

République Algérienne Démocratique Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

جامعة عين تموشنت بلحاج بوشعيب

Université Belhadj Bouchaïb Ain Temouchent

Faculté des sciences et de technologie

Département agro –alimentaire



Projet de fin d'études

Pour l'obtention du diplôme de master en : protection des végétaux

Domaine des sciences de la nature et de vie

Filière : science agronomique

Spécialité protection des végétaux

Thème

L'utilisation des eaux usées traitées dans le secteur d'agriculture

Réalisé par : Mlle BENBOUCHTA Fouzia

Membres du jury :

Dr. Hadjira ABDELLAOUI

UAT.B.B (Ain Temouchent)

Examinatrice

Dr. Meryem BENAHMED

UAT.B.B (Ain Temouchent)

Examinatrice

Dr. Mostafia BOUGHALEM

UAT.B.B (Ain Temouchent)

Encadreur

2020 /2021

Remerciement

Avant toute chose Louange à Allah le tout puissant, de m'avoir accordé la force, la patience, la santé, le courage et les moyens pour achever ce travail, Dieu merci de m'avoir donné la foi en lui, d'avoir éclairé ma route et de m'avoir toujours guidé dans le droit chemin.

*Je remercie Mme **BOUGHALEM Mostafia** Professeur à l'université d'Ain Témouchent, de m'avoir proposé ce sujet, accepté de me encadrer et de diriger mon travail par ses précieux conseils et ses encouragements.*

*Je remercie **Mlle ABDELLAOUI Hadjira** et **Mme BENAHMED Meriem**, pour avoir accepté d'examiner mon travail et pour leur lecture attentive du mémoire et pour les remarques qu'elle nous adressera afin d'améliorer notre travail.*

*Je m'adresse mon sincère remerciement à **l'office national d'assainissement d'Ain Temouchent** et à **la direction du service agricole** pour leur aide.*

Dédicace

Je dédie ce mémoire

*A ma mère **SORAYA**, Autant de phrases aussi expressives soient-elles ne sauraient montrer le degré d'amour et d'affection que j'éprouve pour toi. Tu m'as comblé avec ta tendresse et affection tout au long de mon parcours. Tu n'as cessé de me soutenir et de m'encourager durant toutes les années de mes études, tu as toujours été présente à mes côtés pour me consoler quand il fallait. En ce jour mémorable, pour moi ainsi que pour toi, reçoit ce travail en signe de ma vive reconnaissance et ma profonde estime. Puisse le tout puissant te donner santé, bonheur et longue vie afin que je puisse te combler à mon tour.*

*A **ma grand-mère** que j'aime Pour son amour, son soutien, son Doua et ses encouragements*

*A ma tante **FOUZIA** ; ma deuxième mère, pour son amour et soutien.*

*A mon premier amour, tonton **MUSTAFA**, qui a été toujours un père à moi, aucun mot ne pourrait exprimer mon amour et ma gratitude envers lui.*

*A ma grande sœur, ma source de vie, de joie et de bonheur **FARAH** à qui je tiens beaucoup d'amour, ainsi que ma sœur **YASMINE**.*

*A mes frères **AYMEN** et **AMINE**.*

*A mes très chères copines, mes source d'énergie **ASSMA** et **FERDAOUS**, pour tous les agréables moments qu'on a passé ensemble ainsi que **FATIMA**.*

*A mes camarades **DOUNIA**, **ZAHIRA**, **MAROUA**, **HALIMA** et **HOUCINE** pour leur aide et encouragement.*

*A ma chère Tata **ZAHRA** pour son amour, Doua et encouragement pendant cette période.*

Et à la fin,

*A la lumière de ma vie et mon PBWH, **NORI** qui a été toujours à mes côtés avec beaucoup d'amour et encouragement dans toutes périodes.*

Abstract

The introduction of wastewater as a complementary water resource constitutes an interesting contribution for agriculture, which suffers from a water deficit. However, it was retained that the reuse of wastewater in the town of Ain Temouchent is timid and this because of various constraints encountered by farmers which is due to a lack of information on the synergy and cooperation between the various factors such as the national sanitation office, the water resources department, the agricultural services department and the Wilaya chamber of agriculture. It was noted a dysfunction in terms of management of the flow of wastewater and active sludge this is due to the absence of national irrigation and duly qualified drainage. The absence of this office represents a threat compared to the existing purification stations because the storage areas are in the process of saturation and this because of the weak flow of wastewater as well as the active sludge. In conclusion, the wastewater treatment plant in the commune of Ain Temouchent with the objective of irrigating an area of 500 ha has still not been reached to this day

Keyword: water waste, treatment plants, reuse, national sanitation office (ONA)

Résumé :

L'introduction des eaux usées comme ressource complémentaire en eau, constitue un apport intéressant pour l'agriculture qui souffre d'un déficit hydrique. Cependant Il a été retenu que la réutilisation des eaux usées dans la commune d'Ain Temouchent est timide et ce à cause de différentes contraintes rencontrées par les agriculteurs qui est du par un manque d'information sur l'intérêt de son utilisation et le manque synergie et coopération entre les différents acteurs tels que l'office national de l'assainissement, la direction des ressources en eau, la direction des services agricoles et la chambre de l'agriculture de la Wilaya. Il a été constaté un dysfonctionnement en matière de gestion du flux des eaux usées traitées et la boue active ceci est dû à l'absence de l'office national de l'irrigation et du drainage dument qualifié. L'absence de Cet office représente une menace par rapport aux stations d'épurations existantes car les aires de stockages sont en voie de saturation et ce à cause de l'écoulement faible des eaux usées traitées ainsi que les boues active. On conclut que la station d'épuration de la commune de Ain Temouchent ayant pour objectif d'irriguer une superficie de 500 Ha n'est toujours pas atteint jusqu'à ce jour.

Mot clé : eau x usées, stations d'épuration, réutilisation, office national de l'assainissement (ONA)

المخلص

يشكل إدخال المياه القنطرة كمورد مائي مكمل مساهمة مهمة للزراعة التي تعاني من عجز مائي. ومع ذلك، فقد تم التأكيد على أن إعادة استخدام مياه الصرف الصحي في بلدة عين تموشنت خجول وهذا بسبب القيود المختلفة التي يواجهها المزارعون والتي تعود إلى نقص المعلومات حول التأزر والتعاون بين مختلف الجهات الفاعلة مثل المكتب الوطني للصرف الصحي ودائرة الموارد المائية ودائرة الخدمات الزراعية وغرفة زراعة الولاية. وقد لوحظ وجود خلل وظيفي من حيث إدارة تدفق المياه العادمة والحماة النشطة، ويرجع ذلك إلى عدم وجود الري الوطني والصرف المؤهل حسب الأصول. ويمثل غياب هذا المكتب خطرًا مقارنة بمحطات التنقية الحالية لأن مناطق التخزين في طور التشبع وهذا بسبب ضعف تدفق المياه القنطرة وكذلك الحماة النشطة. في الختام، لم تتم بعد محطة معالجة مياه الصرف الصحي ببلدية عين تموشنت الوصول إلى ري مساحة 500 هكتار حتى يومنا هذا.

الكلمات المفتاحية المياه القنطرة، محطات المعالجة، إعادة الاستخدام، المكتب الوطني للصرف الصحي

Table des matières

Remerciement	
dédicace	
Résumé	
Abstract	
ملخص	
Table des matières	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Liste des abréviations	

Partie 1 : synthèse bibliographique

Introduction

I/ Généralité sur l'eau et l'irrigation :	3
1. L'eau, c'est quoi ?	3
1.1. Les ressources d'eau :	3
1.2. Qu'est qu'une eau potable ?	3
1.3. Comment l'eau est-elle traitée ?	4
1.3.1. Le captage	4
1.3.2. Le dégrillage.....	4
1.3.3. Le tamisage :	4
1.3.4. La floculation-coagulation (ou décantation	4
1.3.5. La filtration sur sable	4
1.3.6. L'ozonation :	4
1.3.7. La filtration.....	5
1.3.8. La chloration.....	5
2. Quelle est sa composition ?	5
2.1. Qu'est que l'irrigation ?	6
2.1.1. L'irrigation dans le monde :	6

2.1.2 L'irrigation en Algérie :	6
2.2 Les techniques d'irrigation :	6
2.2.1 La technique d'irrigation gravitaire :	7
2.2.2. La technique d'aspersion :	7
2.2.3. La technique d'irrigation localisée :	8
2.3. Les avantages et les inconvénients d'irrigation :	8
2.4. Les normes de qualité des eaux destinées à l'irrigation :	9
2.4.1. L'objectif des normes :	10
II/ Utilisation des eaux usées traitées dans l'irrigation	11
1. Définition des eaux usées :	11
Eaux usées domestiques	11
Les eaux industrielles	11
Les eaux agricoles	11
Les eaux de ruissèlement	11
2. La pollution des eaux usées :	12
2.1. Classification de la pollution des eaux	12
Pollution physique	12
Pollution organique	12
Pollution chimique	12
Pollution biologique (microbienne) :	12
2.2. Les paramètres de pollution :	12
2.2.1 Paramètres physiques :	12
<input type="checkbox"/> La température :	12
<input type="checkbox"/> La couleur :	13
<input type="checkbox"/> L'odeur :	13
<input type="checkbox"/> Matières en suspension (MES) :	13

<input type="checkbox"/> Matières volatiles sèches (MVS) :	13
<input type="checkbox"/> Turbidité.....	13
<input type="checkbox"/> Les matières minérales (MMS).....	14
2.2.2. Les paramètres chimiques :	14
<input type="checkbox"/> Le PH :.....	14
<input type="checkbox"/> Conductivité électrique (CE) :	14
<input type="checkbox"/> L'oxygène dissous :.....	14
<input type="checkbox"/> Demande biochimique en oxygène (DBO5) :.....	14
<input type="checkbox"/> La demande chimique en oxygène (DCO) :.....	15
<input type="checkbox"/> Le carbone organique total COT :.....	15
<input type="checkbox"/> L'azote :	15
<input type="checkbox"/> Phosphore	15
2.2.3. Paramètre biologique :	15
3. Traitement des eaux usées :.....	16
3.1. Système d'assainissement des eaux usées :.....	16
- Le système unitaire :	16
- Le système séparatif	16
3.2. Les caractéristiques d'une eau traitée :.....	16
3.3. Les procédés de traitement	16
<input type="checkbox"/> Par boues activées :	16
<input type="checkbox"/> Par La technologie d'Aero-Mod.	17
4. Les étapes de traitement	17
4.1. Le Prétraitement :	18
Le dégrillage	18
Dessablage.....	18
Le dégraissage.....	18

4.2. Traitement primaire :	18
4.3. Traitement secondaire ou Biologique :	19
4.3.1. Traitements anaérobies :	19
4.3.2. Traitements aérobies	19
<input type="checkbox"/> Systèmes intensifs	19
<input type="checkbox"/> Système extensif	20
4.3.3. Clarification :	20
4.4. Traitement complémentaire :	20
4.4.1. Le traitement des boues	21
5. La réutilisation des eaux traitées :	21
5.1. La réutilisation des eaux épurées dans le monde :	21
5.2. Réutilisation des eaux épurées en Algérie :	21
5.3 Différentes utilisations des eaux usées traitées :	21
5.4. Normes de réutilisation des eaux usées traitées :	22
5.5. Avantage et inconvénients de la réutilisation des eaux traitées :	23

Partie 2 méthodologie de travail

Méthodologie de travail	26
1. Présentation de la région d'étude (Ain Temouchent) :	26
1.1. Situation géographique de la wilaya d'Ain Temouchent :	26
1.2. Relief :	27
<input type="checkbox"/> Laplaineintérieure :	27
<input type="checkbox"/> Labandelittorale	27
1.3. Climat :	28
1.4. Présentation des potentialités agricoles de la Wilaya	28
Contexte de la recherche sur le terrain :	29

1. Investigation sur le terrain	29
1.1. Recensement et identification des stations d'épurations « STEP » de la Wilaya :	29
1.1.1 Les Fiches techniques des stations d'épurations :.....	30
<input type="checkbox"/> Station d'Emir AEK	30
Station d'Ain El Arbaa :	31
Station de Hassi El Ghella :	32
Station d'EL Amria :	33
Station de Sidi Safi :	34
.....	34
Station d'El Malah :	35
STEP d'Ain Tolba :	36
Station de la ville e Bouzedjar :	37
2.Zone d'étude station de la commune d'Ain Temouchent	38
2.1. Présentation du Station d'épuration STEP d'Ain Temouchent :	38
2.2. Localisation de la station :	39
2.3. Le Mode de fonctionnement de la STEP	40
2.3.1. La filière de traitement des eaux usées :	40
2.3.1.1. Les étapes de traitement de la station d'épuration (STEP) d'Ain Temouchent.....	41
<input type="checkbox"/> Prétraitement.....	41
Traitement biologique	43
Traitement tertiaire.....	45
2.3.1.2. La filière boues :	46
.Recyclage et évacuation des boues en excès :	46
Epaississement des boues biologiques et chimiques :	46
Déshydratation des boues :	46

2.4. Les analyses physio chimique au labo de la STEP d'Ain Temouchent :	47
2.4.1. la température et le ph :	47
2.4.2. Analyse Matières en suspension (MES) :	48
2.4.3. La demande biochimique en oxygène (DBO5) :	49
2.4.4. La demande chimique en oxygène (DCO) :	50
2.4.5. Azote ammoniacal N-NH ₄ :	51
2.4.6. Azote total :	52
2.4.7. Azote de Kjeldahl NTK :	52
2.4.8. Phosphates totales :	53
2.4.10. Test de décantation :	55
1. 3. Cadre Réglementaire de l'utilisation des eaux usées traitées (EUT) :	56
a) Les paramètres Microbiologiques :	57
b) Les paramètres physicochimiques :	58
2. Investigation au niveau des institutions :	59
3. Analyse SWOT ou AFOM :	61

Conclusion

Recommandation

Reference

Liste d'abréviation

COT : carbone organique totale

CAH : capote d'aspiration hydraulique

DBO : Demande biochimique en oxygène

DBO5 : demande biochimique en oxygène en 5 jours

DCO : demande chimique en oxygène

DPSB : Direction de la Programmation et du Suivi Budgétaires

EUT : eaux usées traitées

KOH : hydroxyde de potassium

MES : Matières en suspension

MMS : Les matières minérales

MS : matière sèche

MVS : Matières volatiles sèches

NACLO : hypochlorite de sodium

N-NH4 : azote ammoniacale

NTK : Azote Kjeldahl total

OMS : organisation mondial de la sante

ONA : office national d'assainissement

ONID : office national irrigation et drainage

SAR : Sodium absorption Ratio

SAU : surface agricole utilisée

SWOT: Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats

Liste des tableaux

Tableau 1 : Les avantages et les inconvénients d'irrigation (NAMANE.L ,2009).....	8
Tableau 2 : Barème de qualité pour l'eau d'irrigation (MAYNARD et HOCHUMT, 1997)...9	9
Tableau 3 : Normes de réutilisation des eaux usées épurées (M.R.E., 2007).....	22
Tableau 4 : avantages et inconvénients de la réutilisation des eaux épurées (METAHRI, 2012).....	23
Tableau 5 : fiche technique de la STEP d'Emir AEK (ONA, 2021).	30
Tableau 6 : fiche technique de la STEP de Ain Larabaa ONA, 2021).....	31
Tableau 7 : fiche technique de la STEP de Hassi El Ghella (ONA, 2021)	32
Tableau 8 : fiche technique de la station d'épuration d'Amria (ONA, 2021)	33
Tableau 9 : fiche technique de la STEP de Sidi Safi (ONA, 2021)	34
Tableau 10 : fiche technique de la station d'épuration d'El Malah (ONA ,2021).....	35
Tableau 11 : fiche technique de la station d'Ain Tolba (ONA 2021).....	36
Tableau 12 : fiche technique de la station Bouzedjar (ONA, 2021).....	37
Tableau 13 : la fiche technique de la station d'Ain Temouchent (ONA,2021).....	39
Tableau 14 : Liste des cultures pouvant être irriguées avec des eaux usées épurées. (JO n°18 ,15 juillet 2012)	56
Tableau 15 :les paramètres microbiologique (JO n°18 ,15 juillet 2012).	57
Tableau 16 : les paramètres physico chimique (JO n°18 ,15 juillet 2012	58
Tableau 17 : l'analyse SWOT (BENBOUCHTA, UATBB ,2021)	61

Liste des figures

Figure 1 irrigation gravitaire. (Robert .T et Vidal, 2006).	7
Figure 2 irrigation par aspersion (Robert .T et Vidal, 2006).	7
Figure 3 irrigation localisée. (Robert .T et Vidal, 2006).	8
Figure 4 : étapes d'épurations (BENSABRI .S, 2017)	18
Figure 5 : situations géographiques d'Ain Temouchent (ONA ,2021)	27
Figure 6 : répartition des terres agricoles au niveau de la Wilaya	28
Figure 7 : répartitions géographique des stations d'épuration wilaya d'Ain Temouchent (<i>BENBOUCHTA, UATBB, 2021</i>)	29
Figure 8 : station d'épuration d'Ain Larabaa (ONA, 2021).	31
Figure 9 : image satellite de la station d'épuration de Hassi Ghella (ONA, 2021)	32
Figure 10 : image satellite de station d'épuration d'Amria (ONA, 2021)	33
Figure 11 : image satellite de la station d'épuration Sidi Safi (ONA, 2021)	34
Figure 12 : image satellite de la station d'épuration d'El Malah (ONA ,2021)	35
Figure 13 : image satellite de la station d'épuration d'Ain Tolba (ONA ,2021)	36
Figure 14 : la fiche technique de la station de Bouzedjar (ONA ,2021)	37
Figure 15 : image satellite de la station d'epuration d'ain temouchent (ONA ,2021)	38
Figure 16 : localisation de station d'Ain Temouchent (BENBOUCHTA ,UATBB 2021)	39
Figure 17 : déversoir dorage (BENBOUCHTA.F.UATBB ,2021)	40
Figure 18 : piège à sable (BENBOUCHTA.F.UATBB ,2021)	41
Figure 19 : poste de relevage	42
Figure 20 : dessableur –déshuileur	43
Figure 21 : bassin d'aération	44
Figure 22 : décanteur secondaire (BENBOUCHTA.F.UATBB ,2021)	44
Figure 23 : bassin désinfection	45
Figure 24: bande presseur	47
Figure 25 : appareil de mesure de pH et de la température	48
Figure 26 : flacon à DBO et le DBO mètre	50
Figure 27 : bloc chauffant	51
Figure 28 : La matrice SWOT, un incontournable de l'analyse stratégique (ALLIN .F ,2021)	62

L'introduction

L'eau constitue un élément essentiel dans la vie et l'activité humaine. C'est une composante majeure des mondes minéral et organique. Dans le monde présent, l'eau participe à toutes les activités quotidiennes notamment, domestiques, industrielles et agricoles ce qui la rend un élément récepteur exposé à tous les genres de pollution. . **(AOUISSI, HOUHAMDI « S.D »)**.

L'agriculture, de façon générale, est une grande consommatrice d'eau, qui dans les conditions arides et semi arides, vient souvent à manquer. Pour pallier à cet inconvénient, le meilleur moyen que les hommes aient trouvé jusqu'ici a été un appoint d'eau, à l'aide de procédés divers. C'est ce complément d'eau que l'on appelle irrigation. **(BESSAOUD.0 et all ,2019)**.

L'irrigation des régions agricoles représente 70% de l'eau utilisée dans le monde entier. Dans plusieurs pays en voie de développement, l'irrigation représente jusqu'à 95% de toutes les utilisations d'eau, et joue un rôle important dans la production de la nourriture et la garantie de la sécurité alimentaire. Les futures stratégies de développement agricole de la plupart de ces pays dépendent de la possibilité de maintenir, d'améliorer et d'étendre l'agriculture irriguée. Et c'est le cas en Algérie. Malheureusement, les effets de la sécheresse, de l'explosion démographique, et de l'exode vers les grandes villes rendent l'accès à la ressource en eau très délicat. C'est la raison pour laquelle on retrouve des difficultés énormes dans la gestion des ressources en eau dans le secteur agricole. Surtout en ce qui concerne l'efficacité des réseaux d'irrigation. **(Anonyme, « S .D »)**.

Les agriculteurs cherchent d'autres alternatives aux eaux propres afin d'irriguer leurs cultures et d'augmenter leurs rendements agricoles. La réutilisation des eaux usées est l'une de ces alternatives qui pourrait être fiable et très bénéfique pour l'irrigation et, en même temps, pour l'agriculture. En fait, les eaux usées peuvent être une alternative à l'utilisation des eaux propres dans l'agriculture, en laissant l'eau fraîche servir à d'autres utilisations, dont l'alimentation en eau potable **(OMS, 1989)**.

Par conséquent, la récupération et la réutilisation de l'eau usée s'est avérée être une option réaliste pour couvrir le déficit et les besoins croissants en eau en Algérie, mais aussi pour se conformer au règlement relatif aux rejets des eaux usées, en vue de la protection de l'environnement et de la santé publique. En outre, du point de vue environnemental, la récupération et la réutilisation de l'eau usée urbaine traitée pour l'irrigation constituent probablement l'approche d'élimination la plus sûre et la plus réaliste.

De ce fait l'objectif de notre étude est de faire une investigation sur le terrain auprès de toutes les parties prenantes concernées afin de recueillir toutes les données sur la filière de la réutilisation des eaux usées au service de l'agriculture, au niveau et faire un état des lieux sur les différentes contraintes par cette filière. Enfin, établir des recommandations pour la réutilisation des eaux usées traitées au service de l'agriculture pour accroître la superficie en irriguée.

Ce travail comporte deux parties :

La première partie concerne la synthèse bibliographique

La deuxième c'est la partie investigation sur le terrain.

L'objectif de notre étude consiste à faire un état des lieux sur la répartition géographique des Stations d'épuration des eaux usées traitées et leur mise en au service à l'agriculture au niveau de la Wilaya.

D'une part, l'investigation nous a permis d'explorer et de mieux comprendre l'utilisation des eaux usées traitées en agriculture tout interrogeant des acteurs concernés.

D'autre part, le travail consiste aussi à recueillir des informations pour une description complète de l'état des lieux sur la réutilisation des eaux traitées par l'agriculture.

Evaluer les forces et les faiblesses de l'utilisation des eaux usées traitées « EUT » au par les agriculteurs.

Enfin faire ressortir des recommandations pour l'utilisation de ces eaux traitées pour un développement durable au niveau de la région.

I/ Généralité sur l'eau et l'irrigation :

1. L'eau, c'est quoi ?

L'eau est une substance minérale la plus répandue à la surface du globe, elle constitue L'hydrosphère, son volume est estimé à 1385.10 km³, dont environ 97,4% dans les océans, 2% sous forme de glace et 0,6% seulement constituant les eaux douces, c'est un composé Chimique formé de deux atomes d'hydrogènes et d'un atome d'oxygène. L'eau c'est aussi le Constituant majeur de la matière vivante. **(DEGROMENT ,2005).**

1.1. Les ressources d'eau :

Il y a trois grandes catégories de ressources d'eau :

- a. Les Eaux de surface
 - b. Les eaux souterraines
 - c. Les eaux de mer
- a) **Les eaux**
- b)
- c) **de surface :** Ruisseaux et petites rivières Étangs de ferme Lacs, Citernes de récupération **(COUTURE.I ,2004).**
- d) **Les eaux souterraines :** Puits peu profonds Puits artésiens. **(COUTURE.I ,2004).**
- e) **Les eaux de mer :** Les eaux de mer sont une source d'eau brute qu'on n'utilise que lorsqu'il n'y a pas moyen. De s'approvisionner en eau douce. Les eaux de mer sont caractérisées par leur concentration En sels dissous, la salinité de la plupart des eaux de mer varie de 33000 à 37000 mg/L **(DESJARDINS.R, 1997).**

1.2. Qu'est qu'une eau potable ?

L'eau potable est définie comme l'eau propre à la consommation humaine (c'est-à-dire l'eau qui peut être utilisée pour boire ou cuisiner). Le terme implique que l'eau est potable et sûre. L'eau potable signifie qu'elle est exempte d'odeurs, de goûts et de couleurs désagréables et qu'elle se situe dans des limites de température raisonnables. Une eau salubre signifie qu'elle ne contient pas de toxines, de substances cancérigènes, de micro-organismes pathogènes ou d'autres risques pour la santé. **(BREBBIMAN. G.R.1999).** 62 % de l'eau du robinet provient des eaux souterraines (nappes superficielles et profondes), les 38 % restants proviennent des eaux superficielles (torrents, rivières, lacs). Mais un traitement s'impose pour offrir une eau potable, totalement débarrassée de ses impuretés.

Elle transite dans une usine de traitement pour la décontaminer puis elle rejoint des réservoirs de stockage ou des châteaux d'eau, à l'aide de canalisations souterraines.

(PHILLIPE .B « S.D »).

Des pompes permettent de stocker l'eau en hauteur afin de la distribuer dans les habitations. L'eau est alors utilisée pour la consommation humaine. Puis, après utilisation, les eaux usées sont acheminées vers une station d'épuration en charge de son nettoyage.

L'eau nettoyée est ensuite rejetée à la nature, avant de recommencer son cycle domestique : puisage, traitement, distribution et dépollution, puis retour de l'eau dans la nature. (PHILLIPE .B « S.D »).

1.3. Comment l'eau est-elle traitée ?

L'eau puisée à l'état naturel doit subir plusieurs traitements avant d'être acheminée dans les circuits de distribution pour arriver enfin jusqu'à nos robinets. Les traitements dépendent de la qualité de l'eau puisée. C'est pourquoi, elle est systématiquement contrôlée au moment de son captage de manière à lui appliquer le traitement de potabilisation adapté. (PHILLIPE .B « S.D »).

La potabilisation de l'eau se fait en plusieurs étapes de l'eau :

1.3.1. Le captage : l'eau est prélevée par captage dans un forage ou un puits. Le sol servant de filtre naturel permet d'assurer une bonne qualité de l'eau. Mais un traitement s'impose pour offrir une eau potable, totalement débarrassée de ses impuretés. Pour ce faire, l'eau est conduite dans une usine de production.

1.3.2. Le dégrillage : à son entrée dans l'usine, l'eau transite par des grillages (dont les interstices mesurent environ 5 cm) qui la débarrassent des plus gros déchets (cailloux, plastiques, branches, feuilles...). (PHILLIPE .B « S.D »).

1.3.3. Le tamisage : l'eau passe ensuite par un tamis avec des grilles nettement serrées, permettant de retenir les petits déchets (petits cailloux, mégots de cigarettes, brindilles...).

1.3.4. La floculation-coagulation (ou décantation) : cette étape consiste à verser un produit coagulant dans l'eau afin que les impuretés se regroupent en grappes puis coulent au fond du bassin de décantation. L'eau est alors plus claire.

1.3.5. La filtration sur sable : l'eau passe à travers un filtre composé d'une épaisse couche de sable qui intercepte les dernières petites particules visibles.

1.3.6. L'ozonation : les impuretés invisibles sont quant à elles éliminées par un gaz d'ozone.

En oxydant toutes les substances organiques, l'ozone inactive les pesticides et les micro-organismes pathogènes.

1.3.7. La filtration : l'eau ainsi clarifiée passe à travers un filtre composé de grains de charbon actif. Ces grains contiennent des bactéries qui éliminent les composants toxiques par absorption. **(PHILLIPE .B « S.D »)**.

1.3.8. La chloration : l'eau de distribution est désinfectée par du chlore afin de garantir sa qualité durant son parcours dans les canalisations de l'usine jusqu'aux consommateurs. En France, la quantité de chlore utilisée pour la désinfection n'est pas fixée par une norme européenne, le critère à respecter est défini par « l'absence d'odeur ou de saveur anormale et pas de changement anormal ».

Le contrôle qualité et le contrôle sanitaire : au terme de toutes ces étapes, l'eau traitée est contrôlée par le Service des eaux suivant des normes de qualité et de sécurité sanitaire pour la consommation humaine. **(PHILLIPE .B « S.D »)**.

2. Quelle est sa composition ?

A la différence de l'eau de source qui est généralement potable au moment de son puisage, la plupart des eaux que nous consommons contiennent à l'état brut, des substances minérales et organiques dont certaines peuvent être nocives pour la santé.

Ces substances proviennent d'une part, des roches et des couches sédimentaires, et d'autre part, des rejets provoqués par les activités humaines ou encore la décomposition de la biomasse. **(PHILLIPE .B « S.D »)**.

Pour être considérée comme potable, l'eau doit être exempte de toute substance jugée nocive pour la santé :

- Les germes pathogènes, comme les bactéries et les virus
- Les micro-organismes parasites
- Les substances chimiques indésirables, comme les nitrates, les phosphates, les métaux lourds, les hydrocarbures et les pesticides

A l'inverse, certaines substances jugées nécessaires pour l'organisme et naturellement contenues dans l'eau doivent être conservées dans l'eau que nous buvons :

_Des sels minéraux, comme le calcium, le magnésium, le potassium, le chlore...

_Des oligo-éléments, comme le fluor, le cuivre, le fer, le silicium, le manganèse, le zinc...

(PHILLIPE .B « S.D »).

2.1. Qu'est que l'irrigation ?

L'irrigation agricole est une technique artificielle utilisée sur des terres agricoles, dans le but de remédier le manque d'eau d'origine naturelle (pluie ou nappe phréatique). En outre, le système agricole conduit en irrigué consomme environ 70% des ressources mondiales en eau. L'irrigation permet d'optimiser les rendements des terres agricoles, par contre elle nécessite l'utilisation de grandes quantités d'eau. L'irrigation est combinée la plupart du temps à un apport d'intrants chimiques (fertilisants...). L'irrigation agricole est également appliquée dans le cas des cultures consommatrices d'eau tels que le maïs, le coton. **(BOUKAID .W; 2016).**

2.1.1. L'irrigation dans le monde :

La consommation d'eau agricole est très variable d'un pays à l'autre. Dans le monde, il y a une superficie de 273 millions d'hectares est conduite en irriguée qui concerne beaucoup les pays développés contrairement aux pays à climat aride ou semi-aride. [Dans ces régions, en effet, il ne peut y avoir de culture sans irrigation ce qui réduit les superficies cultivées. C'est le cas de pays comme l'Égypte par exemple où l'agriculture s'est développée sur les bords du Nil, ou de certains pays de l'Amérique latine comme le Mexique. A l'inverse, dans les régions qui reçoivent suffisamment d'eau de pluie, la superficie des terres cultivées peut être très importante, surtout si le relief le permet. Bien que l'irrigation n'y soit pas indispensable, elle est néanmoins utilisée, et ce d'autant plus facilement lorsque l'eau est disponible, afin de diversifier et d'améliorer les cultures, d'obtenir des récoltes à haut rendement. Même si elle n'est pas systématique, l'irrigation peut donc être conséquente, c'est le cas de certains pays tels que le Japon la Chine, ou le Pakistan. **(BOUAROU DJ .S ,2012).**

2.1.2 L'irrigation en Algérie :

L'Algérie compte 17 bassins-versants. Les ressources en eau proviennent des eaux de surface et des eaux souterraines renouvelables et non renouvelables. Il est à noter que ces ressources sont très variables notamment celles qui proviennent des nappes tributaires des aléas Climatiques. Globalement, la superficie irriguée actuellement est de l'ordre de 420.000 ha dont 100.000 ha dans les régions sahariennes et ce, sur une superficie agricole Utile de 8.666.715 ha soit près de 5% de la surface agricole utile (SAU). **(Messahel et al.2003).**

2.2 Les techniques d'irrigations :

On peut citer plusieurs types de techniques d'irrigation, notamment :

2.2.1 La technique d'irrigation gravitaire :



Figure 1 : irrigation gravitaire. (Robert .T et Vidal, 2006).

L'irrigation gravitaire regroupe l'ensemble des techniques d'arrosage dans lesquelles la distribution de l'eau à la parcelle se fait entièrement à l'air libre par simple écoulement à la surface du sol. La répartition de l'eau est assurée grâce à la topographie du terrain, et aux propriétés hydriques du sol (ruissèlement, infiltration, et capillarité) En irrigation de surface, la distinction entre les différentes techniques est essentiellement fondée sur la méthode d'application de l'eau : ruissèlement et submersion et infiltration latérale ou de haut en bas . (Robert .T et Vidal, 2006).

2.2.2. La technique d'aspersion :



Figure 2 : irrigation par aspersion (Robert .T et Vidal, 2006).

Parmi les techniques d'irrigation utilisées en Algérie, l'irrigation par aspersion est largement répandue dans plusieurs régions du pays. Grâce aux efforts consentis en matière de mobilisation des ressources en eau et aux projets d'aménagements hydro-agricoles, l'irrigation par aspersion ne cesse de se développer surtout avec les encouragements financiers par le Gouvernement pour économiser l'eau d'irrigation. (MESSAITFA .M, 2007).

2.2.3. La technique d'irrigation localisée :



Figure3 : irrigation localisée. (Robert .T et Vidal, 2006).

La micro-irrigation ou l'irrigation localisée, se fait au goutte-à-goutte, c'est une technique très économe puisqu'elle ne consomme que ce dont la plante a besoin Effectivement, l'eau est amenée directement au pied de la plante, pourtant il doit être filtrée afin de ne pas boucher les goutte-à-goutte. (BOUKAID.W, 2016).

2.3. Les avantages et les inconvénients d'irrigation :

L'irrigation présente des inconvénients et des avantages (NAMANE.L ,2009)

Tableau 1 : Les avantages et les inconvénients d'irrigation (NAMANE.L ,2009)

Avantages	Inconvénients
<p>Applicable aux différents terrains et aux différentes cultures.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Technique ne nécessitant pas beaucoup de moyens et matériels. - La terre reste sèche entre les sillons, ce qui facilite les travaux. 	<p>Les besoins en main d'œuvre peuvent être importants ;</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pertes d'eau très importantes ; - Rendement hydraulique global est faible par rapport aux autres systèmes d'irrigation ; - Grand volume d'eau apporté à la parcelle ; - Pertes par infiltration considérables ;

- L'eau n'atteint pas les tiges des plantes, ce qui évite les maladies des plantes.	- Rendement hydraulique global est faible par rapport aux autres systèmes d'irrigation.
- Frais réduits d'aménagement du sol.	
- Insensibilité au vent.	

2.4. Les normes de qualité des eaux destinées à l'irrigation :

Vu la diminution des apports en eau est constatée depuis plusieurs décennies, les agriculteurs, notamment dans les régions continentales, s'intéressaient à l'utilisation des eaux usées. C'est pourquoi des normes de qualité des eaux destinées à l'irrigation ont été établies. Une eau est conforme à l'irrigation qui possède caractéristiques respectant les valeurs limites imposées par des textes de lois et inscrites dans (le tableau 1). Relatif aux normes de qualité des eaux destinées à l'irrigation. Ces normes varient selon les pays, mais dans la majorité des pays on fait référence aux cinq critères de qualité sus cités. (MAYNARD et HOCHUMT, 1997).

Tableau 2 : Barème de qualité pour l'eau d'irrigation (MAYNARD et HOCHUMT, 1997).

Types de problèmes	Sévérité du problème		
	aucune	légère	Elevée
-Salinité			
- Conductivité (ms/cm)	< 0.75	0.75-3.0	> 3
- Matières dissoutes totales	< 700	700-2000	>2000
SAR (Sodium absorption Ratio)	< 3	3-9 >	> 9
Alcalinité ou dureté	80-120		>200
pH (risque de colmatage)	< 7	7-8	> 8
Fe mg/l (risque de colmatage)	< 0.2	0.2-1.5	> 1.5

Mn mg/l (risque de colmatage)	< 0.1	0.1-1.5	> 1.5
-------------------------------	-------	---------	-------

2.4.1. L'objectif des normes :

Selon, (**MAYNARD et HOCHUMT, 1997**), les normes ont pour objectif de :

- protéger le public et les ouvriers agricoles ;
- protéger les consommateurs des produits agricoles ;
- protéger les ressources en eau superficielle et souterraine et les sols
- protéger le matériel d'irrigation ;
- maintenir des rendements acceptables.

II/ Utilisation des eaux usées traitées dans l'irrigation

1. Définition des eaux usées :

L'eau usée est une eau qui a été utilisée pour des usages domestiques ou industriels et qui doit être traitée avant d'être réintroduite vers d'autres sources d'eaux pour éviter toute sorte de conséquences dangereuses qui pourra affecter le milieu récepteur. **(BENSABRI .S, 2017)**

L'origine des eaux usées dépend de la qualité des substances polluantes et on distingue quatre catégories d'eaux usées :

Eaux usées domestiques

Elles proviennent des différents usages domestiques de l'eau. Elles sont constituées essentiellement d'excréments humains, des eaux ménagères de vaisselle chargées de détergents, de graisses appelées eaux grises et de toilette chargées de matières organiques azotées, phosphatées et de germes fécaux appelées eaux noires **(GOMELLA C, GUERREE H ,1978)**.

Les eaux industrielles

L'eau résiduaire industrielle désigne l'eau qui provient des activités industrielles. Elle est différente des eaux usées domestiques et ses caractéristiques varient d'une industrie à l'autre. En plus de matières organiques, azotées ou phosphorées, elle peut également contenir des produits toxiques, des solvants, des métaux lourds, des micropolluants organiques, des hydrocarbures. Certaines d'entre elles doivent faire l'objet d'un prétraitement de la Part des industriels avant d'être rejetées dans les réseaux de collecte. Elles sont Mélangées aux eaux domestiques que lorsqu'elles ne présentent plus de danger pour Les réseaux de collecte et ne perturbent pas le fonctionnement des stations de traitement **(anonyme, « S.D »)**

Les eaux agricoles

Les effluents agricoles renferment diverses substances, d'origines agricoles ou animales. Il s'agit de solutions d'engrais lessivées par les sols fortement fertilisés, des produits phytosanitaires (pesticides) et des déjections animales (purins et lisier de bétail) **.(LADJEL .F ,BOUCHEREF .S ,2011)**.

Les eaux de ruissèlement

Ce sont essentiellement les eaux de pluie et de lavage des chaussées. Les eaux de pluie sont caractérisées par un débit fortement variable, présentant des valeurs moyennes à fortes variations saisonnières à l'intérieur desquelles la répartition des débits est aléatoire. La pollution entraînée est maximale en début de précipitation .Elle correspond au lavage des toits et chaussées. Elle décroît ensuite fortement en cas de pluie persistante.

Les polluants sont en majorité des matières en suspension d'origine minérale, mais aussi des hydrocarbures provenant de la circulation automobile. On y trouve aussi des polluants de l'atmosphère (poussière, oxyde d'azote NO_x, oxyde de soufre SO_x, du plomb, etc.). . (LADJEL .F, BOUCHEREF .S ,2011).

2. La pollution des eaux usées :

Une eau polluée est une eau qui a subi par l'activité humaine, directement ou Indirectement ou sous l'action d'un effet biologique ou géologique, une modification de son état ou de sa composition qui a pour conséquence de la rendre impropre à l'utilisation à laquelle elle est destinée (B .O n° 4325,1995).

2.1. Classification de la pollution des eaux

Pollution physique

Elle est due aux agents physiques (tout élément solide entraîné par l'eau). Elle regroupe la pollution mécanique (effluents solides), la pollution thermique (réchauffement de l'eau par des usines) et la pollution atomique (retombées de radioéléments issus des explosions d'armes nucléaires, résidus des usines atomiques et accidents nucléaires). (RAHOU.K, 2014).

Pollution organique

Elle est engendrée par le développement des eaux usées domestiques ou résiduaires provenant des Industries textiles, laitières, papeteries, industries de bois et d'abattoirs (METAHRI M.S, 2016)

Pollution chimique

La pollution chimique de l'eau est due essentiellement au déversement des polluants organiques, des sels et de métaux lourds par les unités industrielles. Ainsi que l'enrichissement des sols pour Intensifier l'agriculture, par diverses catégories d'engrais et de pesticides, est à l'origine de la Pollution chimique des sources et des nappes souterraines (BOUZIANI, 2000).

Pollution biologique (microbienne) :

C'est une pollution d'origine humaine et animale ; elle est engendrée par les rejets urbains. Elle est dangereuse surtout s'il y a la présence des micro-organismes pathogènes (E-coli, Streptocoques fécaux...) qui peuvent être à l'origine des maladies infectieuses. (LADJEL .F, BOUCHEREF .S ,2011)

2.2. Les paramètres de pollution :

2.2.1 Paramètres physiques :

- La température :

Il est indispensable de connaître la température exacte de l'eau, car un changement de Température affecte les diverses propriétés de l'eau. Elle joue un rôle important dans la

Solubilité des sels et des gaz en particulier la conductivité électrique et les variations du PH. (MANSOURI. F., (2012).

- La couleur :

La coloration d'une eau est due le plus souvent à la présence des matières organiques dissoutes ou colloïdales. Une eau d'égout d'origine domestique est d'une couleur grisâtre, la couleur noire indique une décomposition partielle ; les autres teintes indiquent un apport d'eau résiduaire industrielle. (BOUZIANI, 2000).

- L'odeur :

L'eau d'égout fraîche a une odeur fade qui n'est pas désagréable, par contre si elle est en état de fermentation, elle dégage une odeur nauséabonde. (LADJEL .F, BOUCHEREF .S ,2011).

- Matières en suspension (MES) :

Ce paramètre englobe tous les éléments en suspension dans l'eau. Ce sont des substances non solubles dans l'eau (minérales ou organique). Leur concentration dépend de la nature des terrains traversés par l'activité humaine (rejet domestique et industriel et de la vitesse découle du cours d'eau). (GANI. F., (2001).

- Matières volatiles sèches (MVS) :

La matière sèche est constituée de matières minérales et de matières organiques qui sont appelées matières volatiles sèches (AZOUZZI M, AIT, 2012) .Cette partie organique comprend les particules de

Biomasse, vivante ou morte, ainsi que certaines particules organiques n'intervenant pas dans le processus de dépollution biologique (BASSOMPIERRE C ,2007) La concentration en MVS est un taux par rapport à la matière sèche totale. D'une manière générale, il s'agit de la mesure de la MVS mesurée à partir des MS, on a : $MS = MES + \text{Matières dissoutes} = \text{Matières organiques} + \text{Matières minérales}$ $MS = \text{Matières volatiles} + \text{Matières minérales}$ (AZOUZZI M, AIT, 2012).

Le suivi de ce taux permet de connaître la stabilité d'une boue, plus le taux de MVS est faible, plus la boue est facile à épaissir ou à déshydrater et plus son exo-thermicité en incinération est faible. Il reste alors dans le creuset les sels minéraux sous forme de cendres (REMAL. GUESSABI, 2017).

- Turbidité :

C'est une mesure d'intensité lumineuse transmise à travers un liquide tenant à la présence plus ou moins importante des matières en suspension d'origine minérale ou organique (REMAL. GUESSABI, 2017).

.

Les matières minérales (MMS) :

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.... **(BOURRIER ET ALL, 2010).**

2.2.2. Les paramètres chimiques :

- Le PH :

Le pH d'une eau représente son acidité ou son alcalinité dont le facteur le plus important est habituellement la concentration hydrique de carbone liée à la minéralisation totale. Le pH des eaux usées urbaines seules est généralement près de la neutralité, entre 7 et 7.5 environ. Un pH différent est l'indice d'une pollution industrielle. L'épuration biologique est possible entre pH 6.5 et pH 8.5. **(LADJEL .F, BOUCHEREF .S ,2011).**

- Conductivité électrique (CE) :

La conductivité est une mesure de la capacité d'une eau à conduire un courant électrique entre deux électrodes. La plupart des matières dissoutes dans l'eau se trouvent sous forme d'ions chargées électriquement. La mesure de la conductivité permet donc d'apprécier la quantité des sels dissous dans l'eau, la conductivité dépend également de la température de l'eau, elle est plus importante lorsque la température augmente. Les résultats de mesures doivent donc être représentés en terme de conductivité équivalent à 25°C, et s'exprime en micro Siemens par centimètre ($\mu\text{S}/\text{cm}$). **(REFEA, « S.D »).**

- L'oxygène dissous :

L'oxygène est toujours présent dans l'eau, n'en est pas un élément constitutif. Sa solubilité est en fonction de la température, de la pression partielle dans l'atmosphère et de la salinité. L'oxygène dissous conserve ses propriétés oxydantes, soit par une réaction purement chimique, soit par des phénomènes électrochimiques, d'où son importance dans le phénomène de corrosion. La teneur de l'oxygène dans l'eau dépasse rarement 10 mg/l. Elle est fonction de l'origine de l'eau : les eaux superficielles peuvent contenir des quantités relativement importantes proches de la saturation ; par contre, les eaux profondes n'en contiennent le plus souvent que quelques milligrammes par litre. L'eau saturée d'air, à 20°C et sous la pression normal contient 9.1 mg/l d'oxygène, l'eau usée domestique peut contenir de 2 à 8mg/l. **(LADJEL .F, BOUCHEREF .S ,2011).**

- Demande biochimique en oxygène (DBO5) :

La Demande Biochimique en oxygène O5 (demande biologique en oxygène au bout de 5 jours) : c'est la quantité d'oxygène utilisée en 5 jours par les micro-organismes pour oxyder

la matière organique. On ensemece l'effluent et on le sature en oxygène, puis au bout de 5 jours on mesure la quantité d'oxygène consommée. La DBO5 est en fait une mesure de la fraction organique de la DCO. (CAMARD, LEFRANC, « S.D »).

- La demande chimique en oxygène (DCO) :

La demande chimique en oxygène (DCO) est la mesure de la quantité d'oxygène nécessaire pour la dégradation chimique de toute matière organique biodégradable ou non contenue dans les eaux. La DCO est obtenue à l'aide d'un agent oxydant puissant comme le bichromate de potassium ($K_2Cr_2O_7$) à 150°C (FAO ,2003).

- Le carbone organique total COT :

Le carbone organique total COT permet de mesurer le carbone sous forme organique (CO). Pour mesurer le CO, on oxyde la matière organique par oxydation thermique catalytique à 800-1000 °C, ou par une oxydation aux rayons ultra-violet, ou encore par une oxydation Chimique à froid (action conjointe de persulfate et d'un rayonnement UV), puis on mesure le CO₂ total qui s'en dégage. C'est une mesure rapide que l'on peut corrélérer de manière satisfaisante souvent aux valeurs de la DCO. (RENE MOLETTA, « S.D »)

- L'azote :

Dans les eaux usées domestiques la concentration globale en azote total Kjeldahl (NTK) est de l'ordre de 15 à 20% de celle de la DBO₅; l'apport journalier en NTK est compris entre 10 et 15 g par habitant (LADJEL .F, BOUCHEREF .S ,2011).

- Phosphore :

L'apport journalier de phosphore est d'environ 4g par habitant. Il est dû essentiellement au métabolisme de l'individu et à l'usage de détergents. Les rejets varient d'ailleurs suivant les jours de la semaine (LADJEL .F, BOUCHEREF .S ,2011).

2.2.3. Paramètre biologique :

Les eaux résiduaires urbaines transportent de nombreux micro-organismes dont certains sont pathogènes (bactéries, virus, protozoaires). Les bactéries pathogènes les plus rencontrées sont les Salmonelles, (100 à 1000 par ml d'eau). Les germes les plus recherchés sont les coliformes totaux et fécaux, composés essentiellement d'Escherichia coli et parfois de streptocoques fécaux. Dans 100 ml d'eau résiduaires sont déterminés 107 à 108 coliformes totaux et 106 à 107 coliformes fécaux (CAMARD, LEFRANC, « S.D »).

3. Traitement des eaux usées :

3.1. Système d'assainissement des eaux usées :

L'assainissement de l'eau constitue l'ensemble des dispositions relatives à l'évacuation des liquides d'une agglomération et à leurs traitements, de manière à ce qu'ils ne puissent provoquer aucune nuisance pour l'hygiène publique.

Il existe deux différents systèmes à savoir :

- Le système unitaire : qui reçoit dans les mêmes canalisations les eaux usées et les eaux pluviales.
- Le système séparatif comportant deux réseaux de canalisation différents, l'un pour les eaux pluviales de dimensions comparables à celles d'un réseau unitaire et l'autre pour les eaux usées proprement dites, de dimensions plus réduites (**LADJEL .F, BOUCHEREF .S ,2011**)

3.2. Les caractéristiques d'une eau traitée :

Le traitement d'une eau usée donne un effluent qui n'altère pas l'état du milieu récepteur. Dans une mesure incompatible avec les exigences de l'hygiène publique, il ne doit pas porter atteinte aux intérêts et activités telles que l'alimentation en eau des hommes, des animaux et des plantes, les intérêts piscicoles ayant notamment une valeur de test à l'égard des pollutions (**RENE MOLETTA, « S.D »**).

Une eau épurée doit répondre à certains nombre de critères fondamentaux :

- PH doit être de la neutralité.
- Température de l'eau ne doit pas passer 30°C.
- Sa couleur ne doit pas provoquer une coloration visible dans le milieu récepteur.

3.3. Les procédés de traitement : il existe 2 types de procédés de traitement :

➤ Par boues activées :

C'est un traitement très largement utilisé dans le domaine d'épuration des eaux usées, il s'agit d'un réacteur qui contient les eaux à traiter dans lequel est injectée une boue chargée de bactéries. Les bactéries consomment la matière organique et contribuent à l'élimination de l'azote et du phosphate. A la sortie du réacteur l'effluent passe dans un clarificateur. La boue décantée est séparée en deux flux : l'un rejoint le réacteur (ensemencement) et l'autre est évacué vers la filière des boues. L'action des bactéries dans le réacteur nécessite de l'oxygène (milieu aéré) assuré par un dispositif spécifique (turbine, brosse, insufflation d'air). Cette filière est la plus commune en nombre de dispositifs. Elle permet d'obtenir de très bons rendements

d'abattement de la matière organique biodégradable, les matières en suspension, l'azote et le phosphore. (BENSABRI .S, 2017)

➤ Par La technologie d'Aero-Mod.

AERO-MOD est une entreprise américaine située à Manhattan, spécialisée dans les installations de traitement des eaux usées conçu sur mesure, qui propose des produits et des solutions d'ingénierie pour le traitement biologique des eaux usées municipales et industrielles par clarification, élimination des nutriments, aération, filtration et déshydratation des solides qui l'ont développé dans les années 1990. Ayant des solutions qui nécessitent peu ou pas de pièces mobiles mécaniques sous l'eau, ce qui nécessite moins d'entretien et de remplacement des composants pendant la durée de vie de l'usine. L'expérience d'Aero-Mod a été mise en œuvre dans plus de 400 installations dans le monde entier au cours des 25 dernières années, l'entreprise détient sept principaux brevets d'équipement et de procédés. Il s'agit notamment de nombreuses applications municipales partout dans les Etats-Unis.

Par ailleurs entreprise Aéro Mod opte pour un autre système de traitement appelé oxydation alternée qui n'est qu'un type de procédé de boues activées.

Cette technique passe par des étapes et un processus différent, dont les effluents biodégradables sont mis en contact pendant un temps suffisamment long avec des amas biologique floculés, maintenu en suspension et en agitation au sein de liquide à traiter de façon à assurer un contact avec toutes les parties de l'effluent. Ces amas biologiques sont renouvelés en permanence par une recirculation continue. (BENSABRI .S, 2017)

4. Les étapes de traitement : L'épuration des eaux usées se déroule en 4 étapes : (BENSABRI .S, 2017).

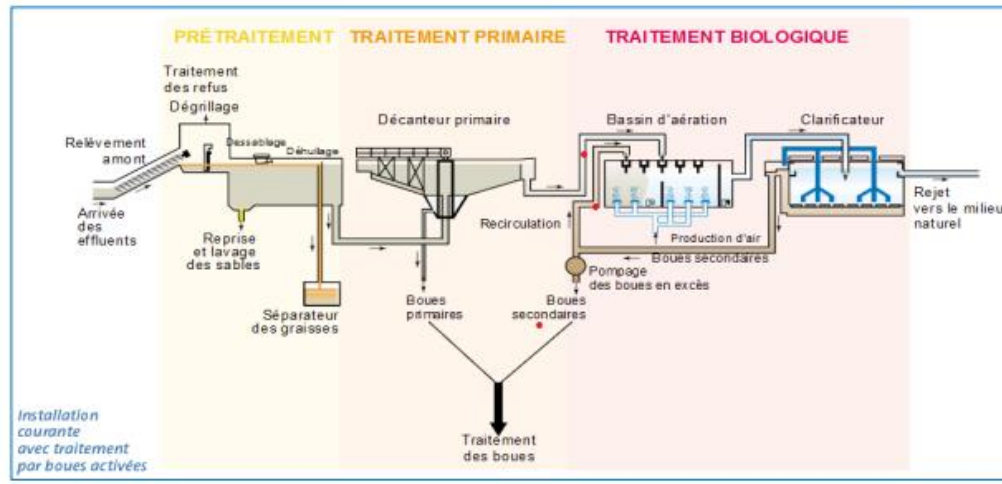


Figure 4 : étapes d'épurations (BENSABRI .S, 2017)

4.1. Le Prétraitement :

Le Prétraitement a pour objectif de séparer les matières les plus grossières et les éléments susceptibles de gêner les étapes ultérieures du traitement. Il comprend le dégrillage pour retenir les déchets volumineux, le dessablage, pour obtenir une meilleure décantation, le dégraissage et le déshuilage pour éviter l'encrassement de la station par des corps gras (BURRIER ET ALL ,2010).

Le dégrillage

Est réalisé par le passage des eaux usées à travers d'une grille caractérisée par l'écartement de ses barreaux, 30 à 100mm, 10 à 25mm, 3 à 10 mm pour un dégrillage grossier, moyen. Les dégrilleurs assurent la protection des équipements électromécaniques et réduisent les risques de colmatage des conduites mises en place dans la station d'épuration (MAREF N ,2020).

Dessablage

Le dessablage consiste à retirer de l'effluent les sables et les particules minérales plus ou moins fines, afin de protéger les conduites et les pompes contre la corrosion et éviter même le Colmatage des canalisations par les dépôts à la cour de traitement, la technique classique du Dessableur consiste à faire circuler l'eau dans une chambre de tranquillisation avec une vitesse d'environ de 0.3m/s qui permet le dépôt d'une grande partie des sables (HAOUA. A.2007).

Le dégraissage

Le degraisseur a pour objet la rétention des graisses par rotation naturelle ou accélérée par Injection de nés bulles .Ces matières grasses sont susceptibles de nuire à la Phase biologique du traitement (mousses, ...) (MAREF N ,2020).

4.2. Traitement primaire :

Il s'agit d'une décantation qui permet d'éliminer les matières en suspension (MES).

Ce traitement permet l'élimination de la pollution particulaire et une partie de la pollution

Organique. Ce traitement doit être complété par un traitement secondaire (**MABED ET ALL ,2014**).

4.3. Traitement secondaire ou Biologique :

Les traitements secondaires également appelés traitements biologiques visent à dégrader la matière organique biodégradable contenue dans l'eau à traiter. Des micro-organismes mis en contact avec l'eau polluée assimilent la matière organique qui, leur sert de substrat de croissance. L'ensemble de la pollution avec les microorganismes vivants forme la liqueur mixte ou boue biologique contenue dans des bassins de traitement biologique. En règle générale, l'élimination complète de la pollution organique de ces bassins se déroule en conditions aérées par des souches aérobiques strictes ou facultatives. Plusieurs procédés existent à ce stade du traitement biologique. Ce sont les procédés à culture en suspension ou procédés à boues activées, les procédés à culture fixée (disques biologiques rotatifs, lits bactériens, etc.), les procédés à décantation interne (lagunage), les techniques d'épandage-irrigation, etc. (**MABED ET ALL ,2014**).

4.3.1. Traitements anaérobies :

Les traitements anaérobies font appel à des bactéries n'utilisant pas de l'oxygène, en particulier, aux bactéries méthanogènes qui conduisent, comme leur nom l'indique, à la formation du méthane à partir de la matière organique, et à un degré moindre de CO₂.

Ce type de fermentation est appelé digestion en hydrologie. C'est une opération délicate qui demande une surveillance importante. En effet, la température doit être maintenue à un niveau très stable et suffisamment élevé. Il faut aussi éviter les écarts brutaux de pH et les substances inhibitrices du développement bactérien, à titre d'exemple : les cyanures, les sels de métaux lourds et les phénols. (**BENSABRI .S, 2017**).

4.3.2. Traitements aérobies

Les micro-organismes utilisés exigent un apport permanent d'oxygène. Deux systèmes sont distingués, les systèmes intensifs et les systèmes extensifs. (**BENSABRI .S, 2017**).

➤ Systèmes intensifs :

Les techniques les plus développées au niveau des stations d'épuration urbaines sont des procédés biologiques intensifs. Le principe de ces procédés est de localiser sur des surfaces réduites et d'intensifier les phénomènes de transformation et de destruction des matières organiques que l'on peut observer dans le milieu naturel. Trois grands types de procédés sont utilisés :

Les lits bactériens et disques biologiques ; les boues activées ; les techniques de bio filtration ou filtration biologique accélérée.

- Système extensif :
- Le lagunage

Le traitement par lagunage est constitué d'une série de bassins artificiels. On distingue le lagunage naturel et le lagunage aéré :

- Lagunage naturel : Le lagunage est une technique d'épuration des eaux usées par voie naturelle. Dans les bassins de lagunage se développe tout un écosystème : les végétaux aquatiques servent de support et de nourriture à une faune nombreuse (oiseaux, amphibiens, insectes,...) qui contribuent à accroître la biodiversité du secteur. La profondeur des lagunes naturelles est faible de façon à permettre une pénétration suffisante de la lumière et éviter la croissance des macrophytes. (MAGE 42 ,2007).
- Lagunage aéré :

Le lagunage aéré est composé de plusieurs bassins, dont le premier est équipé de dispositif d'aération artificiel qui fournit la majorité des besoins en Oxygène. Ces lagunes ont des profondeurs qui peuvent atteindre 2,5 à 3m implantées dans des grandes surfaces, ils comportent un mode d'aération mécanique tel que des turbines flottantes ou fixes, ou des systèmes d'insufflation d'air. (MAGE 42 ,2007).

4.3.3. Clarification :

Le clarificateur ou décanteur secondaire est situé en aval du traitement biologique. Cet Ouvrage assure la séparation de l'eau épurée de la biomasse flocculée et un premier apaisement des boues. Il reçoit une liqueur mixte d'une concentration en MES de l'ordre de 3 à 4 g. L1- et doit restituer une eau clarifiée à 30 mg. L1. (CARDOT. C., 1999).

4.4. Traitement complémentaire :

Les traitements tertiaire appelé aussi traitement complémentaire d'épuration des eaux Usées pour adopter ces eaux à l'usage qu'on veut en faire et à la protection du milieu. Ces Traitements visent à l'élimination de la pollution azotée et phosphatée ainsi que la pollution Biologique des eaux usées domestiques, ayant déjà subi au préalable des traitements primaires Et secondaires. (AIT ET AMRANI ,2017).

4.4.1. Le traitement des boues

D'après (LADJEL .F et BOUCHEREF .S ,2011), il existe divergents types de boues selon l'étape de traitement des eaux duquel elles sont issues. On rencontre ainsi des boues primaires, secondaires et des boues physico-chimiques. Trois étapes de traitement sont ici distinguées :

1. La réduction de la teneur en eau via l'épaississement et déshydratation,
2. La stabilisation
3. Et l'hygienisation.

5. La réutilisation des eaux traitées :

La réutilisation est une action volontaire et planifiée qui vise à combler le Déficit hydrique ». (VALIRON ,1983).

5.1. La réutilisation des eaux épurées dans le monde :

La réutilisation des eaux usées épurées est une pratique très ancienne. Au milieu du 19^{ème} Siècle, de nombreuses villes d'Amérique du nord et d'Europe ont adopté l'irrigation des Cultures comme moyen d'éliminer les eaux résiduaires. (BAUMONT.S « S.D »).

5.2. Réutilisation des eaux épurées en Algérie :

Les capacités de réutilisation des eaux usées traitées dans l'irrigation agricole ont été portées de 45 millions m³ en 2012 à quelque 325 millions m³ en 2014 à l'échelle nationale selon l'Office National d'Assainissement. I (ONA., 2015). Il est également attendu l'entrée prochaine de 25 stations d'épurations en phase de Réutilisation des eaux usées traitées visant l'irrigation de 70.000 hectares de terres agricoles, notamment dans les régions de Béni-Senous, Baraki, Ben-Ziad, Tipaza, Ouargla, Tiaret et Chlef.(ONA ;2015).

5.3 Différentes utilisations des eaux usées traitées :

La récupération et la réutilisation de l'eau usée traitée, s'est avérée être une option réaliste pour couvrir le déficit et les besoins croissants en eau dans les pays hydro sensibles. , les principales utilisations des eaux usées traitées dans le monde sont les suivantes :

- utilisations urbaines : arrosage des espaces verts, lavage des rues, alimentation de plans d'eau, auxquelles on peut ajouter une utilisation périurbaine qui se développe comme l'arrosage des terrains de golfs ;
- Utilisations agricoles : irrigation ;
- Utilisation pour la lutte contre les incendies ;

- Utilisations industrielles : cette réutilisation est importante en raison du recyclage fréquent des eaux de procédés qui est souvent justifiée par la réduction des consommations mais aussi par la récupération des sous-produits. Mais elle peut aussi concerner les eaux refroidissement
- recharge des nappes, protection contre l'intrusion du biseau salé en bord de mer. (MABED ET ALL ,2014).

5.4. Normes de réutilisation des eaux usées traitées :

Tableau 3 : Normes de réutilisation des eaux usées épurées (M.R.E., 2007).

Paramètres	Unité	normes		
		FAO* (1985)	OMS**(1989)	JORA (2012)
PH		6,5-8,4*		6.5-8,5
CE	ds/m	<0,7 * Aucune restriction 0,7 – 3,0 * restriction légère à modérée > 3,0 * Forte restriction		3
MES	mg/l	<30**		30
DCO	mg O2/ l	<40**		90
DBO5	mg O2/ l	<10**		30
NO3-	mg/l	<50**		30
NO2	mg/l	<1**		Non disponible
NH4+	mg/l	<2**		Non disponible

PO43-	mg/l	<0,994**	Non disponible
SAR	mg/l	<3*aucune restriction 3-9* restriction légère à modérée	Non disponible
		>9* Forte restriction	
Coliformes totaux	UFC/100ml	Non disponible	Non disponible
Streptocoque fécaux	UFC/100ml	1000 **	Non disponible
Salmonelles	UFC/ 1L	Absence **	Non disponible

5.5. Avantage et inconvénients de la réutilisation des eaux traitées :

Tableau 4 : avantages et inconvénients de la réutilisation des eaux épurées (METAHRI, 2012).

Avantages	inconvénients
- Economie d'eau claire.	-Problèmes de santé publique liés aux pathogènes éventuels dans les eaux usées non traitées.
Economie des fertilisants.	-Acceptation publique de la réutilisation
Accroissement des rendements.	-Exploitation inappropriée et/ou qualité non conforme.
- Protection de l'environnement.	-Responsabilité pour la perte potentielle du revenu de la vente d'eau potable

- Création d'emplois.	-Importance du choix de la filière de traitement.
-----------------------	---

Partie 2 :

Méthodologie de travail

Méthodologie de travail :

La stratégie utilisée dans ce travail est à la fois prospective et descriptive (Colin, 1993).

L'objectif de notre étude consiste à faire un état des lieux sur la répartition géographique des Stations d'épuration des eaux usées traitées et leur mise en au service à l'agriculture au niveau de la Wilaya.

D'une part, l'investigation nous a permis d'explorer et de mieux comprendre l'utilisation des eaux usées traitées en agriculture tout interrogeant des acteurs concernés.

D'autre part, le travail consiste à recueillir des informations pour une description complète de l'état des lieux sur la réutilisation des eaux traitées par l'agriculture.

Evaluer les forces et les faiblesses de l'utilisation des eaux usées traitées EUT au par les agriculteurs.

Enfin faire ressortir des recommandations pour l'utilisation de ces eaux traitées pour un développement durable au niveau de la région.

1. Présentation de la région d'étude (Ain Temouchent) :

1.1. Situation géographique de la wilaya d'Ain Temouchent :

Ain Témouchent, est une wilaya du nord-ouest de l'Algérie, Située à 520 km de la capitale Alger avec une superficie de 2.376,89 Km², elle compte à fin 2015 une population de 410.423 habitants avec une densité de 173 habits/Km².

Sa position géostratégique lui permet de jouer un rôle très important dans l'économie du pays en matière d'investissement de tourisme et de commerce. La wilaya d'Ain Témouchent est délimitée territorialement selon la Loi N° 84/09 du 04 Février 1984 portant Organisation Territoriale des Wilaya comme suit :

- Au Nord par la mer Méditerranée.
- A l'Ouest par la wilaya de Tlemcen.
- A l'Est par la wilaya d'Oran.
- Au Sud par la wilaya de Sidi Bel Abbas.



Figure 5 : situations géographiques d'Ain Temouchent (ONA ,2021)

1.2. Relief :

Le relief de la Wilaya d'Ain Témouchent se compose de 03 unités morphologiques définies dans le cadre du plan d'aménagement de la Wilaya à savoir :

- **La plaine intérieure regroupe :**
 - La plaine d'Ain Temouchent, El Amria : Constituée de plaines et coteaux, d'une altitude moyenne de 300 M.
 - La plaine de Melta : Qui se situe entre la Sebkhia d'Oran et le versant septentrional de TESSALA, d'une altitude moyenne variant entre 50 et 100 M.
- **La bande littorale :** Qui fait partie de la chaîne tellienne, elle est composée :

Du Massif COTIER de Beni Saf dont l'altitude moyenne est de 200 M. Le point culminant atteint 409 M à Djebel Skhouna

Du plateau Ouled Boujedmaa d'une altitude moyenne de 350 M légèrement Incliné vers la Sebkhia. De la Baie de Bouzedjar.

- **Zone montagneuse :** Dont l'altitude moyenne varie entre 400 et 500 M, elle regroupe :
 - Les Traras orientaux qui se caractérisent par un relief très abrupt
 - Les hautes collines des Berkeches qui se prolongent jusqu'aux monts de Sebaa.
 - Chouioukh constituant une barrière entre les plaines intérieures et le bassin de Tlemcen.
 - Les monts de Tessala d'une altitude moyenne de 600 M, où le point culminant atteint 923 M à Djebel Bouhaneche.

1.3. Climat :

La Wilaya d'Ain Témouchent se caractérise par un climat méditerranéen, un été chaud et un hiver tempéré. Le régime climatique se caractérise par des vents qui n'apportent généralement que peu d'humidité (vents de direction Nord - Ouest, Sud - Est), lors de leur passage sur les Reliefs Marocains et Espagnols, ces vents perdent une grande partie de leur humidité.

Par ailleurs, les reliefs méridionaux (Sebaa – Chioukh, Tessala, Monts de Tlemcen) ont une influence favorable en entravant l'arrivée des vents continentaux secs et chauds du Sud (SIROCCO).

La répartition moyenne des précipitations se présente comme suit :

- Le long du littoral une moyenne de 300 Mm/AN.
- Les plaines sublittorales : 400 à 500 Mm/AN.
- Les hauteurs de Tessala : Plus de 500 Mm/AN.

La faiblesse et l'irrégularité des précipitations influent directement sur le milieu physique et l'activité économique basée essentiellement sur l'agriculture.

1.4. Présentation des potentialités agricoles de la Wilaya

Ain Témouchent est connue pour être une wilaya à vocation agricole. Elle dispose d'une superficie agricole utile (S.A.U) de 180.184 Ha couvrant plus de 76 % de la superficie totale qui représente 237.689 Ha, elle est répartie sur 8.090 exploitations agricoles. Néanmoins, la superficie en irrigué demeure négligeable avec un taux de 6 % de la S.A.U, soit 10 .900 Ha.

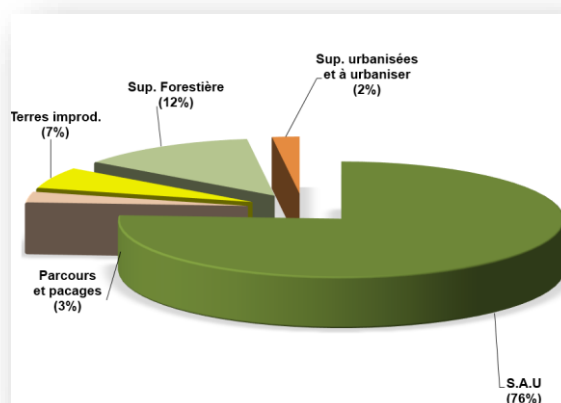


Figure 6 : répartition des terres agricoles au niveau de la Wilaya

(DPSB ; 2016)

Contexte de la recherche sur le terrain :

1. Investigation sur le terrain : Pour faire un état des lieux sur la réutilisation des eaux usées traitées « EUT » au service du secteur agricole, nous avons procédé à une investigation sur terrain auprès des parties prenantes concernés. Cette investigation a pour but de :

- Recenser et identifier les différentes stations d'épurations (STEP) de la Wilaya,
- Comprendre le fonctionnement d'une station d'épuration (STEP)
- Collecter les informations sur le cadre réglementaire de l'utilisation des eaux usées traitées EUT.
- Etablir l'analyse SWAT sur l'usage les eaux usées traitées EUT dans le secteur agricole.
- Etablir des recommandations

1.1. Recensement et identification des stations d'épurations « STEP » de la Wilaya :

Au cours de notre investigation sur terrain, nous avons pris contact auprès de l'office National d'assainissement « ONA » en tant que responsable de la filière traitement des eaux usées de la Wilaya d'Ain Temouchent qui nous a informés sur sa mission ainsi son fonctionnement. C'est une institution publique à caractère industrielle et commercial.

L'Office National de l'Assainissement est chargé sur le territoire de la Wilaya de l'exploitation, de la maintenance, du renouvellement, de l'extension et de la construction des ouvrages et des infrastructures d'assainissement. Ainsi, il assure :

- La protection et la sauvegarde des ressources et environnement hydrique.
- La lutte contre toutes les sources de pollution hydrique.
- La préservation de la santé publique.

ONA a mis en œuvre neuf (09) stations d'épuration au niveau des communes suivantes :

Ain Temouchent, Ain Tolba, Ain El Arbaa, Amir Abdelkader, El Maleh, El Amria Bouzedjar, Hassi El Ghella, Sidi Safi Figure

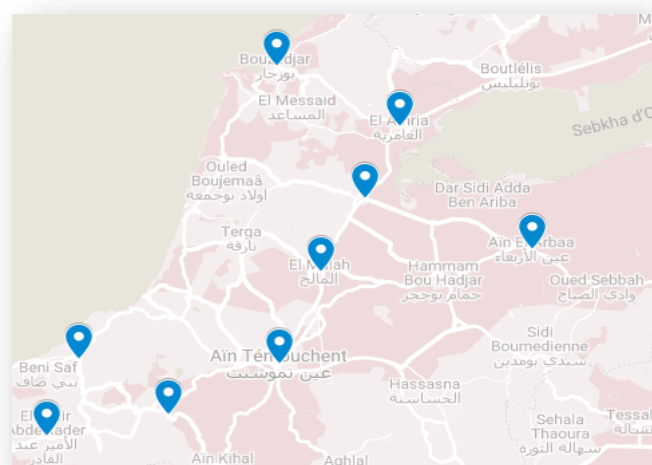


Figure 7 : répartitions géographique des stations d'épuration wilaya d'Ain Temouchent (BENBOUCHTA, UATBB, 2021)

1.1.1 Les Fiches techniques des stations d'épurations :

- Station d'Emir AEK :

Tableau 5: fiche technique de la STEP d'Emir AEK (ONA, 2021).

Station de lagunage d'Emir AEK	
Date de Mise En Service	Mai 2005
Procédé d'épuration	Lagunage naturel
Capacité	4 000 Eq/hab
Débit nominal	480 m ³ /j
Périmètre d'irrigation	16 Ha
Lieu de rejet	Chaaba vers Oued Tafina

Station d'Ain El Arbaa :

Figure 8 : station d'épuration d'Ain Larabaa (ONA, 2021).

Tableau 6 : fiche technique de la STEP de Ain Larabaa ONA, 2021).

Station de lagunage d'Ain Larabaa	
Date de Mise En Service	Octobre 2008
Procédé d'épuration	Lagunage naturel
Capacité	14 500 Eq/hab
Débit nominal	1 740 m ³ /j
Périmètre d'irrigation	78 Ha
Lieu de rejet	Sebkha

Station de Hassi El Ghella :

Figure 9: image satellite de la station d'épuration de Hassi Ghella (ONA, 2021)

Tableau 7 : fiche technique de la STEP de Hassi El Ghella (ONA, 2021)

Station de lagunage de Hassi El Ghella	
Date de Mise En Service	Octobre 2008
Procédé d'épuration	Lagunage naturel
Capacité	18 500 Eq/hab
Débit nominal	2 220 m ³ /j
Périmètre d'irrigation	120 Ha
Lieu de rejet	Chaaba vers oued El Malah

Station d'EL Amria :



Figure 10: image satellite de station d'épuration d'Amria (ONA, 2021)

Tableau 8 : fiche technique de la station d'épuration d'Amria (ONA, 2021)

Station de lagunage d'el Amria	
Date de Mise En Service	Octobre 2008
Procédé d'épuration	Lagunage naturel
Capacité	33 000 Eq/hab
Débit nominal	3 960 m ³ /j
Périmètre d'irrigation	150 Ha
Lieu de rejet	Sebkha

Station de Sidi Safi :

Figure 11 : image satellite de la station d'épuration Sidi Safi (ONA, 2021)

Tableau 9 : fiche technique de la STEP de Sidi Safi (ONA, 2021)

Station de lagunage de Sidi Safi	
Date de Mise En Service	Octobre 2008
Procédé d'épuration	Lagunage naturel
Capacité	10 000 Eq/hab
Débit nominal	1200 m ³ /j
Périmètre d'irrigation	60 Ha
Lieu de rejet	Oued El Kram

Station d'El Malah :

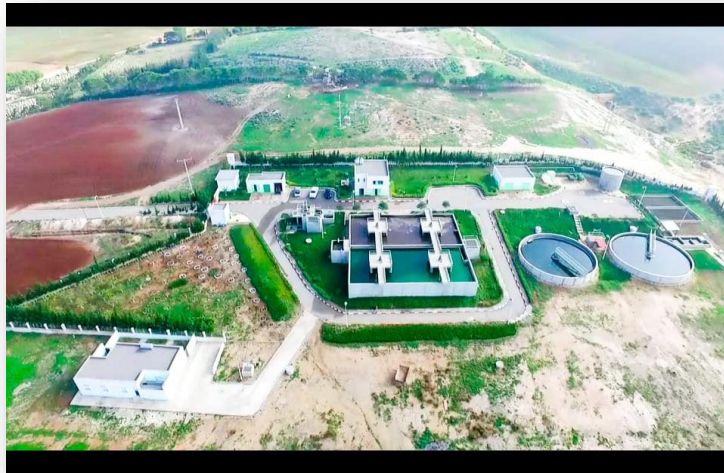
Figure 12 : image satellite de la station d'épuration d'El Malah (ONA ,2021)

Tableau 10 : fiche technique de la station d'épuration d'El Malah (ONA ,2021)

Station de Lagunage d'El Malah	
Date de Mise En Service	Octobre 2008
Procédé d'épuration	Lagunage naturelle
Capacité	22 000 Eq/hab
Débit nominal	2 640 m ³ /j
Périmètre d'irrigation	125 Ha
Lieu de rejet	Oued El Malah

STEP d'Ain Tolba :**Figure 13** : image satellite de la station d'épuration d'Ain Tolba (ONA ,2021)**Tableau 11** : fiche technique de la station d'Ain Tolba (ONA 2021)

Station d'épuration d'Ain Tolba	
Procédé d'épuration	Oxydation alternée
Capacité installée Eq/Hab.	16 000
Débit nominal M3/jour	1920
lieu de rejet	Oued Mekhaissia
Impact	<ul style="list-style-type: none"> - Protection du milieu naturel récepteur - -Oued Mekhaissia et Barrage Mekhaissia - -Réutilisation des eaux épurées dans l'irrigation agricole.
Périmètre d'irrigation	
Date de mise en service	21 mai 2012
Date prévisionnelle du transfert vers ONA	Juillet 2015

Station de la ville e Bouzedjar :**Figure 14** : la fiche technique de la station de Bouzedjar (ONA ,2021)**Tableau 12** : fiche technique de la station Bouzedjar (ONA, 2021)

Station d'épuration des eaux usées de la ville de Bouzedjar		
Procédé d'épuration	Boues Activées	
Capacité installée Eq/Hab.	19 000 (horizon 2020)	22 000 (horizon 2035)
Débit nominal M3/jour	2 280(horizon 2020)	2 640(horizon 2035)
lieu de rejet	Chaaba vers la mer méditerranéenne	
Impact	<ul style="list-style-type: none"> - -Protection du milieu naturel récepteur - -Protection littoral. - -Protection des eaux sous terraines. - -Réutilisation des eaux épurées dans l'irrigation agricole. 	
Périmètre d'irrigation	200 Ha	
Date de mise en service	Aout 2013	
Date de transfert vers ONA	Février 2016	

2.Zone d'étude station de la commune d'Ain Temouchent :

L'agriculture est l'activité dominante de toute la Wilaya d'Ain Temouchent ainsi que dans la commune d'Ain Temouchent. Dans la commune, on distingue deux principaux types d'agriculture : l'agriculture dite « classique », qui touche la majorité des agriculteurs à cause de leur niveau de vie moyen et de l'utilisation des techniques agricoles moins coûteuses. Le second type d'agriculture, dit « moderne » ou intensive, est destiné à la commercialisation ; La superficie agricole utile SAU est 6 496 Ha dont 480 Ha en irriguée. Les principales productions végétales c'est la céréaliculture, culture maraichère et viticulture. Et arboriculture fruitière.



Figure 15 : image satellite de la station d'epuration d'ain temouchent (ONA ,2021)

2.1. Présentation du Station d'épuration STEP d'Ain Temouchent :

Pour comprendre le monde fonctionnement d'une STEP nous avons effectué une investigation au niveau de la Station d'épuration « STEP » d'Ain Temouchent comme étant notre zone d'étude qui schématise le même principe de procédé que les autres stations d'épurations de la Wilaya tels que à, Ain El Arbaa, Amir Abdelkader, El Maleh, El Amria Bouzedjar, Hassi El Ghella, Sidi Safi à l'exception de la la station d'épuration Ain Tolba qui a un autre procédé c'est l'oxydation alternée.

	-Protection des eaux sous terraines. -Réutilisation des eaux épurées dans l'irrigation agricole.
Périmètre d'irrigation	500 Ha
Date de mise en service	Janvier 2014
Date du transfert vers ONA	Avril 2016

2.3. Le Mode de fonctionnement de la STEP

Notre recherche investigation s'est axée sur le mode de fonctionnement de la STEP afin de comprendre les différents procédés que subissent les eaux usées non traités.

La STEP d'Ain Témouchent est équipée par deux filières à savoir :

- La filière destinée à la production des eaux usées traitées ;
- La filière destinée à la production des boues actives.

2.3.1. La filière de traitement des eaux usées : eau usée non traitée est acheminée vers la STEP pour passer par différentes étapes qui sont comme suit :

- Déversoir d'orage :



Figure 17 : déversoir d'orage (BENBOUCHTA.F.UATBB ,2021)

Le déversoir d'orage installé à l'amont de la STEP a une longueur de 6 mètres. De ce déversoir les eaux usées Diluées seront véhiculées gravitairement vers la STEP (puits de réception) par une conduite de diamètre 800 Mm en béton et sur une longueur de 250 Mètres. Les eaux excédantes au 3Q24, seront déviées latéralement vers l'oued par le biais d'un canal.

2.3.1.1. Les étapes de traitement de la station d'épuration (STEP) d'Ain Temouchent

- **Prétraitement** : Le prétraitement comporte les procédés suivants :
 - Dégrillage

Grille verticale mobile de secours :

Avant la grille grossière, on a prévu une barrière de translation verticale à utiliser uniquement en période d'entretien de la grille mécanisée. Les manœuvres d'abaissement et relevage de la barrière de secours sont assurés par un treuil manuel. La grille verticale de secours est réalisée en acier galvanisé (largeur utile 850 mm, hauteur 1000 mm, épaisseur des barreaux 15 mm, espacement des barreaux 35 mm)

Grille mécanisée grossière :

La grille mécanique grossière motorisée pour le prétraitement est du type vertical, elle est réalisée en AISI 304 et fonctionne automatiquement suivant l'augmentation de niveau amont (largeur 1000mm, espacement des barreaux 35 mm, épaisseur des barreaux 15 mm).

- Piège à sable



Figure 18 : piège à sable (BENBOUCHTA.F.UATBB ,2021)

Le piège a pour but de récupérer à travers une série d'ouvertures les éléments qui par l'effet de leur poids et dimensions se déplacent dans fond du canal. Par gravité les corps retenus sont récupérés dans une trémie située au-dessous du canal et évacués par une pompe vers le laveur de sables. Le volume de piège à sable est de 7,86 m³, avec 7 trous rectangulaires de 8 mm de largeur et 900 mm de longueur positionnées d'une manière orthogonale au flux des eaux. Il est équipé de deux pompes pour l'extraction des sables, et un capteur pour détecter le niveau des sables décantés.

○ *Grilles fines motorisées :*

Les deux grilles fines sub-verticales sont installées, dont l'inclinaison est de 85°, la largeur est de 1000 mm, l'espacement entre les barreaux est de 3 m, la hauteur de déchargement par rapport au fond du canal est de 4,5 mm, avec la possibilité de fonctionner simultanément ensemble dans le cas du débit égal à 3Q₂₄.

- Contrôle de débit à ultrason :

En amont de la station de relevage, est installé un débitmètre qui a la fonction de contrôler les débits maximaux et minimaux qui sera placé dans un compartiment adjacent au bloc de la station cet appareil peut aussi exclure ou insérer une ligne biologique en fonction de débit entrant à la station.

- Poste de relevage :



Figure 19 : poste de relevage

(BENBOUCHTA.F.UATBB ,2021)

Le poste de relevage est constitué par 4 pompes submergées dont trois en service et une en réserve, leur prestation est apte à satisfaire le maximum du débit 3Q24 ayant chacune un débit de 500 m³ /h et un rendement égal à 70%.

Répartiteur de débit à l'entrée du dessableur :

A l'entrée de dessableur - dégraisseur et dans le même ouvrage, est prévue une zone de répartition de débit entre les deux lignes de dessablage .Les dimensions de ce compartiment de répartition sont les suivantes : longueur 8,9 m, largeur 2,5 m et une hauteur de 1,8 m.

- Dessableur –déshuileur :



Figure 20 : dessableur –déshuileur

(BENBOUCHTA.F.UATBB ,2021)

Les deux dessableur - déshuileurs installés sont aptes à satisfaire le rejet jusqu'au 2030 avec un volume de 120 m³ chacun, une largeur de 5,7 m, une hauteur de 5 m, une superficie utile de 10 m² et une longueur de 12 mètres.

Traitement biologique

Les eaux provenant de dessableur –dégraisseur, sont réunies dans le canal de distribution avec la liqueur aérée avant de pénétrer dans le bassin de dénitrification.

- Bassins d'aération



Figure 21 : bassin d'aération
(*BENBOUCHTA.F.UATBB ,2021*)

La dénitrification biologique peut être définie comme un processus à travers lequel les microorganismes réduisent les ions du nitrate et de l'azote gazeux (N_2). Ce phénomène étant présent avec le processus principal de l'élimination du DBO5, dans les installations de traitement biologique à boues activées.

- Décanteur secondaire (02 unités) :



Figure 22 : décanteur secondaire (*BENBOUCHTA.F.UATBB ,2021*)

La station d'épuration (STEP) d'Ain Témouchent dispose de deux décanteurs secondaires circulaires à traction périphérique ayant pour chacun un diamètre de 25 mètres et une hauteur totale de 4,4 mètres. Le décanteur est équipé :

D'un racleur de fond, d'un déflecteur central de distribution radiale, d'une lame superficielle pour l'évacuation des écumes vers la boive à écumes reliée à un puits. et une pompe mobile assura l'évacuation de ces écumes avec les huiles et les graisses.

Traitement tertiaire

Les eaux venant des clarificateurs sont dirigées vers un puits répartiteur, et être mélangées avec le chlorure ferrique par l'intermédiaire d'un agitateur rapide, puis elles seront séparées et dirigées chacune vers le clarifloculateur pour la précipitation du phosphore sous forme des boues chimiques. Le clarifloculateur La nouvelle station d'Ain Témouchent comporte deux clarifloculateur circulaires à traction périphérique avec un agitateur du type lent, qui ont pour chacun un diamètre de 22 mètres et une hauteur totale égale à 4 mètres.

- Bassin de désinfection



Figure 23 : bassin désinfection

(*BENBOUCHTA.F.UATBB ,2021*)

Notre installation contient un bassin de désinfection dont les dimensions sont : une hauteur de 2,75 m, une largeur de 5 m, et une longueur de 23 mètres, on utilise comme réactif pour la désinfection l'hypochlorite de sodium (NaClO). La solution de l'hypochlorite de sodium est un produit instable mais sa décomposition peut être contrôlée en augmentant la valeur du Ph jusqu'au 11, en évitant la présence des ions métalliques qui ont l'effet de catalyseur de la

décomposition .Même pour un local isolé thermiquement et à l'abri de la lumière le temps de stockage doit être limité à 60 jours maximaux.

2.3.1.2. La filière boues :

.Recyclage et évacuation des boues en excès :

On soustrait les boues activées du fond de clariflocculateur et on les renvoie en tête de traitement biologique, afin de régénérer celui-ci et d'y maintenir une concentration sensiblement constante en micro-organismes épurateurs. L'opération de recyclage est assurée pour chaque ligne par une pompe submergée et une deuxième pompe de réserve, placées dans un puits, les caractéristiques de ces pompes sont les suivantes : débit unitaire 466 m³/h, hauteur manométrique 6,5 m. Dans chaque ligne de recyclage est placé un débitmètre à induction électromagnétique accouplé à une vanne motorisée pour permettre la possibilité d'adapter le débit de recyclage en fonction de celui à l'entrée de la STEP

Epaississement des boues biologiques et chimiques :

Les boues en excès sont dirigées vers un épaisseur circulaire dont le diamètre est de 16 m, et la hauteur utile totale est de 4,5 mètres. On applique la mécanisation dans la cuve à radier à faible pente, c'est-à-dire un système de raclage et d'agitation lente dont le rôle est double : Faciliter le glissement des boues vers la fosse centrale d'où elles sont extraites. Permettre le dégagement de l'eau interstitielle et des gaz occlus dans les boues.

Déshydratation des boues :

La déshydratation constitue la deuxième étape de réduction de volume des boues au cours de laquelle on réalise sur les boues concentrées, stabilisées ou non une élimination plus au moins poussée de leur humidité résiduelle. Au niveau de notre STEP on traite la déshydratation des boues par lits de séchage et par bande presseuse.

- Lits de séchage :

La station comporte 6 lits de séchage, dont les dimensions de chaque lit sont les suivantes : une longueur de 20 mètres, et une largeur de 5 mètres. La surface de séchage est dimensionnée pour une capacité de production de 0,2 à 0,6 Kg MS/m² jour, la durée de séchage est d'environ 4 à 6 semaines, mais elle peut atteindre 3 à 4 mois dans des conditions météorologiques défavorables

- Bande presseuse (2 unités) :



Figure 24: bande presseur
(BENBOUCHTA.F.UATBB ,2021)

La déshydratation des boues est conduite sur filtres à bandes presseuses classiques. Il existe deux bandes presseuses dans un local de déshydratation approprié, chaque bande a une largeur de toiles de 2500 mm, et une capacité de séchage des boues de 240 Kgm ST/h mètre de largeur, pendant une période de fonctionnement de 8 heures par jours , en travaillant 5 jours par semaine .

2.4. Les analyses physio chimique au labo de la STEP d’Ain Temouchent :

Après avoir compris le mode de fonctionnement et le traitement des eaux usées non traitées et leurs transformation soit en en eau usée traitée soit en boue active on est passé à une étape portant sur les analyses physicochimiques effectuées au niveau du laboratoire de la station d’épuration « STEP » d’Ain Temouchent

2.4.1. la température et le ph :

La température est mesurée par l'utilisation d'une sonde thermométrique qui est trottée soigneusement dans la prise d'essai. La lecture est faite après stabilisation du thermomètre.

.La mesure de ce paramètre est basée sur l'utilisation d'un pH-mètre.



Figure 25 : appareil de mesure de pH et de la température

(*BENBOUCHTA.F.UATBB ,2021*)

2.4.2. Analyse Matières en suspension (MES) :

Matériels et réactifs utilisés pour cette analyses est comme suit :

- Pompes de vide.
- Unité de filtration. (Kitasato, pincés, embut filtration)
- Filtres de micro fibre de verre
- . Poêle.
- Dessiccateur.
- Balance analytique.
- Pince.

La technique d'analyse :

Il faut laver le filtre dans l'unité de filtration au vide en passant de l'eau distillée, puis colloquer ce filtre dans la poêle à une température de 103°-105°C pendant 2 heures, le conserver dans un dessiccateur et le peser. : Placer le filtre dans l'entonnoir du dispositif de filtration et connecter à un dispositif d'aspiration sous vide. Choisir un volume d'échantillon puis en le filtre en moins d'une minute. Retirer avec précaution le filtre de l'entonnoir à l'aide de pincés a extrémités plates, puis le peser à l'aide de la balance analytique. Laisser essorer et sécher le filtre (105 ± 5) °C), laisser refroidir puis peser pour obtenir les matières qui étaient en suspension avant séchage.

2.4.3. La demande biochimique en oxygène (DBO5) :

La demande biochimique en oxygène (DBO) est la quantité d'oxygène exprimée dans les conditions de l'essai (incubation durant 5 jours à 20°C et à l'obscurité) par certaines matières présentes dans 1 litre d'eau. Notamment pour assurer leur dégradation par voie biochimique.

Matériels et réactifs utilisés pour cette analyses est comme suit :

- -Equipe DBO système :
- -Têtes mesureurs (DBO senseurs).
- -Ampoules de mesure marron.
- -Agitateurs magnétiques.
- Pince.
- Carcasse de gomme pour les goulots des ampoules.
- Lentilles de NaOH. -Armoire thermostatique de température constante à 20°C.
- Inhibiteur de nitrification.
- Récipients de plusieurs mesures.
- Eau distillée.
- tablette de calibration pour les contrôles des systèmes OXITOP : D(+) glucose $C_6H_{12}O_6$ et acide L-glutamique $C_5H_9NO_4$ –
 - les techniques d'analyses :

Sélectionner un volume d'échantillon .Nettoyer les ampoules et éclaircir avec de l'eau distillée, puis avec l'eau résiduaire d'échantillon. Ajouter une quantité de l'échantillon homogénéisée. Agiter pour chaque ampoule avec un agitateur magnétique Pour les échantillons d'effluent ajouter un inhibiteur de nitrification selon le rapport suivant : On dissout 1000 mg de N-Alyltiurea ($C_4H_8N_2S$) en eau, on dilue à 200 ml et il se mélange. Poser sur le goulot de l'ampoule une carcasse de gomme .Dans son intérieur ajouter avec le pince des lentilles de NaOH et remplir le bouchon jusqu'à la limite sans se dépasser.

Les échantillons sont placés dans un incubateur durant la mesure de DBO5. On règle l'appareil à ZERO et on met l'incubateur en marche pendant 5 jours à 20°C. Le résultat sera obtenu directement sur l'afficheur.



Figure 26 : flacon à DBO et le DBO mètre

(*BENBOUCHTA.F.UATBB, 2021*)

2.4.4. La demande chimique en oxygène (DCO)

L'objectif de ce protocole est de définir la procédure pour mesurer la demande chimique en oxygène (DCO). Les analyses ont été effectuées conformément à la réglementation.

- **Principe :**

Le test consiste en une oxydation chimique de la matière organique par un oxydant fort (acide) à température élevée et par le dichromate de potasse. Les substances oxydables réagissent avec une solution d'acide sulfurique et de bichromates de potassium en présence de sulfates d'argent en tant que catalyseur. La présence de chlorure est masquée avec le sulfate de mercure. On mesure la diminution de la coloration jaune du Cr^{6+} .

Matériels et réactifs utilisés pour cette analyses est comme suit :

- Kits mesure LA demande chimique en oxygène DCO (exemple : LCK 314 15-150 ppm/LCK 114 150-1000 ppm).
 - Eau distillée (nettoyage de dissolution).
 - Digesteur DRB-200.
 - Spectrophotomètre DR 5000.
 - Gardette support.
 - Pipette graduée 2 ml.
 - aspirateur pipette 2ml.
- Les techniques d'analyses :

- Sélectionner le programme de la demande chimique en oxygène « DCO ».
- Préparer les cuves :
 - mélanger le contenu Kit pour avoir une solution homogène.
 - Pipeter 2 ml d'échantillon avec précaution.
- Le thermostat chauffe jusqu'à atteindre la température défini.
- Placer les cuves dans un bloc de chauffage DRB
- -200° C et refermer le couvercle de protection, mettre dans le digesteur demande chimique en oxygène « DCO »
- classique : 2h à 148 -150 °C.
- Enlever la cuve chaude et inverser avec prudence 2 fois.
- Laisser refroidir à température ambiante dans le support de cuve.
- Bien nettoyer l'extérieur de la cuve et mesurer avec programme spectrophotomètre HACH



Figure 27 : bloc chauffant

(BENBOUCHTA.F.UATBB ,2021)

2.4.5. Azote ammoniacal N-NH₄ :

- Principe :

En présence de sodium intro prussique agissant comme catalyseur et à une valeur du pH d'environ 12,6, les ions ammonium réagissent avec les ions hypochloreux et salicyliques et donnent une coloration bleue.

Matériels et réactifs utilisés pour cette analyses est comme suit :

- -Kit mesure nitrite (LCK 302/303). -Eau distillée (nettoyage ou dissolution).
- Espectro DR 5000.
- Pipette graduée 2ml.

- Aspirateur pipette 2ml.

Matériels et réactifs utilisés pour cette analyses est comme suit :

Enlever délicatement la feuille de protection du DosiCap Zip détachable. Dévisser le DosiCap Zip. Pipeter 0,2 ml d'échantillon. Visser immédiatement le DosiCap Zip. Secouer énergétiquement jusqu'à dissolution du lyophilisat. Attendre 15 minutes, mélanger de nouveau, bien nettoyer l'extérieur de la cuve et mesurer.

2.4.6. Azote total :

- Principe :

L'azote de composition organique et inorganique s'oxyde en présence de peroxydisulfate et se transforme donc en nitrates. Les ions nitrates se réagissent dans une solution d'acides sulfurique et phosphorique avec un diméthylphénol, en formant du nétrophénol.

Matériels et réactifs utilisés pour cette analyses est comme suit :

- Kit mesure nitrite (LCK 228/338).
- Eau distillée (nettoyage ou dissolution).
- Espectro DR 5000. -Pipette graduée 2ml.
- Aspirateur pipette 2ml.

Les techniques d'analyses :

- Doser dans une éprouvette de réaction sèche : 0,5 ml d'échantillon, 2 ml de solution A (LCK 238 A), une tablette B (LCK 138/238/338 B), fermer immédiatement, puis pipeter lentement 1 ml d'échantillon.
- Chauffer directement (thermostat : 60 min à 100 °C).
- Refroidir et ajouter 1 Micro Cap C. Fermer l'éprouvette de réaction et mélanger jusqu'à ce que le lyophilisat se soit complètement dissous du Micro Cap C et qu'il n'y ait aucune particule restante, refroidir et ajouter 1 Micro Cap C.
- Pipeter lentement dans le test en cuve : 0,5 ml d'échantillon désagrégée.
- Pipeter lentement 0,2 ml de solution D (LCKn138/238/338 D), fermer immédiatement la cuve et mélanger le contenu en le retournant plusieurs fois de suite jusqu'à qu'aucun dépôt ne soit observable.
- Attendre 15 minutes, bien nettoyer l'extérieur de la cuve et mesurer.

2.4.7. Azote de Kjeldahl NTK :

- Principe :

Le terme « Azote total de Kjeldahl » fait référence à la combinaison de l'ammoniac et de l'azote organique. L'azote organique est converti en sels d'ammonium par l'action de l'acide

sulfurique et du pyroxyle d'hydrogène, l'ammoniac est ensuite analysé par une modification de méthode d'essai Nessler. Les résultats des tests sont mesurés à 460 nm.

- Matériels et réactifs utilisés pour cette analyses est comme suit :
 - Kit de réactif NTK. -Eau distillée.
 - Cuves carrées 10 ml ,1 puce, pariées.
 - Pipette graduée 10 ml, 1/10 verre classe A.
 - Aspirateurs pipette 10 ml.
 - Espectro DR 5000.
- Les techniques d'analyses :
 - Entrer le numéro du programme 399 d'azote NTK.
 - Ajouter une goutte de TKN indicateur de chaque cylindre.
 - Ajouter quelques gouttes de KOH à 0,8 N à chaque éprouvette jusqu'à le premier flash de couleur bleue apparait. Boucher et inverser le cylindre après chaque addition.
 - Ajouter 1N de KOH à chaque éprouvette, une goutte à une fois en mélangeant à chaque addition, continué jusqu'à ce que le bleu permanent apparaisse.
 - Remplir les deux éprouvettes jusqu'à la marque de 20 ml avec de l'eau distillée, puis ajouter (3 gouttes de stabilisateur + 3 gouttes de l'alcool de polyvinyle) à chaque éprouvette, et mélanger plusieurs fois.
 - Remplir les deux éprouvettes jusqu'à la marque de 25 ml avec de l'eau distillée, puis pipeter 1 ml de réactif Nessler à chaque éprouvette. et appuyer l'icône de la minuterie, appuyer sur OK .verser le contenu de chaque cylindre en séparée de 10 ml d'échantillon cellules.
 - Placer le blanc dans la cellule de mesure et appuyer le ZERO et l'écran affiche 0 mg/l TKN
 - Placer l'échantillon et appuyer MESURE les résultats dans mg/l TKN.

2.4.8. Phosphates totales

- Principe :

Les ions phosphates réagissent en solution acide avec les ions molybdate pour donner un complexe de phosphore molybdate d'antimoine .Celui-ci est réduit par l'acide ascorbique en bleu de phosphore molybdène.

Matériels et réactifs utilisés pour cette analyses est comme suit :

- Kit de mesure LCK 348
- Eau distillée.

- Colorimètre DR 5000.
- Pipette graduée 2 ml.
- Aspirateurs pipette 2 ml.

Technique d'analyse :

- Enlever délicatement la feuille de protection du DosiCap Zip détachable.
- Dévisser le DosiCap Zip.
- Pipeter 0,5 ml d'échantillon.
- Visser immédiatement le DosiCap Zip.
- Secouer énergétiquement, puis chauffer dans le thermostat .H 200 si 15 min avec le programme standard H thermostat : 60 min à 100°C.
- Pipeter dans la cuve une fois refroidis : 0,2 ml de réactif B (LCK 348 B).Fermer le réactif B après emploi.
- Visser un DosiCap C (LCK 348 C) gris sur la cuve, puis mélanger le contenu de la cuve,
- Attendre 15 min, mélanger de nouveau, bien nettoyer l'extérieur de la cuve et mesurer.

2.4.9. Les nitrites NO₂ :

- Principe :

Les nitrites réagissent en solution acide avec les amines primaires et aromatiques pour donner des sels diazonium .Ceux-ci forment avec des composés aromatiques, contenant un aminogroupe ou un hydroxyle, un colorant azoïque de couleur intense.

Matériels et réactifs utilisés pour cette analyses est comme suit :

- Kit de mesure nitrite (LCK 341/342).
- Eau distillée. -Colorimètre DR 5000.
- Pipette graduée 2 ml. -Aspirateurs pipette 2 ml.

- Technique d'analyse :

- Enlever délicatement la feuille de la protection du DosiCap Zip détachable.
- Dévisser le DosiCap Zip.
- Pipeter 2 ml d'échantillon.
- Visser immédiatement le DosiCap Zip.
- Secouer énergétiquement jusqu'à dissolution du lyophilisat.
- Attendre 10 min, mélanger de nouveau, bien nettoyer l'extérieur de la cuve et Mesurer.

2.4.10. Test de décantation :

- Principe :

Déterminer la sédimentation des boues du réacteur biologique et de la purge de la station d'épuration.

Matériels et réactifs utilisés pour cette analyses est comme suit :

- Chronométré.
- Conne IMHOFF.
- Support conne.
- Eprouvette de 1000 ml (alternative).
- Technique d'analyses :
 - Homogénéiser l'échantillon et immédiatement remplir le conne IMHOFF jusqu'à la marque de 1 L.
 - Ne laisser que l'échantillon sédimenter pendant 30 minutes.
 - Registrer le volume des solides sédimentés dans le conne IMHOFF (mg/L).

1. 3. Cadre Réglementaire de l'utilisation des eaux usées traitées (EUT) :

Durant l'année 2012, il y a eu la promulgation de l'arrêté Arrêté interministériel du 8 Safar 1433 correspondant au 2 janvier 2012 fixant les spécifications des eaux usées Epurées utilisées à des fins d'irrigation. A cet effet, l'irrigation de l'eau usée traitées est devenue permise en agriculture mais uniquement pour les cultures autorisées citées en annexe dudit arrêté.

Tableau 14 : Liste des cultures pouvant être irriguées avec des eaux usées épurées. (JO n°18 ,15 juillet 2012)

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

(*) L'irrigation avec des eaux usées épurées est permise à condition que l'on cesse l'irrigation au moins deux (2) semaines avant la récolte.

Les fruits tombés au sol ne sont pas ramassés et sont à détruire.

(**) Le pâturage direct dans les parcelles irriguées par les eaux usées épurées est strictement interdit et, ce afin de prévenir toute contamination du cheptel et par conséquent des consommateurs.

L'irrigation, avec des eaux usées épurées des cultures maraîchères dont les produits sont consommés crus est interdite. Les parcelles destinées à être irriguées avec des eaux usées épurées ne doivent porter aucune culture, autre que celles figurant sur la liste indiquée. Par ailleurs les eaux usées traitées doivent répondre aux normes d'une eau d'irrigation indemne de tous germes pathogènes et ce conformément aux analyses microbiologiques et physico-chimique citées dans l'annexe dudit arrêté : Ses analyses consistent à mesurer deux paramètres à savoir :

a) Les paramètres Microbiologiques :

Tableau 15 : les paramètres microbiologique (JO n°18 ,15 juillet 2012).

GROUPES DE CULTURES	PARAMETRES MICROBIOLOGIQUES	
	Coliformes fécaux (CFU/100ml) (moyenne géométrique)	Nématodes intestinaux (œufs/1) (moyenne arithmétiques)
Irrigation non restrictive. Culture de produits pouvant être consommés crus.	<100	Absence
Légumes qui ne sont consommés que cuits. Légumes destinés la conserverie ou ‡ la transformation non alimentaire.	<250	<0,1
Arbres fruitiers (1). Cultures et arbustes fourragers (2). Cultures céréalières. Cultures industrielles (3). Arbres forestiers. Plantes florales et ornementales (4)	Seuil recommandé <1000	<1
Cultures du groupe précédent (CFU/100ml) utilisant l'irrigation localisée (5) (6).	pas de norme recommandée	pas de norme recommandée

(1) L'irrigation doit s'arrêter deux semaines avant la cueillette. Aucun fruit tombé ne doit être ramassé sur le sol. L'irrigation par aspersion est ‡ 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 (<2000 coliforme fécaux par 100 ml) est justifier pour l'irrigation des parcs et des espaces verts avec lesquels le public peut avoir un contact direct, comme les pelouses d'hôtels.

(5) Exige une technique d'irrigation imitant mouillage des fruits et des légumes.

(6) à condition que les ouvrières agricoles et la population alentour maîtrisent la gestion de l'irrigation localisée et respectent les règles d'hygiène exigées. Aucune population alentour.

b) Les paramètres physicochimiques :

Tableau 16 : les paramètres physico chimique (JO n°18 ,15 juillet 2012)

Paramètres		Unité	Concentration Maximale Admissible
Physique	PH	-	$6.5 \leq Ph \leq 8.5$
	MES	mg/l	30
	CE	ds/m	3
	Infiltration le SAR = o - 3 CE	ds/m	0.2
	3-6		0.3
	6-12		0.5
	12-20 20-40		1.3 3
Chimique	DBO5	mg/l	30
	DCO	mg/l	90
	CHLORURE (Cl)	mg/l	10
	AZOTE (NO ₃ - N)	mg/l	30
	Bicarbonate (HCO ₃)	mg/l	8,5
Elément Toxique	Aluminium	mg/l	20.0
	Arsenic	mg/l	2.0
	Béryllium	mg/l	0.5
	Bore	mg/l	2.0
	Cadmium	mg/l	0.05
	Chrome	mg/l	1.0
	Cobalt	mg/l	5.0

	Cuivre	mg/l	5.0
	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 a texture fine, neutre et alcalin

2. Investigation au niveau des institutions :

Direction des ressources hydrauliques : notre investigation a concerné la direction des ressources en eau qui est le chef de fil de la filière des eaux usées traitées. Cette institution étatique a pour rôle (**DRE W. Ain Temouchent ,2021**) :

- Veiller à la sauvegarde, la préservation, la protection et l'utilisation rationnelle des ressources en eau.
- Recueillir et analyser les données relatives aux activités de recherche, d'exploitation, de production, de stockage et de distribution de l'eau pour les usages domestique, agricole ou industriel;
- Veiller à l'application de la réglementation régissant les ressources en eau.
 - Instruire, en relation avec l'administration centrale, toutes demandes en matière d'affectation, d'utilisation et de réutilisation des ressources en eau et d'exploitation du domaine public hydraulique et, le cas échéant, de délivrer les autorisations y afférentes.
 - Veiller à l'application et au suivi de la mise en œuvre de la réglementation dans le domaine du développement, de l'aménagement, de l'exploitation et de l'entretien des infrastructures destinées à l'alimentation en eau potable, à l'assainissement et à l'irrigation.

- Tenir à jour le fichier des points d'eau situés sur le territoire de la wilaya et suivre les études et enquêtes concourant à une meilleure connaissance des ressources en eau superficielles et souterraines.
- Rassembler les informations nécessaires à l'élaboration des bilans des programmes d'alimentation en eau potable, d'assainissement et d'hydraulique agricole.
- Assurer la maîtrise d'ouvrage et le suivi de l'exécution des projets dont la maîtrise d'ouvrage n'a pas fait l'objet de délégation.

Cette Direction est aussi responsable de la gestion des stations d'épuration de la Wilaya afin de mettre à la disposition de ces eaux aux agriculteurs. Il est important de rappeler que la superficie en irriguée est de 10900 Ha, soit 6% de la superficie agricole utile « SAU ».qui reste toujours faible. Selon les textes règlementaires qui stipulent que la gestion de l'eau des eaux usées traitées est considérée comme une eau d'irrigation et qui est géré par la Direction des Ressources en eau de la Wilaya.

Selon la Direction au cas où l'agriculteur est intéressé à l'utilisation des eaux usées traitées, il doit formuler une demande détaillée contenant les informations suivantes ; nom et prénom, superficie et types de cultures ainsi que la localité.

Cette demande sera à son tour transmise à la Direction de l'ONA qui a pour rôle de l'étudier afin de préparer les différentes démarches de livraison de la boue ou des eaux usées traitées à l'agriculteur demandeur.

Quant à la Direction des services agricole qui a pour rôle :

- Veiller à l'application de la réglementation dans tous les domaines de l'activité agricole.
- Assurer l'inspection et le contrôle des activités vétérinaires et phytosanitaires.
- Assister techniquement les institutions locales du secteur agricole.
- Mettre en œuvre les instruments de mesures induits par la politique de préservation des terres agricoles et agro-sylvo-pastorales.
- Proposer toutes mesures ou actions nécessaires à l'élaboration des instruments de régulation et de veiller à la mise en œuvres des mesures arrêtées.
- Identifier les objectifs de développement agricole de la wilaya et les moyens à mobiliser pour leur réalisation.
- Impulser la promotion de l'investissement agricole.
- Proposer les mesures et actions de perfectionnement et vulgarisation, et de mettre en œuvre les mesures arrêtées.

3. Analyse SWOT ou AFOM :**Tableau 17** : l'analyse SWOT (*BENBOUCHTA, UATBB, 2021*)

Point fort :	Point faible :
<p>Potentiel humain important formé dans différent domaine l'eau l'environnement.</p> <p>Bonne gestion rationnelle et utilisation durable des ressources en eau.</p> <p>Mise en œuvre et l'existence de 9 stations d'épuration « STEP ».</p> <p>La vocation agricole de la wilaya</p> <p>Encouragement du producteur à l'utilisation des eaux usées traitées « EUT »</p> <p>Disponibilité importante des eaux usées traitées « EUT » au niveau des stations d'épurations "STEP et approvisionnement des eaux usées traitées EUT est gratuit pour les agriculteurs.</p> <p>Potentiel des terres appréciable.</p> <p>Existence de de l'association des irrigants au niveau de la Wilaya</p>	<p>Absence des campagnes de sensibilisation et d'information auprès de la profession agricole.</p> <p>Utilisation faible des eaux usées traitées « EUT » par les agriculteurs.</p> <p>Manque de coordination et synergie entre les différents institutions.</p> <p>La réticence des agriculteurs à l'utilisation des eaux usées traitées « EUT » à cause de la lourdeur des démarches administratives</p> <p>La superficie destinée a l'irrigation par les EUT produite par les stations d'épurations « STEP » est réduite ne dépassent les 150 Ha</p> <p>Le périmètre d'irrigation par les EUT n'atteint pas les 1000 Ha</p> <p>Absence d'ONID</p>

Opportunité :	Menace :
<p>La mise en œuvre d'une politique national portant sur la réutilisation des EUT</p> <p>Existence des établissements de formation</p> <p>La prise de conscience des agriculteurs sur l'intérêt de l'usage des eaux usées traitées « EUT »</p> <p>Construction d'une nouvelle station d'épuration</p>	<p>Absence de gouvernance sur la gestion des eaux usée pour l'irrigation</p> <p>L'absence de mouvement (vente des eaux usées traitées « EAUT » et la boue activé) induit a une forte abondance</p> <p>Absence de prestation de service d'office national « ONA »auprès des utilisateurs des eaux usées traitées « EUT »</p> <p>Absence de mesure incitative à l'utilisation des eaux usées traitées EUT Pr l'irrigation</p> <p>Insuffisance espace de stockage des boues activées et les eaux usées traitées « EUT »</p> <p>Risque de pollution de la terre et des sols</p>

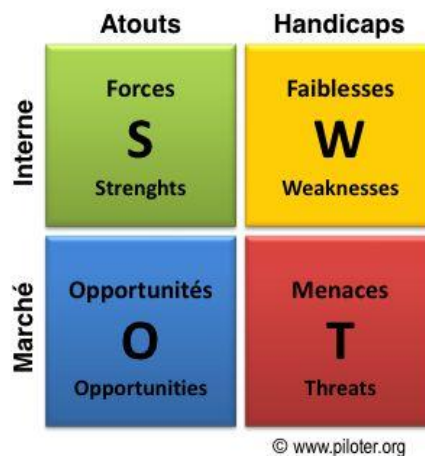


Figure 28 : La matrice SWOT, un incontournable de l'analyse stratégique (ALLIN .F ,2021)

Il est important de définir la méthode AFOM, la matrice SWOT (Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats) est un puissant outil pour évaluer son positionnement stratégique et orienter la démarche de progrès. Bien conduite, cette analyse permet en effet d'évaluer ses forces et ses faiblesses, de lister les menaces et de détecter les opportunités.

L'analyse AFOM permet d'obtenir un cliché des points forts et des points faibles d'une situation à un moment donné. Elle tient compte de facteurs organisationnels (internes) et environnementaux (externes) afin d'explorer les côtés positifs et négatifs de chacun de ces axes pour en offrir une vision plus claire du sujet étudié.

Sur la base des résultats du travail de terrain, une analyse SWOT a été établie (tableau 17)

Sur la base de L'entretien semi-structuré qui constitue l'un des moyens de structurer une discussion dans le but de collecter des informations. Nous avons menés des entretiens avec les différentes parties prenantes de la filière tels que L'ONA, DSA, DRE, CAW et les agriculteurs. Cette investigation nous a permis d'éclairer la situation actuelle et l'avenir de l'utilisation des eaux usées traitées par les agriculteurs.

Dans ce paragraphe, on s'est concentré sur les faiblesses, les opportunités et les menaces afin de déterminer quelles sont les faiblesses les plus pertinentes pour l'utilisation des eaux usées traitées dans la commune d'Ain Temouchent voire (avec un impact élevé et une importance élevée) ; quelles sont les opportunités à exploiter pour cette filière (avec un attrait élevé et une forte probabilité) ; et quelles sont les menaces qui handicapent son développement dont il faut prendre conscience (gravité et probabilité). L'identification des faiblesses et des menaces sera la base des objectifs des futurs projets sur l'utilisation des eaux usées traitées au service de l'agriculture. Les principales contraintes évoquées par les producteurs concernent l'ignorance de l'intérêt de ses sous-produits de toutes les stations STEP de la Wilaya, absence de formation dans ce domaine. Le maillon qui fait défaut au niveau de cette filière car c'est une chaîne des valeurs qui renferme plusieurs acteurs et que chacun est responsable aux missions qui lui sont attribuées, c'est l'ONID qui est un organisme responsable de la gestion des eaux usées traitées ainsi que les boues actives au niveau de la Wilaya. C'est l'argument qui a été cité par l'office national de l'assainissement, les directions : services agricoles et des ressources en eau. Ces différentes institutions se trouvent dans une situation ambiguë « qui fait quoi » ?

Du fait que les agriculteurs ne s'approvisionnent pas et ne s'acquièrent pas des eaux usées traitées pour l'irrigation de leurs cultures, ceci engendre une saturation des aires de stockage au niveau des stations d'épuration ce qui a pour conséquence la pollution de l'air, du sol et de l'eau.

Par ailleurs un point faible a été repris par plusieurs acteurs ou bien parties prenantes tels que l'ONA et DSA, il s'agit de la prise en charge des analyses microbiologiques par les agriculteurs demandeurs. Cette contrainte provoque la réticence et l'hésitation des producteurs à l'acquisition des eaux usées pour l'irrigation auprès des STEP. Par conséquent une partie

minime des producteurs est bénéficiaire des EUT qui représente un taux d'irrigation négligeable.

La majorité des Agriculteurs approuvent les avantages et les résultats de l'utilisation des eaux usées traitées sur le rendement et même sur l'amélioration de la fertilité du sol. En revanche la majorité des agriculteurs ignorent l'existence de l'arrêté relatif à l'autorisation des EUT pour certaines cultures céréalières, fourragères, maraichères et fruitière. On a noté une absence totale des campagnes d'information sur le cadre réglementaire des eaux usées traitées EUT et les boues activées.

Parmi les opportunités qui peuvent rebondir sur le développement de la filière est de revoir l'installation et la mise en œuvre des stations d'épurations STEP au niveau de la Wilaya en concertation avec les parties prenante DSA, Direction de ressources en eau. En outre de l'existence des établissements de formation (CFPA, ITMAS) et l'université au niveau de la Wilaya qui peuvent héberger des journées de sensibilisation et d'information et de formation afin de renforcer les capacités humaines et leur donné un appui technique.

Conclusion

En effet, la réutilisation des eaux épurées pourrait bien remplir l'objectif de l'extension de la superficie en irriguée de la Wilaya, même si cet usage ne peut se faire qu'au niveau des communes et des villes qui possèdent des stations d'épuration sur leur territoire. Or, au niveau de la commune d'Ain Temouchent, une station d'épuration est opérationnelle depuis **2014**, dont l'eau traitée pourrait bien servir à diminuer ce risque de pénurie. En revanche, les eaux usées traitées de l'ensemble des stations (09) n'arrivent pas à irriguer les superficies à réaliser les superficies irriguées projetées est de l'ordre de 1249 Ha dont la station de Ain Temouchent est de 500 Ha.

Notre investigation sur le terrain a conclu qu'aucun agriculteur n'a ni bénéficié ni utilisé les eaux usées comme eau d'irrigation. Malgré ses agriculteurs sont conscients des avantages de ces eaux épurées. Nous avons noté que les agriculteurs sont très réticents à l'utilisation des eaux usées et ce à cause de la lourdeur administrative pour le traitement de la demande des EUT par deux institutions « Direction des ressources en eau et Direction de l'ONA. Ils sont aussi loin de comprendre les différents impacts économiques associés à cette réutilisation. Afin d'améliorer cette situation et d'en assurer l'acceptation, certaines recommandations ont été élaborées, principalement pour le développement de la réutilisation des eaux usées au niveau des territoires des neuf stations. L'investigation nous a donné une image réelle des points forts et faibles ainsi que les opportunités et les menaces de l'utilisation des eaux usées traitées comme irrigation en agriculture via l'analyse SWOT afin d'envisager d'éventuelles solutions pour les contraintes et les menaces. Par ailleurs, on a constaté que l'office national de l'assainissement « ONA » à travers l'installation des neuf stations d'épuration au niveau des communes a pour but de traiter la pollution et réutiliser l'effluent en irrigation des cultures conformément à la réglementation.

On note aussi que là l'utilisation des eaux usées traitées est une filière qui englobe plusieurs acteurs à savoir : chambre agricole de la Wilaya représentante officielle des agriculteurs de la Wilaya, l'office national de l'assainissement représentante des stations d'épuration STEP, la direction des ressources en eau et la direction des services agricoles et chacun doit accomplir son rôle et coopérer. Si on récapitule, l'existence des neuf stations qui peuvent irriguer une superficie supplémentaire de 1500 ha à la superficie actuelle qui est 10.900 Ha, il y a la promulgation de la réglementation stipulant les normes et les cultures autorisées et la vocation agricole de la Wilaya tous ses ingrédients faciliteront la réutilisation des eaux usées traitées au service de l'agriculture que si l'ensemble des acteurs concernés se concertent.

En fin de compte, cette réutilisation des eaux usées traitées aura beaucoup plus de répercussions positives que négatives à l'échelle de la commune et aussi à toute la Wilaya d'Ain Temouchent.

Recommandations

La sensibilisation des agriculteurs sur les avantages socio-économiques de la réutilisation des eaux usées traitées serait une étape importante pour concrétiser l'acceptation de cette réutilisation. Pour ce faire, il faudra :

- Présenter la situation hydrique actuelle du bassin Ain Temouchent aux agriculteurs ;
- Expliquer les conséquences liées à l'utilisation continue des ressources d'eau ;
- Présenter les impacts négatifs du rejet des eaux usées sur les eaux souterraines et les cours d'eau ; montrer aux agriculteurs que n'on peut utiliser d'eau usée brute ou traitée de façon rudimentaire pour l'irrigation, pour leur sécurité et celle de leurs récoltes ;
- Expliquer le rôle important d'une station de traitement des eaux usées dans la protection de leur environnement ;
- Expliquer aux agriculteurs que la disponibilité des fonds financiers est importante pour le maintien du fonctionnement de la station, ainsi qu'un traitement plus complexe exige des coûts plus importants ;
- Présenter les impacts négatifs de l'utilisation d'engrais minéraux sur la qualité des terres agricoles et les ressources en eau
- exposer les avantages environnementaux de la réutilisation des eaux traitées pour l'irrigation, notamment les avantages agronomiques dont les cultures pourraient pleinement profiter ;
- montrer les bénéfices économiques de la réutilisation des eaux traitées et l'impact positif sur l'amélioration de la rentabilité des utilisateurs ; expliquer aux agriculteurs que la réutilisation des eaux usées permettrait de remplacer partiellement l'usage des engrais sur les terres agricoles ;
- présenter les expériences antérieures des autres Wilayas tels que Mascara et Mostaganem ainsi que Tlemcen ayant eu recours à la réutilisation des eaux usées traitées ;
- présenter aux agriculteurs les risques à long terme d'utiliser une eau fraîche pour l'agriculture de façon aussi intensive par rapport aux réserves disponibles ;
- montrer aux agriculteurs que la qualité de l'effluent final est conforme aux normes internationales et Algériennes ;
- présenter l'avantage économique du prix symbolique de vente de l'eau traitée qui est de l'ordre de 30 D/m³ vis-à-vis le prix de l'eau propre qui coûte plus onéreux

-
- présenter les avantages sociaux du développement agricole aux agriculteurs, surtout celui de la création de l'emploi dans la commune.
 - Et enfin, assurer une formation aux agriculteurs sur les modes de combinaison entre les eaux usées traitées et l'utilisation engrais, parce qu'un sur-amendement des terres agricoles n'est pas toujours mieux.
 - Des analyses physicochimiques et pédologiques ainsi qu'un bilan géochimique des éléments majeurs et métalliques (EM) doivent être fait pour tout type de sol
 - Faire une étude sur l'effet de la salinisation sur le sol irrigué par les eaux usées traitées pour les prochains projets de fin d'étude.

Référence:

1. **AZOUZZI M, AIT YOUNS O. (2012).** Valorisation des boues de la station d'épuration de la ville de Marrakech .Mémoire de fin d'étude, Université Cadi Ayyad. Mareakch,p70.
2. **(ANONYME, S .D »).**<https://www.lenntech.fr/applications/irrigation/irrigation/eau-irrigation.htm>
3. **ALAIN FERNANDEZ 2021,** Analyse SWOTO, L'outil stratégique
4. **BREBBIMAN. G.R.1999** Potable water. In: Environmental Geology. Encyclopedia of Earth Science. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/1-4020-4494-1_265
5. **BOUKAID.W; 2016** <https://www.agrimaroc.ma/les-differentes-techniques-d-irrigation/>
6. **BOUAROUDJ Sara ,2012** Evaluation de la qualité des eaux d'irrigation, thèse de Magistère en Écologie
Bulletin Officiel n° 4325 du 24 Rabi II 1416/20 septembre 1995
7. **BASSOMPIERRE C. (2007)** .Procède à boues activées pour le traitement d'effluents papetiers : de la conception d'un pilote a la validation de modèles. Thèse de doctorat, institut national polytechnique de Grenoble 230.
8. **BOUZIANI, 2000** L'eau (de la pénurie aux maladies).Ed. IBN KHALDOUN.
9. **COUTURE.I ,2004** ANALYSE D'EAU POUR FIN D'IRRIGATION Par Isabelle Couture MAPAQ Montérégie-Est
10. **CARDOT. C., 1999** Génie de l'environnement, les traitements de l'eau, procédés Physico-chimiques et biologiques, cours et problèmes résolus, 193-194p.
11. **Colin, R., 1993.** A Resource for social scientists and practioner-Researchers. Real World Research, Blackwell, Oxford UK and Cambridge
12. **DEGROMENT, 2005.** Irrigation par la réutilisation purées STEP de Tadema cas du sol de Boukhalfa.
13. **DESJARDINS.R, 1997** le traitement des eaux livre 2eme Edition
14. **DPSB ; 2016** monographie de la wilaya d'Ain Temouchent année 2015
(Extrait de Journal Officiel n°41 du décret exécutif n°07-149, publiés en Janvier 2012)
Fiche technique rédigée par l'équipe technique de RéFEA.pdf
15. **HAOUA Amadou, (04/05 /2007),** « Modélisation de séchage solaire sous serre des boues de station d'épuration urbains » , thèse de doctorat ,université Louis

Pasteur- Strasbourg I Discipline : Sciences pour l'ingénieur.

16. GOMELLA C, GUERREE H (1978) Le traitement des eaux publiques industrielles et privées. Editions Eyrolles. 2eme Edition

17. GANI. F., (2001 : Analyse et traitement des eaux du barrage de Taksebte T.O. Mémoire d'Ingénieur d'Etat en Agronomie. UMMTO.

18. LIDIA NAMANE ; 2009.Suivi des irrigations dans une exploitation agricole de la mitidja ouest commune de mouzaia ENSA d'Elharrache Alger – ingénieur d'état en agronomie spécialité hydraulique 2009

19. LADJEL .F, BOUCHEREF .S ,2011. ONA exploitation d'uneSTEP a boues active niveau 2

20. L'irrigation avec des eaux usées traitées manuel d'utilisation pdf

21. MESSAHEL ET ALL <https://www.erudit.org/en/journals/rseau/1900-v1-n1-rseau3314/705508ar/abstract/>

22. MESSAITFA .M, 2007 <https://agronomie.info/fr/irrigation-par-aspersion/>

23. MAYNARD ET HOCHMUTH, 1997.Normes de qualités destinées à l'irrigation S.E.E.E. Secrétariat d'Etat auprès du Ministère de l'Energie, des Mines, de l'Eau et de l'Environnement, chargé de l'Eau et de l'Environnement 2007

24. METAHRI M.S, 2016 : Cours de pollution des eaux, Master 1 eau et environnement, UMMTO.

25. MANSOURI. F., (2012) : Contribution à l'étude d'extension de la station d'épuration Tizi-Ouzou ouest (Boukhalfa). Mémoire de fin d'étude d'Ingénieur en Agronomie. UMMTO.

26. MABED. H, LOUNICI. N et LEBID. S., (2014) : caractéristiques des eaux usées et Des boues de la STEP Est, et évaluation de la pollution globale des sols. Cas des sols De Tademaït. Tizi-Ouzou. Mémoire de fin d'études d'Ingénieur en Biologie. UMMTO.

27. M.R.E., 2007 - Etude réutilisation des eaux usées épurées à des fins agricoles ou autres sur tout le territoire national. Mission 4 : Norme de réutilisation des eaux usées épurées, D.A.P.E.

28. Dr., MAREF N ,2020 Traitement et épuration des eaux Cours et Exercices).

29. l'ORS Ile-de-France par Samuel BAUMONT, stagiaire, École nationale supérieure agronomique de Toulouse (ENSAT), **Jean-Philippe CAMARD, Agnès**

30. LEFRANC, chargés d'études à l'ORS et **Antoine FRANCONI,** chargé d'études à l'IAURIF

l'ONA

31. (PHILLIPE .B « S.D ») <https://www.cieau.com/espace-enseignants-et-jeunes/les-enfants-et-si-on-en-apprenait-plus-sur-leau-du-robinet/la-definition-de-leau-potable/>
32. ROBERT TIERCELIN ET VIDAL, 2006. <https://agronomie.info/fr/irrigation-gravitaire-traditionnelle/>
34. MR. RAHOU KADA BOUBAKER (2014), Evaluation des performances des aérateurs de surface de la STEP d'El-kerma ORAN, mémoire de master, département de génie chimie, université d'Oran.
35. REMAL Imane Mlle. GUESSABI Dharifa ,2017 MEMOIRE DE FIN D'ETUDES EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME MASTER L'évolution de matière volatile sèche (MVS) dans les différentes étapes de traitement de station d'épuration de la ville de Bouira.
36. RENE MOLETTA, « S.D » Mémoire de projet de fin d'études pour l'obtention du Diplôme de Master En Hydraulique : Option : Technologie de traitement des eaux Etude des performances épuratoires d'une STEP de l'ouest Algérien Cas de la nouvelle STEP d'Ain Témouchent
37. REJSEK, (2002) , analyse des eaux ,aspect réglementaire et techniques, édition scréré CPDP A quintaine, Bordeaux.
38. REGIS BOURRIER, MARC SATIN, BECHIR SEMIS,(2010), « Guide technique de l'assainissement (collecte-épuration-conception-exploitation) ,4ème édition.
39. Rapport mondial des Nations Unies sur la mise en valeur des ressources en eau 2017
40. VALIRON (1983), VALIRON. F., (1983) : la Réutilisation des eaux usées. Paris. Edition B.R.G.M. 207p.