ont permis de produire une eau de très bonne qualité. Qualité des eaux usées. De nombreuses études ont conclu qu'il n'y a pas Objections relatives à la réutilisation des eaux usées correctement traitées pour leur destination peut boire Cependant, les principales limites à ce type d'utilisation sont plus psychologiques et Associations culturelles associées à la sensibilisation aux eaux usées dangereuses et insalubres. Le En fait, la tendance principale aujourd'hui est l'utilisation indirecte après un séjour temporaire .Eaux usées naturellement traitées. Selon la destination de l'eau recyclée ,Le type de réutilisation peut être soit la catégorie de réutilisation de l'eau potable, soit Usage non potable. Dans le premier cas, il faut souligner l'impact psychologique même Ce détournement par le milieu naturel permettant la réutilisation de l'eau est positif Les eaux usées perdent leur identité (V.Lazarova,1998).

II.3.2 Réutilisation à des fin mauresque alimentaires

- l'eau des installations sanitaires du bâtiment ou du groupe de bâtiments.
- lesbassinsd'agrément,piscines,bassinspourlapêcheetlanavigationdeplaisance.

- Parc aquatique ,terrain de sport ,terrain de golf, aire de jeux:
- Pulvériserdel'herbe,remplirdesbassinsd'eauetrefroidirl'airdanslesstades
- Le lavage de voirie ,réservoirs anti-incendie, etc.
- REUE dans les zones urbaines nécessite un double réseau pour permettre la distribution Eau purifiée et eau potable séparément. Il est possible d'avoir un réseau dual à l'échelle de toute la ville ou à l'échelle de la maison.

II.3.3 Perspective de REUT DE Tourisme

Créer un lac artificiel sur une superficie de 200 hectares. plaines en aval STEP permet la formation de ce lac en plus de l'aménagement nécessaire pour drainer l'eau surface. Le projet favorisera l'écotourisme dans la région, créera des opportunités d'emploi, investissement.

II-4) critères de choix d'une méthode réutilisation

Les zones où la réutilisation des eaux usées est une pratique courante devraient des normes et des critères bien définis qui régissent ces applications ; Il y a tant à apprendre leur expérience .Concernant la réglementation, les critères, les consignes de qualité sur la réutilisation de l'eau ,nous de vos savoir ([BOUZIDI Youssouf ,2020](#)):

- Directives nationales pour la réutilisation de l'eau : Les directives nationales seront contraignantes Utilisation recommandée des exigences de qualité de l'eau.
- Normes nationales : Des critères de qualité pour la réutilisation doivent être établis Eaux usées.
- Polluants émergents préoccupants : problèmes de santé humaine liés à sécurité des eaux récupérées contenant des perturbateurs endocriniens, des produits chimiques pharmaceutiques ou thérapeutiques et produits chimiques organiques à usage industriel commence à voir le jour. Les conséquences que ces les produits chimiques, présents en très petites quantités, ne sont pas bien compris effets à long terme sur la santé.

Contrôle en vironne mental et conséquences de l'extraction de l'eau:

Utiliser de l'eau récupérés pour la conservation des zones humides, devrait augmenter ,une augmentation du débit des rivières et de la recharge des eaux souterraines montre Plus de recherches sont requises dans cette région.

Conclusion

La réutilisation des eaux usées est une technologie en pleine croissance, principalement associée à l'agriculture et à l'industrie. Il existe de nombreuses solutions techniques pour répondre aux normes de réutilisation actuelles, notamment les directives de l'Organisation mondiale de la santé sur l'irrigation restreinte et non restreinte. Nous en discuterons dans l'aspect appliqué et découvrirons s'il est possible de le réutiliser pour arroser certaines plante

CHAPITRE III

**cadre physique de la step
kaf doukhane**

Introduction

La station d'épuration de Ghardaïa est construite pendant la période 2008-2012 par AMENHYD SPA : entreprise de réalisation avec collaboration de BG et AQUATECHAXOR (Canada) : bureau d'étude de contrôle et suivi. Elle a été mise en service en novembre 2012. Elle traite les eaux usées, par le procédé du lagunage naturel avec prétraitement, traitement primaire et traitement secondaire pour la filière eau, et déshydratation dans les lits de séchages pour la filière boues. Aujourd'hui (2023), la station a une capacité de traitement de 35000 m³/j, correspondant à 180 323 éq/hab et 46 400 m³/j, correspondant à 331 700 éq/hab à l'horizon de 2030, elle traite des eaux usées d'origine urbaines. Le milieu recapture des eaux usées épurées est l'oued M'Zab. Actuellement la station est gérée par l'ONA (Office National de l'Assainissement), les communes raccordées à la STEP sont: Ghardaïa, Bounoura, El-atteuf, Dayet Ben- Dahoua, par un réseau d'assainissement de type unitaire.

III-1) Situation géographiques

La station d'épuration de Kef Doukhane est située dans la commune d'EL ATEUF qui constitue l'aval de la vallée du M'Zab. D'une superficie d'environ 79 ha, la STEP est située à 600 km au sud de la capitale Alger et à 12 km à l'est du chef-lieu de la commune de Ghardaïa. (Google Earth, 2023)

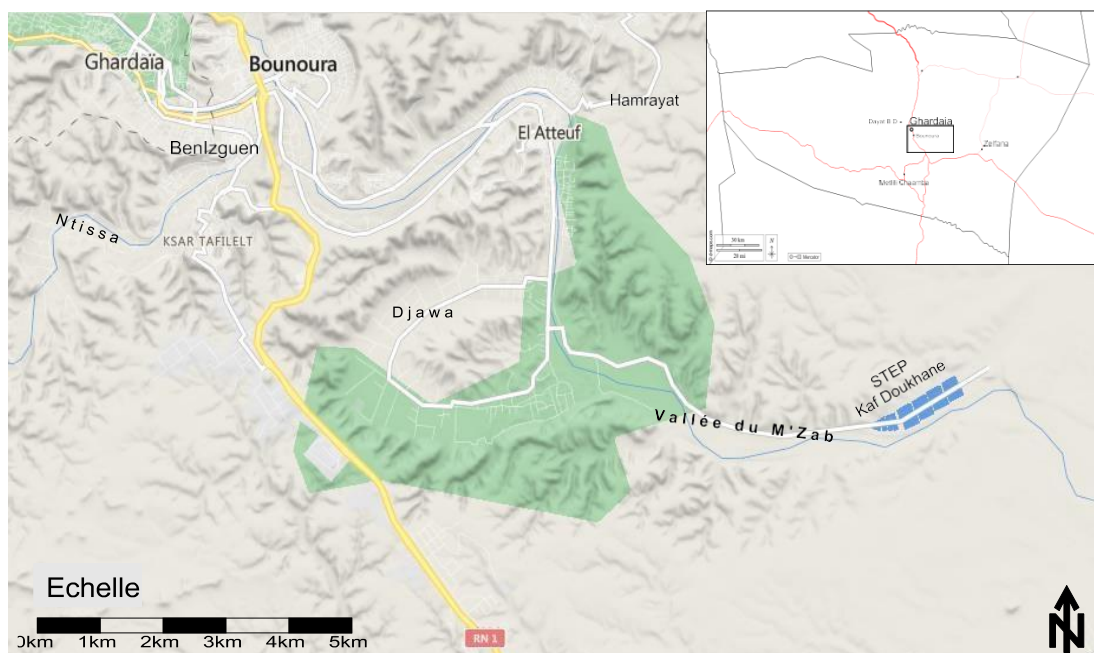


Figure N° 6 ::L'entrée de la STEP Kaf Doukhane

III-2) Capacité et dimension cements

- Capacité: 331700 eq/hab.
- Surface totale: 79ha.
- Nombre de bassins: 16 bassins devisés en 02 niveaux.
- Nombre de lit de séchage: 10lits.
- Débit moyen journalier max (2030):46400m³/j.
- Débit moyen journalier min(2012):23000m³/j.
- Temps de séjour 3j/1erniveau– 10j/2emeniveau.
- Charge organique 5800kgDBO₅/j/1erniveau -2320kgDBO₅/j /2emeniveau.
- Abattement min de DBO₅:50% /1ereniveau – 60%/2emeniveau.

III-3) Deferments organs constituent la STEP

Les organigrammes suivants présentent une vue générale sur les différents organes constituant la STEP:

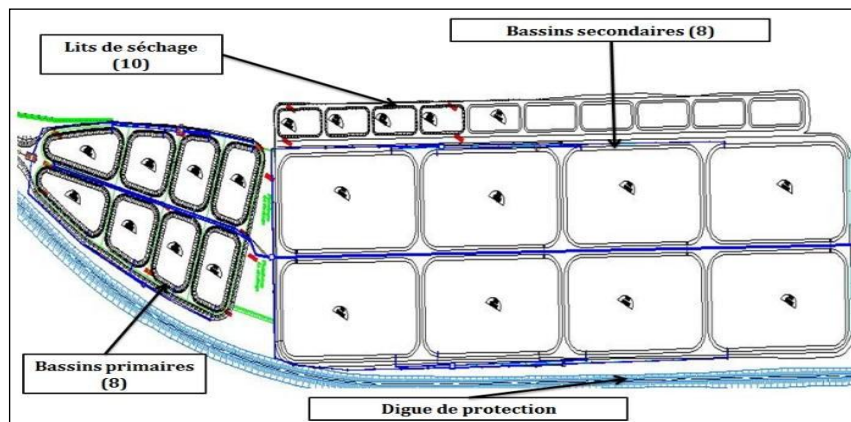


Figure N° 7 : Schéma des caritve de la Station d'épuration

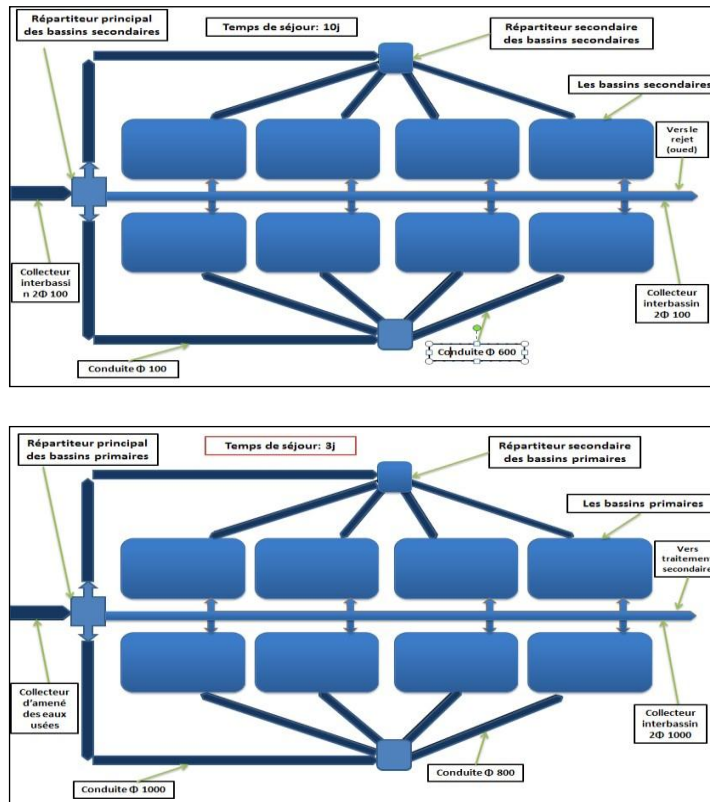


Figure N° 8 :Principe de fonctionnement des bassins secondaires

III-4) Prétreatment

Les collecteurs urbains d'eaux usées véhiculent des matières très hétérogènes et souvent volumineuses. A l'arrivée dans la station d'épuration, les eaux "brutes" doivent subir, avant leur traitement proprement dit, des traitements préalables de dégrossissage, appelés "pré traitements" et destinés à extraire des effluents la plus grande quantité possible d'éléments dont la nature ou la dimension constituerait une gêne pour les traitements ultérieurs. Le prétraitement comporte:

III-5-1 Dégrillage-dessablage

Le système comprend un ensemble de deux dégrilleurs automatiques (espace entre barreaux de 25 mm) disposés en parallèle. En cas de mise hors service des dégrilleurs automatiques. Un système de batardeaux calés au-dessus de la cote plan d'eau maximal équipé d'une grille statique (espace entre barreaux de 40 mm) disposé en parallèle permet de by passer complètement l'ensemble du prétraitement. Au niveau de la jonction avec le collecteur principal des eaux usées de l'ensemble des collecteurs des différents bassins de collecte sont prévus des dispositifs de dessablage, de ce fait, les particules non retenues à ce niveau et qui se retrouvent directement dans les lagunes sont en quantité négligeable et sont évacuées lors

des opérations de curage. Le dessabler et le dé grilleur sont localisés à l'intérieur du répartiteur principal du traitement primaire.

III.5.2.Overagederepartition

La répartition des débits vers les huit lagunes primaires opère au niveau du répartiteur principal disposé en tête de chacun des deux niveaux d'épuration, cet ouvrage se compose des éléments suivants, d'amont en aval, à l'aval immédiat des canaux de dégrillage (pour le répartiteur primaire), une cloison siphonide participe à la tranquillisation des flux. L'élargissement de la section de l'ouvrage permet de ralentir le cheminement des eaux usées avant leur passage sur un seuil frontal décomposé en huit seuils de largeur 1m. Les eaux usées se déversent dans deux chambres d'où partent les deux conduites de diamètre 1000mm de liaison avec les répartiteurs secondaires.



Figure N° 9 :dé grilleur-dessabler



Figure N° 10:Répartiteurs ver les bassin primaires et secondaires

Répartiteurs secondaires:

Ils sont destinés à répartir les eaux usées vers les lagunes d'un même étage de traitement (primaire ou secondaire), implantées sur une même plage.

III-5) Traitement premiere

Le traitement primaire proprement dit s'opère au cours du transit des eaux usées au sein des lagunes primaires dites « anaérobies », constituées de 8 bassins d'une superficie de l'ordre de 0,62 ha et d'une profondeur d'eau de 3.6 m, la revanche par rapport à la crête des digues qui ceinturent ces bassins est de 1m et l'étanchéité est assurée par une géo-membrane

bitumineuse. Des pistes d'exploitation de 5m de largeur permettent de cheminer autour des lagunes pour leur entretien.

III-6) Traitement secondaire

Le circuit hydraulique du traitement secondaire est similaire à celui du traitement primaire avec les éléments suivant:

- Deux conduites de diamètre 1000mm, qui collectent les eaux ayant subi le traitement primaire, arrivent sur le répartiteur principal du traitement secondaire.
- Les eaux sont ensuite réparties vers les huit lagunes secondaires.
- Le traitement secondaire proprement dit s'opère au cours du transit des eaux au sein des lagunes secondaires constituées de huit bassins d'une superficie de l'ordre de 3.8ha et d'une profondeur d'eau de 1.6m, la revanche par rapport à la crête des digues qui ceinturent ces bassins est de 1m et l'étanchéité est assurée par une géo-membrane bitumineuse. Des pistes d'exploitation de 5m de largeur permettent de cheminer autour des lagunes pour leur entretien.



Figure N° 11: Bassins primaires et secondaires

III-7) Traitement des boues

Le système consiste à sécher les boues décantées au fond des lagunes primaires et secondaires à l'air libre sur 10 lits de séchage. Les lits de séchage sont implantés à une cote supérieure à celle des lagunes afin de pouvoir évacuer les lixiviats drainés vers les lagunes de manière gravitaire. En effet, les lits de séchage sont constitués d'une couche de sable lavé surmontant des couches de granulométrie plus importante incluant le réseau de drainage. De ce fait, on assiste dans un premier temps à un ressuyage de l'eau interstitielle qui donc est renvoyée vers les lagunes, et dans un second temps l'évaporation permet l'obtention de siccités élevées.



Figure N° 12:List des échange

III-8) Rejet des eaux traitées

Après le traitement dans les bassins secondaires, et à travers les ouvrages de sortie des lagunes, les eaux traitées sont évacuées gravitairement vers le rejet final par deux collecteurs de diamètre 1000mm. Les eaux épurées sont rejetées directement à l'oued M'Zab.



Figure N° 13 :Rejet final vers Oued M'Zab

III-9) Aspect technico-économique

- Maître de l'ouvrage :ONA-Ghardaïa.
- En reprise de relation :AMENHYD.
- Maître d'œuvre BG et AQUATECH-AXOR.
- Durée de réalisation :Avr2008-Nov2012.
- Mode de réalisation : clé en main.
- Duréedefonctionnement:2012 -2030(après 2030ilyaurauneextension de surface).
- - Débit des eaux usée sortants(2022): 0.25– 0.35m³/s(21600 –30200 m³/j).
- Production de la boue(2022):2490 T/ans (boue sèche : 800T/ans).
- Fond déréalisation :Fondus(FS2007).
- Montantderéalisationinitiale:2.15MilliardsDA.
- Montant après avenant :3.77MilliardsDA.
- Employeurs(2022):18:dont03cadreset15agentspolyvalents.
- Matériel carrossa les(2022):camionnette + véhicule déliaison.

Conclusion

Ce chapitre a donné un aperçu de la station d'épuration de la ville de Ghardaïa. La station est conçue pour produire une eau de haute qualité selon les normes d'élimination fixées par l'OMS. Laissez l'eau dans une piscine ouverte peu profonde avec une profondeur de 1 à 5 m pendant 30 à 60 jours. Cela conduit d'une part à une réduction de la pollution et, d'autre part, à la stabilisation des boues produites sous l'influence d'organismes présents dans l'environnement.

Ce processus de traitement de lagon naturel à la station d'épuration de la ville de Ghardaïa est respectueux de l'environnement dans la mesure où aucun produit chimique n'est utilisé pour traiter les eaux usées et les eaux usées sont rejetées en toute sécurité dans le milieu récepteur naturel.

Dans le sud du pays, contrairement au nord, la construction de stations d'épuration aérées ou naturelles de type lagune, qui nécessitent de grandes surfaces, ne pose pas de problème. L'eau traitée à la station d'épuration de Ghardaïa est une eau respectueuse de l'environnement et répond aux normes fixées par le Journal Officiel Algérien.

Nous utilisons la technologie d'irrigation goutte à goutte dans notre investissement dans la vallée du M'Zab et réutilisons l'eau traitée pour irriguer les palmiers et les oliviers

CHAPITRE IV

matériels et méthodes

Introduction

Dans ce chapitre, nous décrivons les différentes méthodes et matériels utilisés pour accomplir ce travail. Cette partie pratique a été mise en œuvre durant la période mars-avril 2023 au niveau du laboratoire Hydraulique de département et dans la serre agricole ST/SNV. Nous avons cultivés les espèces suivantes: Orge, Blé, Tomates et les arbres citron, puis ont été divisée en deux groupes, un groupe a été irrigué l'eau traitée et l'autre irrigué avec de l'eau non traitée.

IV-1) Détermination de la dose d'irrigation

IV.1.1 Données bioclimatiques

Les exigences hydriques des cultures dépendent essentiellement des facteurs climatiques. Nous pouvons calculer l'évapotranspiration potentielle et les besoins en eau brutes et nets d'irrigation à partir des données climatiques de la région de Ghardaïa (ONA 2000-2022) :

TABLEAU N° 1: DONNES CLIMATIQUES DE LA STATION DE NUMEROTE(GHARDAÏA)2000-2022

	J	F	M	A	MA	J	JT	AU	S	O	N	D
T(°C)	10.1	12.6	15.5	18.8	25.3	30.2	33.4	33.5	28.1	21.9	15.6	11.8
H(%)	59	54	52	39	31	29	27	24	36	50	64	65
I(H)	8.1	8.4	8.2	10.4	10.9	11.1	11.6	10.9	9.0	8.1	8.1	7.5
V(Km/j)	318	358	441	453	408	439	301	270	304	297	292	263
P(mm)	2.70	4.76	5.42	1.58	5.58	4.86	0.94	0.00	26.4	6.96	6.82	3.12

Talque:

- T: Tem prélatre moyenne.
- H:Humidité relative de l'atmosphère.
- I:Insolation journalière.
- V:Vitessedu vent.
- P:Hauteur des pluies précipitées.

IV.2.2 Besoins Brute sen eau des cultures

Le besoins et sen eau sont calculés par la formule suivante:

$$BNC=(k_c.ETP) - (P_{ef}-RFU)$$

Où:

- K_c : Coefficient culturale (pour la culture étagée $K_c=1.2$).
- ETP : Evapotranspiration potentielle.
- P_{ef} : Pluie efficaces.
- RFU : Réserve facilement utilisable dans le sol.

Les besoins en eau des cultures présentent le prélèvement journalier de l'humidité édaphique dans la zone radiculaire dû à l'évapotranspiration des cultures en soustrayant les pluies efficaces et éventuellement les réserves hydriques du sol. Vu les conditions climatique pré analysées il est évident que les pluies efficaces et les réserves hydriques du sol sont négligeable. La première formule peut se simplifiée sous la forme suivante :

$$BNC=K_c * ETP$$

IV.2.3 Besoins Net sen eau des cultures

Les besoins net sen eau sont calculés par la formule

$$B_b=BNC/e$$

Où:

- BNC : Besoin brutes des cultures.
- E:Efficiencedusystème d'irrigation.

L'efficience du système d'irrigation dépend de l'efficience de l'irrigation à la parcelle et du système de distribution. Au niveau de la parcelle, le système d'irrigation pratiquée est celle de Goutte à Goutte, dans ce cas l'efficience de notre système est $dee= 0,90$. Les calculs sont résumés comme suit:

Tableau N° 2 : les système d'irrigation de Goutte-à-goutte

Mois	ETP (mm/j)	Kc	BNC (m3/j/Ha)	E (%)	Bb (m3/j/Ha)	Bb (m3/mois/Ha)
Jan.	2.29	0.75	17.17	90	19.08	572.40
Fev.	3.23	0.75	24.22	90	26.91	807.30
Mar.	4.45	0.75	33.37	90	37.08	1112.40
Avr.	6.55	0.75	49.12	90	54.58	1637.40
Mai	8.67	0.74	64.16	90	71.29	2138.70
Juin.	10.52	0.79	83.11	90	92.34	2770.20
Juillet	9.82	0.78	76.60	90	85.11	2553.30
Aout.	9.11	1.00	91.10	90	101.22	3036.60
Sep.	7.13	0.90	64.17	90	71.30	2139.00
Oct.	4.63	0.90	41.67	90	46.30	1389.00
Nov.	2.68	0.75	20.10	90	22.33	669.90
Déc.	1.96	0.75	14.17	90	16.33	489.90

Le besoin brut maximum est enregistré au mois d'Août avec 3036.60 m3/mois/Ha qui correspond à un débit fictif continu unitaire de 1 l/s/Ha.

IV.2.4.Périodicité d'irrigation

$$JEI(R_{\max}-R_{\min})/ETR_j$$

- JEI : Nombre maximal de Coursent arrosages.
- R max: Reserve maximal (Proche de la capacité de rétention)
- R min : Reserve minimale proche du seuilcritique≈0
- $ETR_j:KC*ETP_j$

On retiens des & toujours la valeur maximale d'ETR japon l'année.

Exemple de calcule:

Avec un solde de nésite apparente 1.5 et l'humidités velu remarque a la capacité de rétention est égal à 40%,et à la capacité de flétrissement égal à30%.

$$Ru(\%) = (40-30)*1,5 = 15\%$$

Si Profondeur racinaire est
de1000mm

$$R_u(\text{mm})=15\% \times 1000=150\text{mm}$$

Sion est miquelet réserve facilement utilisable=1/3 RU

$$\text{RFU} = 0,33 \text{ RU} = 50\text{mm}$$

$$\text{Avec: } \text{ETR } j = 5,5\text{m/j } R_{\text{max}} - R_{\text{min}} = R_{\text{FU}} = 50\text{mm}$$

$$\text{JEI} = 50(\text{mm})/5.5(\text{mm/j}) = 9,1(\text{Jour}) \text{ on part l'arrondira à } 7\text{j pour sécurité.}$$

IV.2.5 Les débit d'eau

le débit fictif au irrigation continue par hectare est déficèle a réalité, et engendre de débit très faible ce qui Provoque de for. Tes perte par infiltration et évaporation, d'autre put Iles périmètre agricole se trouvé des fait être Propriétés au plaisent partenaire, et chaque partenaire à ces besoin et à as activité agricole Donc, on a tendance à normaliser le débit fournis et de parler à la main d'eau Il dépend du système d'irrigation, il varie fendante entre **15(l/s)à 40 (l/s)**c'est le débit a fournis pour le parcelle p d. le tempe d'arrosage

IV-2) Filter à sable gravities

IV.3.1 Principe de filtration

Le filtre à sable gravitaire est proposé comme un procédé de traitement tertiaire. Il consiste à la séparation en utilisant le passage d'un mélange solide- liquide à travers un milieu poreux (filtre) qui retient les particules solides, et laisse passer le liquide (Frank R,2002). Pour optimiser l'utilisation d'un filtre, on doit le faire fonctionner de telle sorte que, lorsque la turbidité de l'effluent atteint sa valeur maximale et les pertes de charge atteignent-elles aussi, leurs limites maximales permises (Kafi ,2008). Le colmatage est l'obstruction progressive des interstices des matériaux filtrant, la vitesse du colmatage dépend de type de support filtrant et de la qualité de l'eau à faire filtré (Kadlec& Knight ,2009).

IV.3.2 Le phénomène de colmatage

Le colmatage est classé suivant les facteurs mis en jeux dans ce phénomène, il est classé comme suit :

- Colmatage physique : Il est dû au tassement de sable du filtre sous l'effet de son propre poids et de l'écoulement de l'eau qui provoque le transportes particules fines en cours d'eau. La matière en suspensions aussière tenue par le matériau filtrant (RodgersM,2004).

- Colmatage chimique : L'eau joue le rôle d'un catalyseur pour les réactions chimiques en trèbles ions existants dans la masse filtrante. Ces réactions seront plus affectant en présence de l'argile(Rodgers M.,2004).
- Le colmatage biologique : Il est dû à l'accumulation de la matière organique dissoute et les micro-organismes sur les surfaces des grains(Aain& Laurence,2001).

IV.3.3 L'écoulement à travers d'un filtre à sable

Le concept de filtration est basé sur la loi de Darcy, qui exprime que le débit traversant une section d'un milieu filtrant est proportionnel au gradient hydraulique et à sa surface(MarsilyG.,1994):

$Q=K.A.H/L$

Avec:

- Q:le débit traversant la couche filtrante(m³/s).
- K: le coefficient de perméabilité(m/s).
- H:la charge hydraulique (m).
- L: hauteur du filtre(m).
- H/L: le graduant hydraulique (filtration gravitaire).

$K(m/s)$		10^1	10^0	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}	10^{-7}	10^{-8}	10^{-9}	10^{-10}	10^{-11}
GRANULOMETRIE	homogène	Gravier pur	Sable pur	Sable très fin	Silt	Argile								
	variée	Gravier gros et moyen	Gravier et sable	Sable et argile-Limons										
DEGRES DE PERMEABILITE		TRES BONNE	BONNE	MAUVAISE		NULLE								
TYPES DE FORMATIONS		PERMEABLES		SEMI-PERMEABLES		IMPER.								

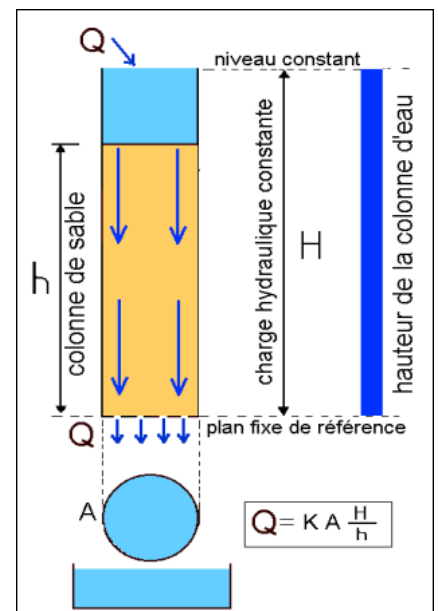


Figure N° 14: Fonctionnement d'un filtre à sablée les valeurs de K en fonction du matériau filtrant (Marsily G, 1994)

IV.3.4 Ban de d'essai au la oratoire

Pour l'essai on propose un processus de filtration à sable réduit (Bande d'essai) installé au laboratoire de l'université de Ghardaïa. Cette installation pilote permet d'étudier la filtration dans la masse, de vérifier la loi de DARCY. On peut également déterminer les constantes du milieu filtrant et étudier la cinétique de colmatage du filtre et le lavage à contre-courant. L'unité se compose d'une colonne en Altuglas d'une hauteur $H=1300$ mm et d'un diamètre interne $\varnothing=100$ mm surmontée d'une sur verse. Sur une hauteur de 750 mm, 16 prises dépression espacées de 50mm permettent l'étude du colmatage du filtre et son dimensionnement. La première prise est située à environ 25mm au-dessous de la grille. Les tubes sont placés devant un tableau millimétré afin de permettre la mesure de la perte de charge en hauteur d'eau. Une pompe centrifuge alimente la colonne soit par le haut pour la filtration, soit par en bas pour le lavage. La solution d'alimentation se prépare dans la cuve de 120L. La matière filtrante utilisée est du sable. Il est contenu dans la colonne et la hauteur de remplissage est de 50cm. Ce sable est retenu à chaque bout par une grille inox de maille carrée d'ouverture $375\mu\text{m}$.



Figure N° 15: Schéma de filtre à sable (bande d'essais au la oratoire)

IV.3.5 hoix de matériaux filtrants

Les échantillons de sable utilisés sont celle du carrier d’Oued Metlili. Nous avons effectué un tamisage institut afin de cibler une granulométrie bien précise entre 5 mm et 0.8 mm.

L’analyse granulométrique des échantillons sélectionnés présente un **sable fin** avec un coefficient d’uniformité **CU = 2**. Les résultats l’analyse granulométrique effectués au LTPS (2023) sont portes sur la figure 16.



Figure N° 16: Localisation des carriers du sable sélectionné



<i>Dunes d’Oued Metlili</i>			
<i>Sg (%)</i>	<i>Sm(%)</i>	<i>Sf(%)</i>	<i>Stf(%)</i>
<i>0</i>	<i>14.28</i>	<i>83.60</i>	<i>2.12</i>
Sable impropor(Pure)			

Figure N° 17: Caractéristiques granulométriques du sable sélectionné



Figure N° 18:Caractéristiques granulométriques du sable sélectionné

IV.3.6 Prélèvement des eaux traitée

Actuellement les eaux épurées sont rejetées directement dans la nature (Oued M'Zab). Sont des eaux a micropyles importantes qui favorisent le développement des micro-algues (couleur verdâtre). Le prélèvement d'eau a été effectué directement au niveau du canal de rejet de la STEP. Après la prise d'échantillons, on procède à la conservation des eaux dans les condition appropries jusqu'au laboratoire d'analyse (université de Ghardaïa).



Figure N° 19: Rigole de rejet

IV-3) Essais et analyse hydro chimiques la boratoire

Afin de déterminer les processus de traitement tertiaire appropriés, les analyses ont été effectuées à partir de 6 variables qui sont : DBO5 DCO, MES, Turbidité, NO₃⁻, NO₂⁻ et NH₄⁺. Par ailleurs, nous avons procédé à la filtration des eaux usées par bande d'essai sur une hauteur de sable 85 cm. Au laboratoire (université de Ghardaïa 2023), les paramètres NO₃⁻, NO₂⁻ et NH₄⁺, ont été dosés par un spectrophotomètre à longueur d'onde 415. La DCO a été dosés par DCO-mètres DR2016. La DBO5 a été dosée par incubation à partir d'un incubateur de type HACH(IS602). La turbidité des eaux a été mesurée à partir d'un turbidimètre 2020. Le mesure de MES a été effectuée par la méthode de filtration selon la norme EN 872 -1996 (Rodier J ,1996-2005). Les résultats des analyses hydro chimiques ont été également comparés aux valeurs guides de l'OMS (2022) dans le cadre des eaux usées traités destinées à l'irrigation.



mesure de DBO5



DCO meter



Mesure de MES



Turbidi meter



Spectro photomètre

Figure N° 20: Appareillage utilisé à l'analyse hydrothèque

IV-4) Mise en place d'un champ de culture et suivi de croissance

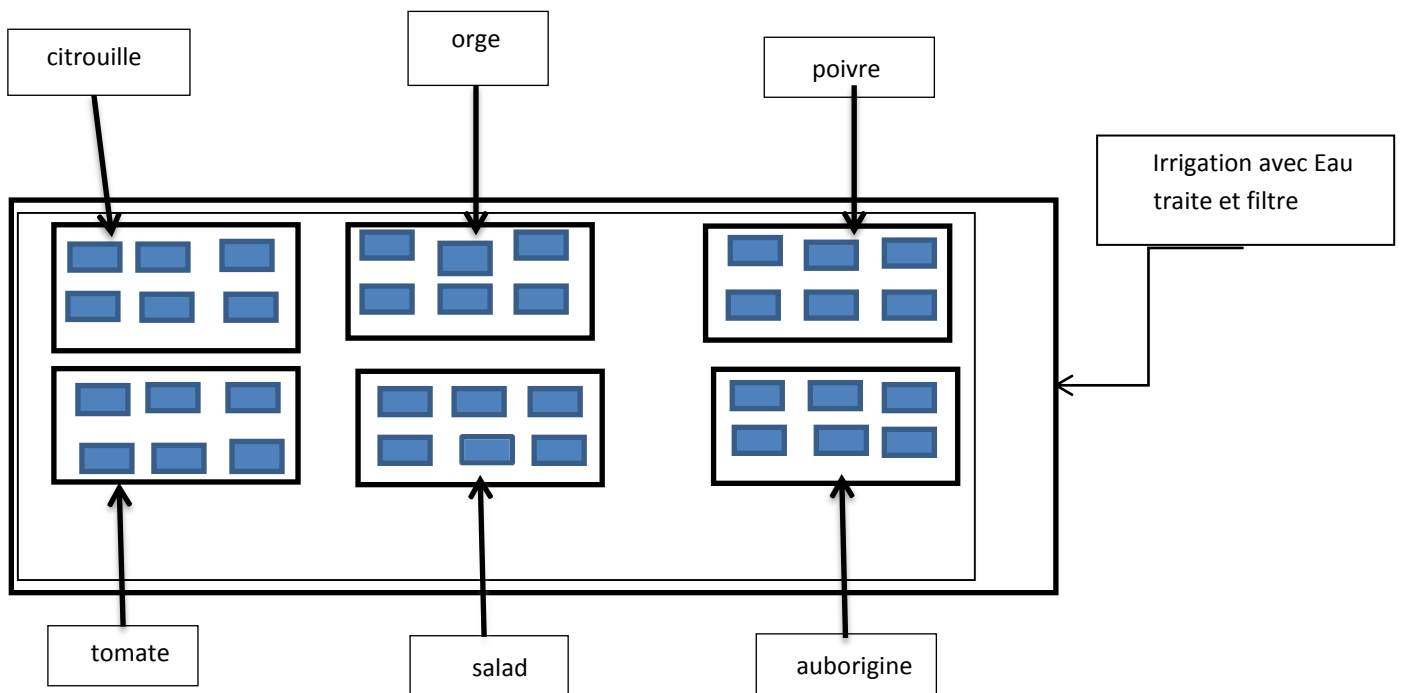
a été implanté dans La serre qui expérimentée a été installé au sein du département de la faculté SNV en elle d'une superficie de 79 m² (12 m de longueur sur 6.60 m de largeur) c'est une serre mono chapelle de 4.10 m sous faîtage de 2.80 m sous chéneau , La serre est couverte en plastiques semi rigide appelé film thermique dont les matériaux PVS sont caractérisé.

IV.5. Equipement de la serre

- Charente métallique.
- Aération frégate.
- Couvertures barrage et recouvrement.
- Tablet de culture.
- Chauffage d'air chaud.

- Ecran d'ombrage.
- Irrigation pendu la ire paras pension et brumisation
- Nappes chauffantes
- Régulation climatique.
- Station météo .
- Supervision avec logiciel 4G et GSM.
- Eclairage de croissance.

Plan expérimentale dans la serre:



IV-5-1 suivi de croissance



Figure N° 21: irrigation par l'eau traitée dans la viole

IV-5-1) La première partie de l'expérience

Tableau N° 3 : d'irrigation dans la viole:

Ladate	substrat					
	Citrouille	Orge	poivre	tomate	salade	aubergine
05/03/2023	80 ml	80 ml	80 ml	80ml	80ml	80ml
08/03/2023	80 ml	80 ml	80 ml	80 ml	80ml	80ml
12/03/2023	80 ml	80 ml	80 ml	80 ml	80ml	80ml
15/03/2023	80 ml	80 ml	80 ml	80 ml	80ml	80ml
19/03/2023	80 ml	80 ml	80 ml	80 ml	80ml	80ml
22/03/2023	80 ml	80 ml	80 ml	80 ml	80ml	80ml
Les photos						
26/03/2023	00ml	00ml	00ml	00ml	00ml	00ml

IV-5-2) La deuxième partie de l'expérience

A pré sa voir échoué dans la premier expérience ,nous avons décidé de répéter l'expérience et démettre les plantes à l'air libre à l'extérieur la serre et de les planter dans les poux.



Arroser les plantes avec de l'eau traitée

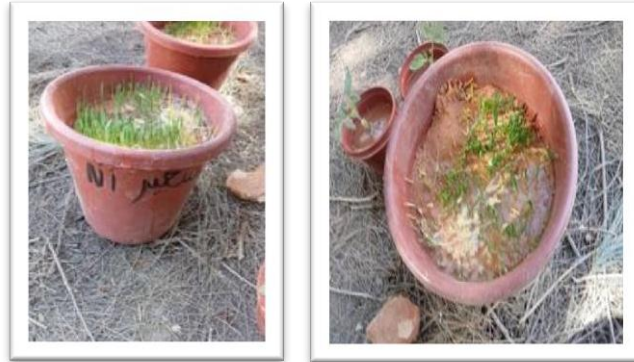


Figure N° 22:orge et blé irrigue par l'eau traite

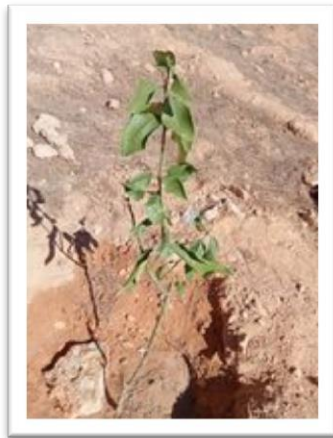


Figure N° 23:citron irrigue par l'eau traite

Arroser les plantes avec de l'eau traitée filtrée

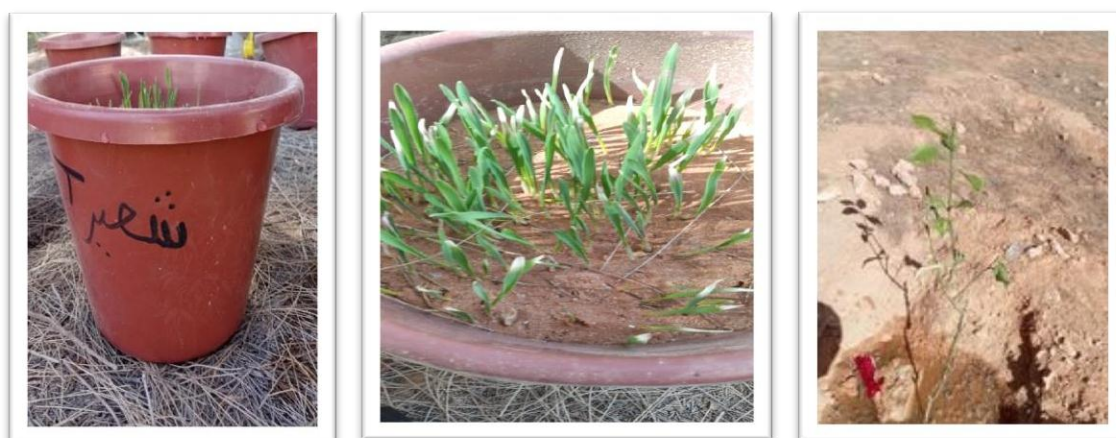


Figure N° 24: orge et blé et citron irrigue par l'eau filtrée traite

Tableau N° 4 ::d'irrigation dans les poux:

La date	Eau dans irrigation	Substrate			
		Blé	Orge	tomate	citron
04/04/2023	Eau traite filtré et traite	90ml	90ml	80ml	3 L
07/04/2023	Eau traite filtré et traite	90ml	90ml	80ml	3 L
09/04/2023	Eau traite filtré et traite	90ml	90ml	80ml	3 L
12/04/2023	Eau traite filtré et traite	90ml	90ml	80ml	3 L
13/04/2023	Eau traite filtré et traite	90ml	90ml	80ml	3 L
16/04/2023	Eau traite filtré et traite	0.5 L	0.5L	90ml	5L
18/04/2023	Eau traite filtré et traite	0.5L	0.5L	90mL	5L

20/04/2023 Eau traite filtré et traite	0.5L	0.5L	90mL	5L
24/04/2023 Eau traite filtré et traite	0.5L	0.5L	90mL	5L
26/04/2023 Eau traite filtrée et traite	0.5L	0.5L	90mL	5L
30/04/2023 Eau traite filtré et traite	0.5L	0.5L	90mL	5L
03/05/2023	0.5L	0.5L	90ml	5L
07/05/2023	0.5L	0.5L	90ml	5L
11/05/2023	0.5L	0.5 L	90ml	5L

Nous avons arrosé régulièrement depuis la première plantation avec une quantité de **80 ml** jusqu'à ce que nous déménagions au pou, nous avons donc changé la quantité d'eau d'irrigation pour l'orge à **90 ml** et le blé à **90 ml**. Quant aux tomates, c'était **80 ml**. Pour le citron ,la quantité tait de **3litres**.Avec l'augmentation de la température de l'atmosphère ,nous avons au gente la quantité d'eau d'irrigation pour l'orge et le blé **1Litre**,tomate**90ml**

etcitron**5 litre** pour la saturation.

Conclusion

Nous avons abordé dans ce chapitre une explication des méthodes utilisées en agriculture, la méthode de filtration de l'eau, et aussi la méthode d'analyse physique et chimique des eaux brutes et traitées de Ghardaïa STEP, et les résultats des analyses sont attendus dans la prochaine section.

CHAPITRE V

résultants et discussions

Introduction

Les caractéristiques physicochimiques de l'eau d'irrigation ont un impact déterminant pour la croissance des plantes à irriguées, donc il est nécessaire de caractériser les eaux prélevées au niveau du rejet de la STEP et celles issus de la filtration à sable. Après l'application de l'irrigation pendant 60 jours sur les différents types de cultures, les plantes stimulées présentent un taux de croissance assez variable selon l'espace et la qualité de l'eau d'irrigation. Nous présentons ici les résultats d'observation de la croissance des cultures pour différents type d'eau d'irrigation.

V-1) Résultat analyses des eaux d'irrigation brute set traitées

Avons de procédera à l'analyse hydro chimique nous avons filtré les eaux usées brutes du rejet sur un massif filtrant constitué de sable (carrier d'Oued Metlili) pour une hauteur de filtre 85 cm (Hauteur maximal de la bande d'essaye). Les résultats d'analyse hydro chimique (paramètres de pollution) réalisée au laboratoire de l'université de Ghardaïa et qui fait l'objet des eaux usées brutes et filtrées sont consignés dans le tableau suivant :

Tableau N° 5 : Résultats d'analyse hydrothèque

Parameters	Eaux brutes	Eaux filters (Filtre à sable 110cm)	Norma OMS 2020(Irrigation)
DCO(mg/l)	85	6.5	40
DBO5(mg/l)	29	5	10
MES(mg/l)	77	14	30
Turbidité(NUT)	55	16	35
NO ₃ ⁻ (mg/l)	0.46	0.18	2
NO ₂ ⁻ (mg/l)	0.48	0.07	1
NH ₄ ⁺ (mg/l)	2.30	0.80	30
NGL(x10 mg/l)	32.4	10.5	30mg/l

Les rendements épuratoires moyens calculés traduisent la bonne qualité du traitement, avec un abattement de 45 % à 97% pour les MES, la turbidité, le DCO et le DBO5. En ce qui concerne la pollution azoté, le rendement est de 57% à 85%. De manière globale, les concentrations dans les eaux épurées sont conformes aux exigences minimales de traitement des eaux résiduaires urbaines fixées par l'OMS.

V-2) Suivi de la croissance des cultures

V.3.1. 1^{ère} expérimentation

Tableau N° 6 : suivre la croissance de culture de la 1^{ème} expérimentation

Eaux	Culture	citrouille			Org e			tomat e			salad e			aubergine		
	jour	8	16	22	8	16	22	8	16	22	8	16	22	8	16	22
	Long(c)	5.5	6	flétri	4	6	Flétri	1	3	flétri	4.5	5	flétri	0.5	2	flétri
	jour	8	15		8	15		8	15		8	15		8	15	
	Long(c)	1.5	flétrir	/	3.5	flétrir		2	flétrir	/	0.5	flétrir	/	1	flétrir	/

V.3.1.1. Photo de la premier l'expérimentation



Figure N° 25: La croissance des plantes au bout de 8 jours irrigués par EUT.



Figure N° 26 :La croissance des plantes au bout de 15jour irrigue par EUT



Figure N° 27:La croissance des plantes au bout de21jour irrigue par EUT.



Figure N° 28 :La croissance des plantes au bout de 8 jours irrigue par EUTF



Figure N° 29 :La croissance des tomate au bout de 15 jours irrigue par EUTF.

V.3.1.2. Commentaire et discussion

Les cultures irriguées par l'eau traitée, étai bout de 8 jours, notamment: la citrouille, l'orge, tomates la salade ont commencé de pousser progressivement avec une longueur de tige de 1 cm à 5.5 cm, par contre le haut berdinée le poivre non pas étaient pousser.

Pour la même période, les cultures irriguées par l'eau traitée filtrée ont commencé aussi de pousser par une cadence faible : citrouille (1.5 cm), orge (3.5 cm), tomate (2 cm), salade (0.5 cm) et aubergine(1cm). Par contrée poivre n'APA s'était pousser.

Après 15 jours d'irrigation par l'eau traitée, on remarque que : l'Orge, la tomate et l'aubergine poussent à 2 cm, par contre la citrouille et la salade croissent de 0,5 cm. pour la même période toutes les cultures irriguées par les eaux traitées filtrée , présentent un flétrissement progressif.

Après 21 jours d'irrigation par les eaux traitée , nous avons constaté un flétrissement total de tout type de culture. La même remarque dans le cas d'irrigation avec les eaux traités filtrée.

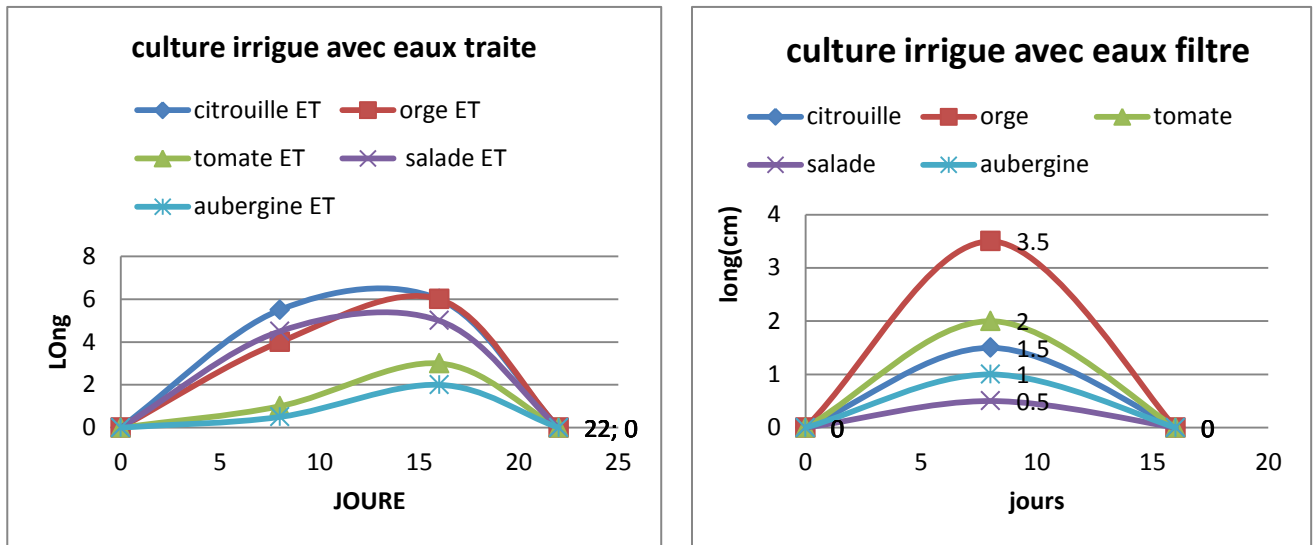


Figure N° 30 croissance de culture irriguée par eau traitée et filtrée

V.3.1.3. Conclusion

D'après les résultats obtenus on constate que l'eau traitée était toujours meilleure pour la croissance des cultures. Cela peut s'expliquer par le fait que l'eau traitée filtrée contient plus de nutriments, de substances organiques et minérales que l'eau filtrée, ce qui contribue à une croissance plus rapide et meilleure des cultures. Le flétrissement des cultures dans les deux cas après une période de 15 jours d'irrigation est le résultat de l'accumulation de produits chimiques toxiques en quantité intolérable dans les branches et les feuilles des cultures ,auxquelles ces dernières n'ont pas résisté en raison de leur jeune âge.

V.3.2. 2^{ème} expérimentation

Après avoir obtenu des résultats partiels et insuffisants des premières expériences, nous avons décidé de ré-expérimenter uniquement sur les céréales et les tomates et de les planter en dehors de la serre et à l'extérieur. Le tableau ci-dessus résume les observations sur la première expérimentation.

Tableau N° 7 : suivre la croissance de la culture de 2^{ème} expérimentation

Eaux	Culture	Blé				Orge			
		jours	10	20	30	45	10	20	30
traitées	Long (cm)	7	91	23	24	10	97.1	20	33
	Photos								
	jours	10	20	30	45	10	20	30	45
filtrée	Long (cm)	6	91.1	33	37.1	8	98	25	33
	Photos								

V.3.2.1 Commentaire ET discussion

- Au bout de 10 jours, nous remarquons que l'orge et le blé irrigués avec de l'eau traitée filtrée ont commencé à pousser progressivement. La longueur de l'orge était de 8 cm et celle du blé est 6cm. Quant à l'irrigation avec de l'eau traitée, l'orge était de 10cm et le blés de 7cm.

- Après 20 jours, nous remarquons que le blé et l'orge irrigués par de l'eau traitée filtrée étaient plus denses que celles irrigués par de l'eau traitée. La longueur des tiges d'orge irrigué par l'eau traitée filtrée atteint 18 cm et du blé à 20cm. Tandis l'orge irrigué par l'eau traitée atteint 17 cm et du blé à 19 cm.
- Après 30 jours, nous remarquons un assèchement de la partie supérieure des feuilles de blé et d'orge irrigués par de l'eau traitée filtrée et celle traitée. Le pourcentage de jaunissement dans les plantes irriguées par l'eau traitée était plus remarquable. Quant aux longueurs, elles atteignent les tailles suivantes : orge (NT) : 20cm, blé (NT) : 23cm, orge (T) : 25cm et le blé(T): 23cm.
- Après 45 jours, les longueurs mesurées des cultures, sont les suivantes : orge (NT) : 33cm, blé (NT) : 24 cm, orge (T) : 28 cm et le blé (T) : 30 cm. Nous constatons la progression du jaunissement de la partie supérieure des feuilles des cultures, notamment le blé irrigué par de l'eau traitée

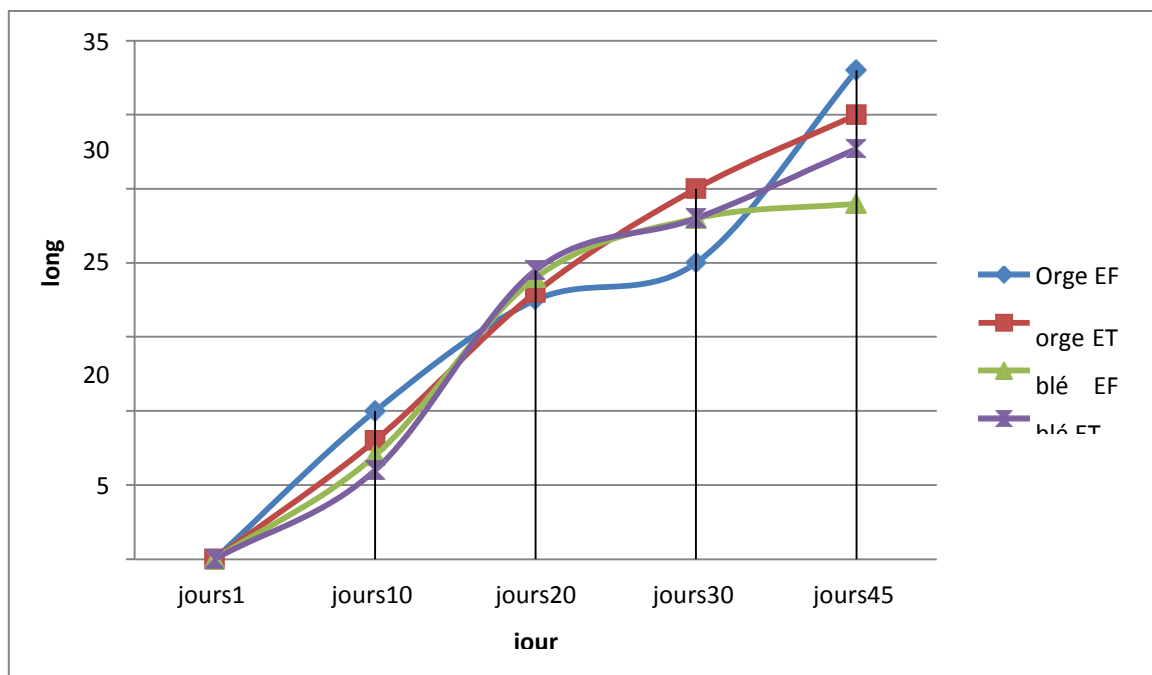


Figure N° 31 :croissance la culture de la deuxième partie de l'expérience.




V.3.2.2 Conclusion

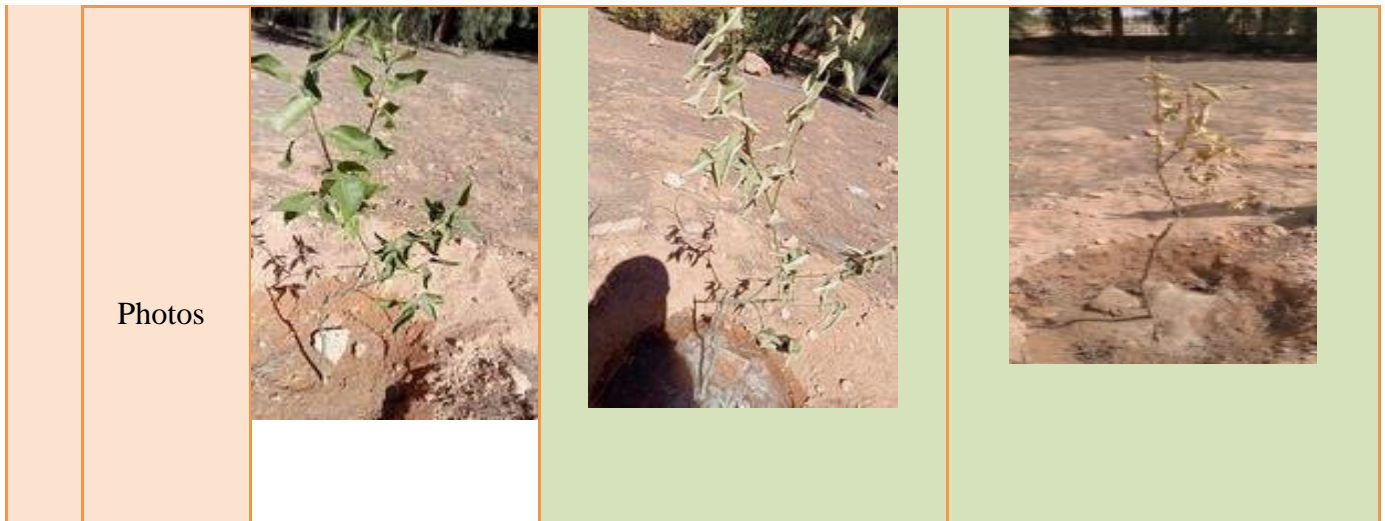
Les résultats montrent que la croissance des cultures irriguées par de l'eau traitée est plus forte de celles des cultures irriguées par de l'eau traitée filtrée . Ce pendant pour un durée d'irrigation de 45 jours, le blé (NT) croît 10% que le blé (T), alors que l'orge(NT) croît 45% que l'orge(T). De même, cela peut s'expliquer par le fait que les cultures sont plantées sur un sable

pauvre et que l'eau traitée contient plus de substances organiques et minérales que l'eau filtrée, ce qui favorise la croissance plus rapide. Le jaunissement des feuilles c'est l'accumulation de produits chimiques toxiques en quantité intolérable dans les organes végétatifs.

V.3.3. 3^{ème} expérimentation

Tableau N° 8 : suivre la croissance de la culture des 3^{ème} expérimentation

Eau x	Citronnier			
	jours	8	15	21
traitées	commentaires	4/4/2023 Citronnier a été planté et irrigué avec de l'eau traitée filtrée et traitée	Nous avons remarqué que le citron irrigué avec de l'eau traitée filtrée avait jauni toutes les feuilles. Quant au citron traité, quelques feuilles sont tombées, mais les feuilles n'ont pas jauni.	Nous avons remarqué que les citrons irrigués avec de l'eau traitée filtrée augmentaient le jaunissement des feuilles avec une certaine défoliation, tandis qu'une augmentation des feuilles était observée pour les Citron irrigués avec de l'eau traitée
	Photos			
	jours	8	15	21



V.3.3.1 Commentaires et discussion

Nous avons remarqué sur les photos présentées à chaque période que le citron arrosé avec de l'eau traitée est meilleur que le résultat de l'eau traitée filtrée, l'eau traitée convient mieux à la croissance des arbres. Cela est dû aux substances qu'il contient qui aident à la croissance des arbres.

Conclusion générale

Conclusion générale

Le système expérimental mise place dans le laboratoire et champ expérimentale de l'université de Ghardaïa a permet de juger que la valorisation des eaux usées traitées de la STEP Kaf Doukhane est très faisable par l'emploi de processus de filtration. Les rendements épuratoires moyens calculés traduisent l'efficacité du processus ,avec un abattement de 45% à 97% pour les MES, la Turbidité, le DCO et le DBO5. Pour la pollution azotée, le rendement épuratoire est de 57% à 85% avec une nitrification effective traduite par la production de nitrate dans le filtre. Les possibilités de la réutilisation des eaux épurées sont multiples. Elles dépendent du contexte socio-économique et écologique de la région du rejet.

D'après les résultats obtenus pour la 1^{ère} expérimentation, nous constatons que l'eau traitée était toujours meilleure pour la croissance des cultures. Cela peut s'expliquer par le fait que l'eau traitée contient plus de nutriments, de substances organiques et minérales que l'eau filtrée, ce qui contribue à une croissance plus rapide et meilleure des cultures .Le flétrissement des cultures dans les deux cas après une période de 15 jours d'irrigation est le résultat de l'accumulation de produits chimiques toxiques en quantité intolérable dans les branches et les feuilles des cultures ,auxquelles ces dernières n'ont pas résistée raison de leur jeune âge.

Pour la 2^{ème} expérimentation ,les résultats montrent que la croissance des cultures irriguées par de l'eau traitée est plus forte de celles des cultures irriguées par de l'eau traitée filtrée .Cependant pour un duré d'irrigation de 45 jours, le blé (NT) crois 10% que le blé (T), alors que l'orge (NT) crois 45% que l'orge(T). De même, cela peut s'expliquer par le fait que les cultures sont plantées sur un sable pauvre et que l'eau non traitée contient plus de substances organiques et minérales que l'eau filtrée, ce qui favorise la croissance plus rapide .Le jaunissement des feuilles c'est l'accumulation de produits chimiques toxiques en quantité intolérable dans les organes végétatifs.

Les résultats obtenus de trois expériences semblent avoir été à l'opposé des attentes, car nous attendions au départ à ce que les cultures réponde davantage à l'eau traitée au filtre à sable. Cependant, compte tenu des conditions de l'expérience et du peu de temps qu'elle appris, il est certain que l'eau traitée filtrée est plus adaptée à l'irrigation, surtout si l'on tient compte de la pauvreté du sable utilisé comme support de plantation dans l'expérimentation, et

de la différence non significatif de taux de croissance des plantes dans les deux cas, en plus de la Négligence des analyses de la contamination bactériologique et vira le pouvant être causée par l'eau traité

En tant que recommandations pour les études futures dans ce domaine ,nous soulignons la nécessité des concentrer sur :

- l'intensification des expériences pour d'autres types de plantations, en particulier les arbres fruitiers.
- Don nez suffisamment de temps pour l'expérience au moins deux ans.
- Fournir de meilleures conditions pour l'expérience ,en particulier l'équipement de la serre et du matériel agricole.
- Effectuer des analyses bactériologiques et virologiques des organes végétaux près chaque expérience.

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

ONA. (2021): spécifications des eaux usées épurées de la station de Kaf Doukhane, Rapport technique interne (35p).ONA –Ghardaïa.

OULED HADDAR I. (2020): Optimisation d'une filtration à sable pour traitement tertiaire des eaux épurées de la STEP de Kaf Doukhane Ghardaïa, Mémoire de Master (95p). Univ-Ghardaïa.

Ben seddik -Serraye2020:Traitement des eaux usées par Bio-coagulation–

Floculation (Moringa Oleifera) : Application des plans d'expériences Université KASDI-MERBAH Ouargla

SamarSKAIKI2020:RÉUTILISATION DES EAUX USÉES TRAITÉES (REUT)ENUSÉES TRAITÉES (REUT)EN MÉDITERRANÉE.

(A.G.S2013): <https://www.testdesolags.com>8/3/2023..

HEROUINI-OULADHADJ:ETUDE DE REUSSITE DES STATIONS D'EPURATION DES EAUXCAS: GHARDAIA.

conservationnature.2011:<https://www.conservationnature.fr/ecologie/lagunage/>29/3/2023.

wikiwater,2016:<https://wikiwater.fr/a21-les-techniques-de-lagunage>1/4/2023.

Djamel-nadjib2022 :Utilisation de la chaux localement traitement des eaux Usées .Mémoire de licence

mouna2015:Etude physico-chimique et microbiologique des eaux usées et évaluation du traitement d'épuration. Mémoire de master

ottomane-essaddiq2017:Gestion des risques professionnels liés à Les stations de traitement des eaux usées Urbaine sa niveau de(Huk).Mémoire de master

Wiki,2019 :<https://wikimemoires.net/2019/12/le-traitement-tertiaire-et-quaternaire-des-eauxusee>2/4/2023

techniques2014:<https://www.techniques-ingenieur.fr/base-documentaire/environnement-securite-th5/procede4/4/2023>

ingenieur2018:https://www.techniques_ingenieur.fr/base-documentaire/environnement-securite-th5/procedes5/4/2023

Nafissa2012:*nafissabetaouaf.2012*

Medkour.M,2003:réutilisation des eaux usées épurées .S'séminaire sur le secteur de l'eau en Algérie. Ministère des Ressources en eau. 12 p

ANONYME. Mars 2012:Réutilisation des eaux usées traitées pour l'irrigation des cultures, l'arrosage des espaces verts par aspersion et le lavage des voiries. Avis de l'Anses Rapport d'expertise collective. Édition scientifique

Larabsalim2019: La réutilisation des eaux usées traitées en agriculture à partir de la station d'épuration(Ain Bouchakif)de la wilaya de Tiaret. Mémoire de Master

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

Charland,K.,2014:Analyse Des Perspectives De Réutilisation Des Eaux Usées Municipales Au Québec. Univ. SHERBROOKE.

OMS,O.mondialede laS.,2012:directives OMS pour L'utilisations sans risque des eaux usées, des excréta et des eaux ménagères II

F.A.O.,2023:L'irrigation avec des eaux usées traitées: Manuel d'utilisation .FAO Irrigation and Drainage paper, 65p

UNEP,2003:Laréutilisation des eaux usées en agriculture à partir de la station d'épuration (STEP2) de la wilaya El-Oued 2021

BOUZIDIYoussef2020:Réutilisation des Eaux Usées Epurées en Algérie, *mémoire de master*

V.Lazarova1998:La réutilisation des eaux usées une njeude l'an 2000 ,l'eau l'industrie .les nuisances . CIRSEE – lyonnaise des eaux et aln°212.

FranckR.2002:Analyse des eaux, Aspects règlementaires et techniques. Edition

ONAGhardaia2021: spécifications des eaux usée séparées de la station de Kaf Doukhane, Rapport technique interne(35)