

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université Mouloud MAMMARI de Tizi-Ouzou
Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques
Département des Sciences Agronomiques



Mémoire en vue de l'obtention du Diplôme de Master

Filière : Sciences Agronomiques

Spécialité: Eau et Environnement

Thème :

**Enquête sur l'appréciation de
l'irrigation avec les eaux usées épurées
auprès des agricultures et des
consommateurs.**

Présenté par :

M^{elle} TEHARI Fatima

M^{elle} LAMINE Djouher

Devant les Membres de Jury :

Mr BERRADJ. O	M.C.A	UMMTO	President
Mr METAHARI. M.S	M.C.A	UMMTO	Promoteur
M ^{me} BELMIHOUB. N	Docteunte	UMMTO	Co-promoteur
M ^{me} BERROUANE. N	M.A.A	UMMTO	Examineur

Promotion 2020/2021

Remerciements

En premier lieu, et avant tous nous tenons à remercier le bon « Dieu » qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce travail qui est le fruit de notre vie éducative.

En second lieu, nous tenons spécialement adresser toutes nos gratitudes à notre promoteur, «Mr Metahari» et Co-promoteur « Mme Belmihoub » pour leur patience, leur disponibilité et surtout leur judicieux conseils durant toute la période du notre travail.

En troisième lieu, nous tenons à remercier les membres du juré d'avoir accepté d'examiner notre travail.

Nous remercions également toutes les personnes qui nous a aider durant cette période ; parents, amis, collègues, sans oublier ceux qui ont contribuer pour réaliser ce travail (les agriculteurs des Wilayas de Tlemcen et Boumerdès)

DEDICACES

On dédie ce modeste travail à :

Mes très chers parents que dieu les bénisse

Mes frères et sœurs

Tous mes cousins et cousines

Tous mes amis (es)

Toute la promotion 2020/ 2021

FATIMA & DJOUHAR

Liste des abréviations

CF : Coliformes fécaux

CT : Coliformes totaux

DBO₅ : Demande biologique en oxygène

DCO : Demande chimique en oxygène

EUE : Eau usée épurée

EUT : Eau usée traitée

F.A.O : Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture

MES : Matière en suspension

OMS : Organisation mondiale de la santé

ONA : Office national d'assainissement

ONID : Office national d'irrigation et drainage

REUE : Réutilisation des eaux usées épurées.

STEP : Station d'épuration

Liste des figures

Figure N° 1 : Situation géographique de la wilaya de Tlemcen.....	22
Figure N° 2: Photo de la station d'Ain l'houtz.....	24
Figure N° 3 : Wilaya de Boumerdès.....	25
Figure N° 4: Tranche d'âge des agriculteurs.....	30
Figure N° 5: Acceptation de l'irrigation avec les eaux usées traitées.....	30
Figure N° 6 : Cultures irriguées avec les eaux usées traitées.....	31
Figure N° 7: Confiance des agriculteurs à l'EUT.....	32
Figure N° 8: Systèmes d'irrigation.....	32
Figure N° 9 : Achat des produits irrigués par les eaux usées.....	33
Figure N° 10: Réalisation des économies.....	33
Figure N° 11 : Satisfaction de l'agriculteur du rendement.....	34
Figure N° 12 : Rendement et système d'irrigation.....	35
Figure N° 13 : Utilisation du guide de l'OMS.....	36
Figure N° 14: Risques de l'irrigation pour les agriculteurs.....	36
Figure N° 15 : Impacte de REUT sur la récolte.....	37
Figure N° 16 : Impact sur la qualité du sol.....	37
Figure N° 17 : Suivi par les organismes de gestion de l'eau.....	38
Figure N° 18 : Causes et danger de la REUT.....	38
Figure N° 19: Acceptation de la réutilisation des EUE.....	39
Figure N° 20: Site d'achat des fruits et des légumes.....	40
Figure N° 21: Critères de sélection d'achat des produits.....	40
Figure N° 22 : Acceptabilité de l'irrigation avec les eaux usées épurées.....	41

Figure N° 23: Qualité d'eau réutilisée	41
Figure N° 24 : Acceptation d'utilisation des eaux usées épurées dans le domaine agricole.....	42
Figure N° 25 : Importance donnée aux origines des produits	43
Figure N° 26 : connaissance de la réglementation de l'OMS	43

Liste des tableaux

Tableau N° 01 : Niveaux de risques associés de différentes cultures irriguées à partir d'eau recyclée.....	15
Tableau N° 02 : Recommandations microbiologiques de l'OMS 1989 pour les eaux usées destinées à l'irrigation (OMS., 1989).....	19
Tableau N° 03 : Age des agriculteurs de Tlemcen et Boumerdès	29

Sommaire

Introduction.....	1
--------------------------	----------

Chapitre I : Etude bibliographique

1. Contexte générale.....	3
2. Définition des eaux usées.....	3
2.1. Eaux domestiques.....	3
2.2. Eaux usées industrielles.....	3
2.3. Eaux de pluie et de ruissellement (pluviales).....	4
3. Composition des eaux usées domestique.....	4
4. Impact des eaux usées sur les écosystèmes.....	4
4.1. Impact sur la qualité sanitaire des récoltes.....	4
4.2. Impact sur la santé de bétail.....	5
5. Système d'épuration.....	5
5.1. Définition de l'épuration des eaux usées.....	5
5.2. Objectif principal de traitement d'eau d'épuration.....	5
6. Réutilisation des eaux usées épurées.....	6
6.1. Définition de la réutilisation des eaux usées épurées.....	6
6.2. REUE en agriculture.....	7
7. Les voies principales de REUE.....	8
7.1. REUE en industrie.....	8
7.2. REUE en zone urbaine.....	8

7.3. REUE pour la production d'eau potable	8
7.4. REUE et la recharge de nappe.....	8
8. Réutilisation des eaux usées épurées dans le monde.....	9
9. Réutilisation des eaux usées épurées en Algérie	10
10. Objectifs à long terme pour le développement de l'irrigation	11
11. Intérêt agronomique des eaux usées épurées.....	11
12. Risques liés à la réutilisation des eaux usées épurées en agriculture	12
12.1. Risque microbiologique	12
12.2. Risque chimique	13
12.3. Risques Environnement.....	14
13. Consommateur	16
13.1. Cultures légumières.....	16
13.2. Cultures fourragères	16
13.3. Personnel d'exploitation	16
14. Règlementation.....	17
15. Législation Algérienne	20

Chapitre II: Matériels et méthodes

1. Présentation de la région d'étude	22
1.1. Wilaya de Tlemcen.....	22
1.2. wilaya Boumerdès	24
2. Approche méthodologique pour la réalisation de l'enquête.....	27
2.1. Pré-enquête.....	27
2.2. Elaboration du questionnaire.....	27

2.3. Réalisation des enquêtes.....	27
------------------------------------	----

Chapitrer III : Résultats et discussions

1. Enquête auprès des agriculteurs pratiquant la REUE.....	29
1.1. L'acceptation de l'irrigation par les eaux usées traitées auprès des agriculteurs.....	30
1.2. Cultures irriguées par les eaux usées traitées	31
1.3. Confiance des agriculteurs en ces eaux.....	32
1.4. Systèmes d'irrigation utilisés	32
1.5. L'achat des produits irrigués par les eaux usées traitées.....	33
1.6. L'achat des produits irrigués par les eaux usées traitées.....	33
1.7. Satisfaction de l'agriculteur du rendement réalisé (quantitatif et qualitatif).....	34
1.8.Rendement change selon le système d'irrigation.....	35
1.9. L'utilisation du guide concernant les directives OMS pour l'utilisation sans risque des eaux usées épurées	36
1.10. Possibilité de risque avec l'utilisation des eaux usées par les agriculteurs.....	36
1.11. Réduction de la qualité des fruits, ainsi que de la diversité des récoltes.....	37
1.12. Impact sur la qualité du sol	37
1.13. Présence des organismes responsable de la gestion de l'eau avec les agriculteurs.....	38
1.14. Possibilité des risques sanitaire avec l'utilisation des EUE	38
2. L'enquêtent des consommateurs	39
2.1. Acceptabilité de l'utilisation des eaux usées épurées pour l'irrigation.....	39
2.2. Endroit du l'achat des fruits et légumes	40
2.3. Critères de la sélection d'achat des produits	40
2.4.Connaissance des produits irriguer, avec les eaux usées épurées	41

2.5. Qualité de l'eau utilisée pour l'irrigation	41
2.6. Acceptation d'utilisation des eaux usées épurées dans le domaine agricole.....	42
2.7. Demande de l'origine des produits par les consommateurs	43
2.8. Connaissance de la réglementation de l'OMS	43
Conclusion	44

Références bibliographiques

Introduction

Introduction

L'Algérie rejette chaque année 600 millions de m³ d'eaux usées ces eaux sont non seulement perdues mais qui accentuent la dégradation du milieu récepteur déjà bien fragile. En revanche, à l'instar d'un grand nombre de pays du bassin méditerranéen, elle accuse un déficit hydrique très inquiétant, et se situe parmi les pays les plus pauvres en matière des potentialités hydriques, qui sont en dessous du seuil théorique de rareté fixé par la Banque Mondiale à 1000 m³ par habitant et par an. Cette disponibilité décroît de 1500 m³ en 1962 à 500 m³ en 2009, et ne sera plus que de 430 m³ en 2020 (Ouanouki *et al.*, 2009). Face à cette situation, la réutilisation des eaux usées après traitement apparaît comme une alternative souhaitable afin de mobiliser les ressources en eau conventionnelles pour l'approvisionnement domestique et d'autres usages prioritaires de la population algérienne. Cependant, en Algérie, peu d'importance est accordée à l'épuration des eaux usées. En effet, pour un taux de couverture du réseau d'assainissement de l'ordre de 85 %, seuls 20% des eaux usées collectées en Algérie sont traitées. De plus, les ouvrages de traitement et d'épuration des eaux comprennent essentiellement une station d'épuration et des lagunes sont exclusivement destinées aux rejets dans le milieu sans objectif de réutilisation (Hartani, 2004).

Selon (Tamrabet ,2011), l'utilisation des eaux usées est une pratique très répandue dans la plupart des pays du monde et les pays méditerranéens, dont les principaux projets d'utilisation sont consacrés à l'irrigation agricole et la recharge des aquifères.

La réutilisation peut être considérée comme une partie intégrante de la lutte contre la pollution de l'environnement et de la stratégie de gestion de l'eau. Ces eaux récupérées peuvent être considérées comme une source précieuse d'eau. Elle peut présenter des avantages pour la santé publique, l'environnement, le développement économique et agricole (P.N.U.E., 2005). Selon (Berdai *et al.*, 2004), les eaux usées épurées présentent une valeur fertilisante appréciable. Les apports en matière organique par les eaux usées épurées permettent à long terme d'augmenter la fertilité naturelle du sol sur le plan physique, chimique et biologique.

Les travaux de (Bazza et Xanthoulis 2005), ont montré que les eaux usées épurées peuvent avoir des impacts défavorables, tels que la pollution du sol, des eaux souterraines et de surface, restent parmi les inconvénients potentiels les plus importants. De ce fait, en raison de la nature variable et de la composition de ressources hydriques, leurs réutilisations doivent être gérées soigneusement, surveillées et contrôlées par des spécialistes (Chenini *et al.*, 2005).

Cette réutilisation n'est pas banale. En effet, ces eaux véhiculent des pollutions qui posent des problèmes de santé publique, de conservation des sols et de protection de l'environnement, qui ne doivent être ni exagérés ni sous-estimés.

Notre objectif à travers cette étude est de contribuer à mieux évaluer les eaux usées traitées en Algérie, ainsi que l'impact de l'irrigation par les eaux usées traitées sur le rendement agricole, sur le sol et les systèmes d'irrigation utilisés du périmètre Ain El Houtz, Tlemcen et Zemmouri (boumerdès) d'une part, et du point de vue méthodologique, et en raison de la pluridisciplinarité et de la diversité des aspects de la problématique étudiée, ce travail est basé essentiellement sur l'appréciation de l'irrigation avec les eaux usées épurées auprès des consommateurs.

Pour cela nous avons divisé notre travail en trois principaux chapitres :

Le chapitre I traite essentiellement l'ensemble des généralités sur les eaux usées épurées et leur réutilisation. Il s'agit d'une synthèse de connaissances sur l'eau, Les ressources disponibles en eau dans le monde et en Algérie.

Le deuxième chapitre est consacré principalement aux différentes méthodes et techniques employées au cours de notre travail. En effet, nous avons tenté à présenter les deux régions d'études : Ain el Hout (Tlemcen) et Zemmouri (Boumerdès) : situation géographique, reliefs et précipitations ; pré-enquête et l'élaboration des deux questionnaires.

Le troisième chapitre comporte les principaux résultats et discussions ainsi que le questionnaire mis en place avec les agriculteurs et les consommateurs.

A travers cette répartition, et dans le souci de garantir une meilleure santé publique et de protéger l'environnement pour un développement durable, le besoin de promouvoir l'épuration des eaux usées domestiques et industrielles s'avère important et doit être pris en compte par les autorités administratives et politiques.

Pour en finir, nous avons terminé notre travail avec une conclusion générale.

Chapitre I :

Etude bibliographique

1. Contexte général

Devant la rareté de la ressource en eau, l'Algérie ne peut plus se permettre de tourner le dos à la ressource non conventionnelle et la potentialité de la réutiliser devant les énormes quantités d'eaux usées rejetées dans la nature ou à la mer. C'est donc à l'enracinement d'une nouvelle culture de l'eau qu'il faut s'atteler, pour espérer l'émergence d'une mentalité et d'un comportement nouveau. Un projet de réutilisation des eaux usées reste un projet d'utilisation d'eau. Les pluies, les eaux des barrages et des forages ne suffiront plus pour la satisfaction des besoins croissantes, ce qui explique aujourd'hui, l'ambition de l'Algérie de traiter un milliard de mètres cube d'eaux usées pour l'irrigation de 100 000 hectares. Pour le moment, l'Algérie, qui dispose d'un volume d'eau traité de 560 000 mètres cube, consacre seulement 65% des ressources hydriques au secteur de l'agriculture (MRE,2019).

2. Définition des eaux usées

C'est les eaux ayant été utilisé pour des usage domestique, industrielle ou agricole constituant donc un effluent pollué et qui sont rejeté dans le milieu naturel et dans un émissaire d'égout (Ramande 2000).

Les eaux usées regroupent les eaux usées domestiques les eaux de vanes et les eaux ménagères, les eaux de ruissellement, les eaux industrielles et les eaux usées d'usine (Baumonts *et al.*, 2004).

2.1. Eaux domestiques

Elles proviennent des différents usages domestique de l'eau est essentiellement porteuse de pollution organique. Elle serait partie des eaux ménagères qui ont pour origine les salles de bain et les cuisines, elles sont généralement chargées de détergent de graisse, de solvant, de débris organique.

2.2. Eaux usées industrielles

Issues des activités industrielles, telles que les eaux de refroidissement. En plus de matière organique azotée ou phosphorées elles peuvent contenir des produits toxiques, les solvants, des métaux lourds, des micropolluants organiques, et des hydrocarbures (Eckfelderw, 1982).

2.3. Eaux de pluie et de ruissellement (pluviales)

Les eaux de pluie ne sont pas exemple de pollution, au contact de l'air elle se charge d'une partie fumée industrielle, résidus de pesticides puis en ruisselant, des résidus déposés sur les toits et les chaussées des villes (huile de vidange carburant, résidus de pneus, métaux lourds).

Les eaux pluviales peuvent être collectées en même temps que les eaux domestiques ou bien séparément on parle alors de réseau unitaire ou séparatif (Belli,2020).

3. Composition des eaux usées domestiques

Elle se répartit en eaux ménagères qui ont pour origine des salles de bain et les cuisines ils sont généralement chargés de détergent, de graisse de solvant, de débris organiques et en eaux de Vannes. Qui sont les régies de toilette, chargés de diverses matières organiques azotées et de germes fécaux. La pollution journalière produite par une personne utilisant 150 à 200 litres d'eau est évaluée à 90 g de matière organique ou minérale en suspension dans l'eau sous forme de particules, 57 g de matière oxydable, 15 g de matière azotée, 4 g de phosphore issus de détergent, 1 à 10 milliards de germes par 100 millilitres.

Cette composition est extrêmement variable en fonction de leur origine en termes de concentration.

4. L'impact des eaux usées sur les écosystèmes

Les écosystèmes sont menacés par la mauvaise qualité de l'eau. La gestion des ressources en eau doit veiller au maintien des écosystèmes, l'utilisation des eaux usées épurées pour l'irrigation doit sauvegarder la qualité sanitaire et écologique des milieux récepteurs ordinaires et la mer.

4.1. Impact sur la qualité sanitaire des récoltes

La salinité est un paramètre essentiel pour juger la qualité de l'eau d'irrigation, la présence de sels dans la zone racinaire diminue le potentiel osmotique des plantes et par conséquent, leurs capacités à s'alimenter en eau (Stuckyenhyd, 2009).

4.2. Impact sur la santé de bétail

La stagnation d'eau usée traitée riche en azote sur le sol peut engendrer un impact sanitaire pour les animaux si ces derniers abreuvent de cette eau. (Direction d'hydraulique 2011).

5. Systèmes d'épuration

Pour pallier aux déficits régionaux en eaux conventionnelles et équilibrer le bilan hydrique, l'Algérie s'est engagée dans la mobilisation et la valorisation des eaux non conventionnelles, comme les eaux usées urbaines, les eaux de mer, les eaux saumâtres (Souak, 2009).

Le volume global d'eaux usées rejetées annuellement est évalué à près de 600 millions de mètres cubes en 2010 pour la seule agglomération du nord le chiffre passerait à près de 1150 millions de mètres cubes en 2020 les usages possibles sans théoriquement illimités.

- Irrigation ;
- Charge des aquifères ;
- Lavage de chaussée.

5.1. Définition de l'épuration des eaux usées

En assainissement l'épuration constitue le processus visant à rendre aux eaux résiduaires la qualité répondant aux exigences de milieu récepteur il s'agit donc d'éviter une pollution de l'environnement et non de produire de l'eau potable.

5.2. Objectif principal de traitement d'eau d'épuration

C'est de produire des effluents traités à un niveau approprié acceptable de point de vue de risque pour la santé humaine et l'environnement, le principe d'une station d'épuration des eaux résiduaires indépendamment du type de traitement réduit la charge organique et les solides en suspension et enlève les constituants chimiques des eaux usées qui peuvent être toxiques, ainsi que les constituants biologiques qui concernent la santé publique (Lehtihet, 2015).

L'objectif principal de traitement est :

- Avoir une nouvelle ressource d'eau ;
- Protéger l'environnement et l'écosystème ;
- Protéger des milieu répéteur et diminué contre les maladies sanitaires.

6. Réutilisation des eaux usées épurées

Le déversement sauvage des eaux usées dans le milieu naturel est à l'origine de graves problèmes de pollution biologique des nappes souterraines et des eaux de surface pour limiter les risques de pollution, l'organisation mondiale d'alimentation préconise de plus en plus à travers le monde, de réutiliser les eaux usées après un traitement partiel outotal (FAO, 2003).

La réutilisation des eaux usées traitées est une forme de valorisation d'un potentiel en eau très importante cette valorisation permet d'alléger le recours aux eaux conventionnelles et essentiellement les eaux souterraines très vulnérables (Lahache, 2005).

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

6.1. Définition de la réutilisation des eaux usées épurées

La réutilisation des eaux usées, ou recyclage consiste à récupérer des eaux usées après plusieurs traitements, destinés à éliminer des impuretés afin de stocker et d'employer cette eau à nouveau on peut utiliser des effluents traités des villes pour de nombreux usages :

- Irrigation agriculture (Arboriculture culture fourragère ou maraîchère privé) ;
- Industriel : circuit de refroidissement industrie textile ;
- Usages municipaux : lutte contre les incendies, lavage de voiture ;
- Production d'eau potable ;
- Recharge de nappe phréatique, pour lutter contre le rabattement des nappes et la protection.

Contre l'industrie des bisous salés en bord de mer (Belli F.Z., 2020).

6.2. REUE en agriculture

L'utilisation des eaux usées domestiques pour l'irrigation des terres agricoles est une pratique ancienne dans nombreuse pays du monde (Scottet *al.*, 2007 ; Condom *et al.*, 2012). Elle est connue depuis la fin du 19^{ème} siècle (FAO, 2003).

Cette pratique a commencé depuis quelques années à prendre de l'ampleur à cause de la rareté des eaux conventionnelles surtout dans les régions arides et semi-arides (Scottet *al.*, 2007 ; Condom *et al.*, 2012). En termes de surface, plus de 20 millions hectares des terres agricoles sont irriguées par les eaux usées épurées travers le monde (Derhoek, 2007). Les modalités de mise en œuvre pour l'usage des REUE sont multiples, il existe des périmètres irrigués exclusivement avecdes eaux usées épurées, d'autres périmètres mixtes (Rotbardt, 2011). La réutilisation des eaux usées en agriculture présente un intérêt certain, des risques de réutilisation ainsi que des impacts positifs notamment négatifs sur les sols et les cultures.

Dans le secteur de l'agriculture l'utilisation de l'eau non conventionnelle est une ressource additionnelle pour l'irrigation, de même que les eaux usées épurées sont une source d'élément fertilisant permettant une économie de l'engrais. Les eaux usées contiennent deséléments fertilisants :

- Azote, phosphore et potassium ;
- Des oligo-éléments (fer, cuivre, magnésium, zinc ...) ;
- Des matières en suspension.

L'irrigation avec des eaux usées constitue une sorte de fertigation, c'est-à-dire l'application combinée d'eau et de fertilisant via le système d'irrigation cette fertigation qui permet un apport fractionné et à faible dose des engrais est aussi bénéfique pour l'environnement car elle évite la pollution des sols et les dépenses au fertilisant. Ces bénéfices de la réutilisation peuvent être double :

- Au niveau économique car en plus d'une préservation quantitative de la ressource en eau, les agriculteurs font aussi des économies d'engrais.
- Au niveau écologique, car en plus de la diminution des rejets d'eau dans le milieu la pollution agricole diminue.

7. Les voies principales de REUE

7.1. REUE en industrie

La REUE en industrie peut être intéressante dans le secteur de l'énergie, dans le circuit de refroidissement fermé ou ouvert particulièrement pour les centrales électriques localisées à l'intérieur du pays loin de la mer. D'autres applications possibles comme l'industrie du papier la Production d'acier, de textile, industrie électronique est semis- conducteur... etc (Benblidia, M., 2011).

7.2. REUE en zone urbaine

Il existe de multiples exemples à travers le monde :

- L'arrosage des parcs, de terrain de sport, le terrain de golf, d'aires de jeux
- Les bassins d'agrément, bassins pour la pêche et la navigation de plaisance.
- Le lavage de voirie. Réservoirs anti incendie (Benblidia M., 2011).

7.3. REUE pour la production d'eau potable

La réutilisation et directe quand l'eau ne revient jamais dans le milieu naturel ; les eaux épurées sont, directement acheminées de la station d'épuration à l'usine de traitement pour l'eau potable. Ce mode de REUE sans passer par le traitement supplémentaire offert par le milieu naturel est déconseillé. La réutilisation et indirect quand elle consiste à rejeter des Affluents d'une STEP dans la retenue d'un barrage ou à les injecter dans une nappe pour servir des réservoirs naturels avant le traitement. (Stucky. Enhyd, 2009)

La production d'eau potable est l'aboutissement le plus extrême de la réutilisation des eaux usées épurées. Elle a lieu dans les zones arides ou semi- aride.

7.4. REUE et la recharge de nappe

Il existe deux moyens de recharger une nappe phréatique :

- Par percolation : le principal problème rencontré est celui des algues qui pullulent dans les bassins pour lutter contre le développement des algues, les solutions préconisées sont les poissons, algicide, teindre l'eau pour empêcher la photosynthèse.

- Par Recharge direct : l'eau est injectée dans la nappe par plusieurs puits. L'eau injectée est un mélange de deux tiers d'eau épurée et d'un tiers d'eau de nappe (Stucky, Enhyd, 2011).

8. Réutilisation des eaux usées épurées dans le monde

Dans les pays développés, l'usage planifié des eaux usées traitées est plus courant (Ouanouki *et al.*, 2009). La REUE a connu un développement rapide ces dix dernières années.

Une croissance des volumes de l'ordre de 10% à 29% par an en Europe, aux Etats unis et en Chine, et jusqu'à 41% en Australie (Tamrabet, 2011). Le volume journalier des eaux usées réutilisées est de 1,5-1,7 millions de m³ dans plusieurs pays comme la Californie, la Floride, ou la Chine. Certains pays européens méditerranéens ont aussi des objectifs ambitieux : réutiliser 100% des eaux usées à Chypre et à Madrid (Beupoil *et al.*, 2010).

Israël est un des pays du monde les plus pauvres en ressources propres, une revue bibliographique a montré qu'Israël est à l'avant-poste dans le domaine de l'usage planifié des eaux usées dans la mesure où en 2040, 70% de la demande en eau pour l'agriculture sera satisfaite à partir du traitement d'effluents (Ouanouki *et al.*, 2009). En Inde, environ 25% des eaux usées traitées et brutes sont utilisées en irrigation agricole (Tamrabet, 2011). La ville de Mexico utilise les effluents traités par ses stations d'épuration pour l'irrigation des parcs et des jardins publics (Peasey *et al.*, 2000).

Au Tunisie, l'utilisation des EUT est déclarée comme un objectif national et on vise un taux d'utilisation de 50 % dans l'agriculture irriguée (Neubert *et* Benabdallah, 2003). Une politique de réutilisation des eaux usées traitées (EUT) a été adoptée au début des années 80. En effet, sur 170 millions m³ d'eaux usées collectées par an, environ 40 millions m³ d'eaux usées traitées sont valorisés en agriculture (Belaid, 2010).

Au Maroc, le volume en ressources des eaux usées traitées est estimé à 300 millions de m³ dont 20% est réutilisées (Elmeknassi, 2013), les rejets épurés sont utilisés pour satisfaire les besoins des périmètres agricoles péri-urbains (Tamrabet, 2011).

9. La réutilisation des eaux usées épurées en Algérie

L'Algérie durant l'année 2019 a enregistré un volume de 12 325269 m³ d'eaux épurées ont servi à l'irrigation de 11.045 hectares de terres agricoles, soit un taux de la réutilisation des eaux usées épurées en agriculture (REUE) de 31 % du volume épuré.

Le potentiel de la réutilisation des eaux usées épurées à des fins agricoles à évoluer d'une manière significative, durant l'année 2020, Sur les 154 stations d'épuration exploitées par l'ONA (STEP) à travers les 44 wilayas, 16 stations sont concernées par la réutilisation des eaux usées épurées en agriculture. Aussi, le nombre de stations concernées par la réutilisation sera porté à 20 stations.

Selon l'ONA, la réutilisation sollicite une coordination étroite entre les différentes structures impliquées dans les opérations de réutilisation à tous les niveaux.

Pour les régions enclavées, l'ONA lance son propre produit, à savoir, le projet de fabrication locale et la commercialisation de stations monoblocs dont les études de faisabilité sont achevées.

Ce projet consiste en la réalisation d'une station d'épuration monobloc et modulaire d'une capacité unitaire de traitement de 150 équivalents habitants destinée au traitement des eaux usées des petites agglomérations, des bases de vie, des casernes militaires, et des complexes touristiques et hôteliers.

Le contexte général dans lequel s'opère l'activité agricole est actuellement caractérisé par les aspects suivants :

- Le pays tout entier est en pleine mutation des structures socio-économiques : l'économie de marché doit se substituer progressivement au système d'économie dirigée qui a prévalu pendant trois décennies ;
- Le statut foncier des exploitations agricoles n'est pas définitivement arrêté : pour le moment, l'essentiel des terres appartient toujours à l'État qui les met à la disposition d'exploitants privés ;
- La faillite du réseau public de distribution des approvisionnements agricoles n'a pas été compensée par la mise en place d'un réseau privé professionnel. Les approvisionnements sont assurés par un ensemble d'opérateurs recherchant des opportunités de marché les plus rémunératrices et qu'on ne peut pas considérer comme

de véritables professionnels ;Les libertés introduites, d'une part dans les prix à la production et d'autre part dans le domaine de l'importation, ont conduit à un développement systématique de la recherche du profit ponctuel immédiat, au détriment de l'établissement de relations commerciales stables (Belli, 2020).

10. Objectifs à long terme pour le développement de l'irrigation

Le secteur de l'Agriculture considérée comme le principal consommateur d'eau, dont la superficie irriguée est passée de 720 000 ha en 2005 à plus de 1 024 094 ha en 2014, cette croissance a engendré une augmentation de la demande en eau d'irrigation de 4 Milliards de m³ en 2005 à 6 Milliards de m³ en 2014.

Le programme pour le développement des GPI concerne environ 140 000 ha en projet (12 périmètres) dont 51 000 hectares sont actuellement en travaux d'aménagement (6 périmètres) Sur le programme en cours de réalisation, six nouveaux périmètres d'une superficie totale de 89 830 hectares sont en cours d'étude.

Les potentialités en eau et en sol du pays peuvent permettre, sous réserve de la mise en œuvre d'une politique adéquate, d'atteindre dans une vingtaine d'années un million d'hectares irrigués aux sahariennes dans lesquelles, la Niveau national. Plus de 250 000 ha de ces terres irriguées se situent au niveau des régions dernière expertise de l'Office du Sahara estime qu'une exploitation raisonnable des nappes fossiles permettrait d'en extraire plus de 5milliards de mètres cubes d'eau par an, sans trop déséquilibrer cet écosystème fragile.

Devant cette situation, accroissement continue du sol irrigué, le recours à l'utilisation des eaux usées épurées est devenu une solution alternative notamment pour les cultures arboricoles et fourragères au niveau des régions à faible disponibilité de la ressource en eau conventionnelle.

Pour cela, le Ministère des ressources en eau a engagé, depuis plus d'une décennie, la réflexionsur la réutilisation des eaux usées épurées (Belli, 2020).

11. Intérêt agronomique des eaux usées épurées

L'utilisation des eaux usées résiduelles domestiques pour la production agricole constitue à priori une démarche séduisante à plusieurs titres. Elle permet en effet, de valoriser l'eau et les matières fertilisantes qu'elle contient au lieu de les rejeter (Tamrabet, 2011).

L'eau usée traitée peut avoir des résultats agronomiques positifs (FAO, 2003). Selon (Abbou, 2010), l'azote, le phosphore, le potassium, et les oligo-éléments, le zinc, le bore et le soufre, indispensables à la vie des végétaux, se trouvent en quantités appréciables dans les eaux usées et constituent un paramètre de qualité important pour la valorisation des eaux usées épurées en agriculture. D'une façon générale. Une lame d'eau résiduelle de 100 mm peut apporter à l'hectare : de 16 à 62 kg d'azote, de 2 à 69 kg de potassium, de 4 à 24 kg de phosphore, de 18 à 208 kg de calcium, de 9 à 100 kg de magnésium et de 27 à 182 kg de sodium (Bouhane, 012).

12. Risques liés à la réutilisation des eaux usées épurées en agriculture :

Les risques liés à la réutilisation des eaux usées épurées en agriculteurs :

- Le risque microbiologique ;
- Le risque chimique ;
- Le risque environnemental.

Microbiologique, chimique ou environnementale. Ces risques sont MES, excès des nutriments (N, P, K), bactéries, helminthes, virus, les métaux lourds et la salinité (Abbou, 2010 ; Tamrabet, 2011).

12.1. Le risque microbiologique

12.1.1. MES : La plupart des micro-organismes pathogènes contenus dans les eaux usées est transportée par les MES qui les protègent de beaucoup de traitements, d'autre part, si les MES sont présentes en trop grande quantité, elles peuvent entraîner le bouchage des canalisations et systèmes d'irrigation.

12.1.2. Excès des nutriments : Les éléments nutritifs (azote, phosphore et potassium) peuvent être en excès par rapport aux besoins de la plante et provoquer des effets négatifs, aussi bien au niveau de la culture que des sols. Un apport d'azote excédentaire par rapport aux besoins des cultures, peut provoquer dans un sol très perméable la lixiviation du nitrate dans

Chapitre I : Généralités sur les eaux usées épurées et leur réutilisation

la nappe phréatique ; La concentration en phosphore dans les effluents secondaires varie de 6 à 15 mg/l. s'il y a excès, il est pour l'essentiel retenu dans le sol par des réactions d'adsorption et de précipitation, cette rétention est d'autant plus effective que le sol contient des oxydes de fer, d'aluminium ou du calcium en quantités importantes. La concentration en potassium dans les effluents secondaires varie de 10 à 30 mg/l et permet donc de répondre partiellement aux besoins.

12.1.3. Bactéries : La plus grande préoccupation associée à la réutilisation des eaux usées, même traitées, est la transmission potentielle de maladies infectieuses. Les eaux usées urbaines contiennent en moyenne environ 10^6 à 10^7 bactéries/100 ml. Des germes témoins de contamination fécale sont communément utilisés pour contrôler la qualité relative d'une eau ce sont les coliformes thermo-tolérants.

12.1.4. Virus : Les virus sont des parasites intracellulaires obligés qui ne peuvent se multiplier que dans une cellule hôte. On estime leur concentration dans les eaux usées urbaines comprise entre 10^3 et 10^4 particules par litre. Leur isolement et leur dénombrement dans les eaux usées sont difficiles.

12.1.5. Protozoaires : les protozoaires passent par une forme de résistance, les kystes, qui peuvent être véhiculés par les eaux résiduaires.

12.1.6. Helminthes : Les helminthes sont fréquemment rencontrés dans les eaux résiduaires. Dans les eaux usées urbaines, le nombre d'œufs d'helminthes peut être évalué entre 10 et 10^3 /l. Le stade infectieux de certains helminthes est l'organisme adulte ou larve, alors que pour d'autres, ce sont les œufs.

12.2. Risque chimique

Concernant les éléments traces métalliques : bore, fer, manganèse, zinc, cuivre et molybdène. L'irrigation, à partir d'eaux usées, va apporter ces éléments, mais aussi d'autres oligo-éléments, non indispensables à la plante tels que le plomb, le mercure, le cadmium, le brome, le fluor, l'aluminium, le nickel, le chrome et le sélénium.

12.2. 1. Salinité

Le principal critère d'évaluation de la qualité d'une eau naturelle dans la perspective d'un projet d'irrigation est sa concentration totale en sels solubles.

Les eaux usées épurées sont habituellement très salées, leurs utilisations pour l'irrigation nécessitent des suivis très ambitieux des impacts sur les sols et les cultures.

12.3. Les risques Environnement

Le mode d'irrigation a une influence directe sur le risque : ainsi, l'irrigation souterraine ou gravitaire peut nuire à la qualité des eaux souterraines et de surface. Des contaminations directes peuvent avoir lieu lors de la maintenance de systèmes. L'irrigation par aspersion crée des aérosols qui peuvent être contaminants. Afin de limiter l'impact sanitaire et psychologique de la réutilisation d'eaux usées pour irriguer des plantes destinées à la consommation humaine, les modes d'arrosage dits localisés sont recommandés (tableau 01 et 02), (Belli, 2020).

12.3.1. Impact de la REUT des eaux usées sur le sol

La réutilisation des eaux usées est justifiée dans beaucoup de cas, par le fait qu'elles contiennent divers éléments nutritifs pour le sol, notamment les composés à base de nitrates, de phosphore et de potassium.

L'utilisation des eaux usées épurées sur sol entraîne des variations importantes de la composition chimique du sol, notamment la salinité, la fertilité (N, P, K) et en certains éléments traces (Cu, Pb, Zn), la sodicité ainsi que les caractéristiques physiques des sols notamment la stabilité structurale. En plus la contamination des sols irrigués par les eaux usées épurées est constatée par nombreuses recherches. Les modifications observées après plusieurs apports conjugués d'eaux usées traitées sur le sol sont en relation directe avec leurs compositions chimiques.

Ces impacts sont d'importance particulière pour les agriculteurs puisqu'ils peuvent réduire la productivité, la fertilité et le rendement de leurs terres (Djeddi, 2007). Le sol doit rester à un bon niveau de fertilité chimique et physique, afin de permettre une utilisation durable à long terme et une agriculture rentable. Les problèmes prévus au niveau du sol sont :

- La salinisation ;
- L'alcalinité et la réduction de la perméabilité du sol ;
- L'accumulation d'éléments potentiellement toxiques ;
- L'accumulation de nutriments (FAO, 2003) ;

12.3.2. Impact de la REUT des eaux usées sur les cultures :

Nombreuses études sont réalisées sur l'effet de l'irrigation par les eaux usées traitées sur les cultures (OUNAIES *et al.*, 1992 ; CHENINI *et al.*, 2002 ; OUANOUIKI *et al.*, 2009 ;

Chapitre I : Généralités sur les eaux usées épurées et leur réutilisation

MOUHANNI *et al.*, 2011 ; TAMRABET, 2011 ; ANSES., 2012 ; OUAFAE *et al.*, 2012...), tous ces travaux se concordent sur l'impact positive de l'irrigation par les eaux usées épurées sur l'augmentation des rendements des cultures.

Les lignes directrices interdisent actuellement l'irrigation des eaux usées de légumes qui sont augmenté au niveau du sol ou avec une courte tige, et qui sont consommés crus, même lorsque les eaux usées sont traitées. Les cultures céréalières, les cultures fourragères et des arbres fruitiers nécessitent un traitement secondaire, les cultures industrielles nécessitent un traitement primaire (PEASEY *et al.*, 2000 ; FAO., 2003 ; Bouhane, 2012).

Tableau n° 01 : Niveaux de risques associés différentes cultures irriguées à partir d'eau recyclé

N 1 : Faible risque pour le consommateur mais Protection Requise pour les travailleurs Aux champs	2 : Risque moyen pour les Consommateurs et les Manutentionnaires	N 3 : Risque élevé pour les Consommateurs, les travailleurs et les manutentionnaires
Cultures industrielles non Destinées à la consommation Humaine (coton, sisal, etc. ...)	Pâturage et fourrages verts	Toutes les cultures consommées Sans cuisson et cultivées en Contact avec les eaux recyclées (Légumes frais tels laitue, Carottes, etc.)
Légumes et fruits cultivés Exclusivement pour la conserve Ou autres procédés qui Détruisent de façon efficace les Pathogènes	Cultures pour la consommation Humaine normalement consommées Après cuisson (pommes de terre, Betteraves, asperges, etc.)	
Cultures fourragères et autres Cultures destinées à l'alimentation animale séchées Au soleil et récoltées avant la Consommation Animale	Cultures pour la consommation Humaine dont la pelure n'est pas Consommée (agrumes, bananes, Noix, etc.)	

Source: World Bank, Wastewater irrigation in developing countries: health effects and technical solution, Technical Paper No. 51, 1986. (BRLLI,2020).

NP : Toutes cultures non identifiées comme haut risque si l'irrigation par aspersion est utilisée.

13. Consommateur

La protection du consommateur passe par une réglementation de la qualité sanitaire des eaux utilisées pour l'irrigation. D'autre part, la qualité bactériologique dépend des cultures pratiquées. Pour certaines, un niveau de 10⁴ à 10⁵ Bactéries coliformes sera acceptable pour d'autres, ce niveau pourra descendre à moins de 100 / 100 ml, nécessitant ainsi une Désinfection de l'eau (Maait, 1997).

13.1. Cultures légumières

Presque tous les cas d'épidémies cités dans la littérature concernent la consommation de végétaux crus et l'utilisation d'eaux résiduaires brutes, de matière de vidange ou de boues brutes. Compte tenu de l'efficacité des traitements d'épuration et de la désinfection, l'utilisation des eaux résiduaires sur des végétaux à consommer crus est inacceptable, quel que soit le stade de traitement (Maait, 1997). Des cas de contaminations fécales par l'intermédiaire de produits végétaux arrosés par des eaux usées brutes ont déjà été mis en évidence, même si cet exercice est difficile. Par exemple, Froese (1998) rapporte une étude faite par Herwaldt en 1997 dans laquelle une épidémie de Cyclosporiose (*Cyclospora cayentanensis*) a été corrélée à une consommation de framboises importées (Djeddi, 2007).

13.2. Cultures fourragères

L'utilisation des eaux résiduaires urbaines sur prairies pâturées doit être possible sous réserve de respecter un délai entre épandage et pâturage. Les problèmes posés par les bactéries ne semblent pas majeurs, seuls les parasites risquent d'empêcher cette utilisation et de la réduire à des eaux traitées désinfectées. Par ailleurs il serait intéressant d'avoir des informations sur le devenir des agents pathogènes dans l'ensilage. L'utilisation des eaux résiduaires sur prairies de fauche ne semble pas poser de grands problèmes (Maait, 1997, djeddi, 2007).

13.3. Personnel d'exploitation

Quelques études menées sur le risque sanitaire pour le personnel font ressortir que ce risque n'est pas plus élevé que pour le personnel travaillant sur les stations d'épuration (Maait, 1997 ; djeddi, 2007).

En cas des travailleurs agricoles, le risque est plus élevé pour les helminthes. En laboratoire, il a été mis en évidence que l'exposition aux entérovirus est plus élevée, même si sur le terrain il n'y a pas eu d'augmentation de cas cliniques ; 6 études listées par Devaux) montrent que les travailleurs agricoles sont légèrement plus exposés que la population normale ou que les personnels de station d'épuration et les égoutiers ; les nouveaux travailleurs sont plus sensibles que les anciens : il semble y avoir une adaptation immunitaire aux bactéries et aux virus (Clark *et al.*, 1981 in Baumont *et al.*, 2004 ; Djeddi, 2007).

14. Règlements

Comme pour tout projet hydraulique, les projets de REUT doivent répondre à des contraintes de transfert, de stockage et de qualité des eaux (notamment en matière de bactériologie, de salinité et de métaux lourds), donc pour garantir la protection de la santé publique, il est indispensable de mettre en place des normes et des réglementations strictes et adaptées à la spécificité des différentes cultures (Bouhanna, 2012).

14.1. Normes internationales

A l'échelle internationale, la réutilisation des eaux usées épurées est une pratique très répandue, nombreuses associations scientifiques ont mis des recommandations et normes pour une réutilisation de ces eaux sans danger. Parmi ces recommandations nous avons les recommandations OMS, Californienne, USEPA. (Bouhanna, 2012)

14.2. Normes de réutilisation OMS et Californiennes

Il existe deux grands groupes de normes : les recommandations de l'O.M.S., 1989 (Tableau n°2) et la réglementation californienne titre 22, (1978). L'objectif principal est d'éliminer les risques sanitaires. Ainsi, pour l'irrigation sans restriction, la pollution microbiologique des eaux usées utilisées doit, selon l'OMS, rester au-dessous de 1000 coliformes fécaux (CF)/100 ml et moins de 1 œuf d'helminthe/l. Le Titre 22 californien fixe des restrictions plus sévères, voire l'absence totale de germes-tests : moins de 2,2 coliformes totaux (CT)/100 ml (ABBOU, 2010).

Dans certains pays, les normes sont draconiennes pour les végétaux destinés à la consommation. L'Afrique du Sud exige une qualité d'eau potable pour cette application, l'état d'Arizona a introduit l'absence de virus comme nouveau paramètre microbiologique (FAO, 2003).

Chapitre I : Généralités sur les eaux usées épurées et leur réutilisation

Selon TAMRABET (2011), certains pays comme l'Australie, l'Italie, le Canada, Israël et certains pays du Golfe Arabe adoptent dans les grandes lignes l'approche californienne dans leur réglementation de réutilisation des eaux usées. Dans d'autres pays où la réglementation et les directives nationales de réutilisation des eaux usées n'existent pas, ils font, souvent, référence aux recommandations de l'OMS.

L'OMS a publié de nouvelles lignes directrices sur l'utilisation des eaux usées (WHO guidelines for the safe use of wastewater, excreta and Greywater), qui tiennent compte des situations locales et privilégient les moyens à prendre pour réduire au minimum les risques sanitaires posés par ces eaux. L'approche innove surtout parce qu'elle encourage l'adoption de mesures relativement simples pour protéger la santé à tous les maillons de la chaîne alimentaire (Bouhane, 2012).

Chapitre I : Généralités sur les eaux usées épurées et leur réutilisation

Tableau n° 2 : Recommandations microbiologiques de l'OMS 1989 pour les eaux usées destinées à l'irrigation (OMS., 1989).

Catégorie	Condition de Réalisation	Groupe exposé	Nématodes Intestinaux a (Nbre, D'œuf/litre) moyenne Arithmétique	Coliformes Intestinaux (nbre/100 ml) Moyenneb Géométrique	Procédé de Traitement Susceptible D'assurer la qualité Microbiologique Voulu
A	Irrigation de Cultures destinées à être consommées Crues, des terrains de sport, des Jardins publics	Ouvriers Agricoles Consommateur S, public	< =1	< = 1000d	Une série de bassins de stabilisation Conçus de manière à Obtenir la qualité Microbiologique Voulu ou tout autre Procédé de traitement équivalent
B	Irrigation des Cultures Céréalières, Industrielles et Fourragères, des Pâturages et des Plantations d'arbre E	Ouvriers Agricoles	< =1	Aucune Norme n'est Recommandée	Rétention en bassins De stabilisation Pendant 8-10 jours où Tout autre procédé d'élimination des Helminthes et des Coliformes Intestinaux
C	Irrigation localisée Des cultures de la Catégorie B si les Ouvriers agricoles Et le public n'est Pas exposé	Néant	Sans objet	Sans objet	Traitement préalable En fonction de la Technique D'irrigation, mais au Moins sédimentation Primaire.

A, Espèce *Ascaris* et *Trichuris* et ankylostomes.

B, Pendant la période d'irrigation.

C, une directive plus stricte (<200 coliformes intestinaux par 100ml) est justifiée pour les pelouses avec lesquelles le public peut avoir un contact direct, comme les pelouses d'hôtels.

Chapitre I : Généralités sur les eaux usées épurées et leur réutilisation

D, Cette recommandation peut être assouplie quand les plantes comestibles sont systématiquement consomméesAprès une longue cuisson.

E, dans le cas d'arbres fruitiers, l'irrigation doit cesser deux semaines avant la cueillette et les fruits tombés nedoivent jamais être ramassés. Il faut éviter l'irrigation par aspersion. (Bouhane,2012).

14.3. Réglementation algérienne pour l'utilisation des eaux usées en agriculture

La loi n°05-12 du 04 Août 2005, relative à l'eau, a institué la concession de l'utilisation desEaux usées épurées à des fins d'irrigation (JO n°60-année 2005), Le décret n°07-149 du 20 mai 2007 fixe les modalités de concession de l'utilisation des eauxUsées épurées à des fins d'irrigation ainsi que le cahier des charges-type y afférent.

Les arrêtés interministériel u 02 janvier 2012 qui prennent en application les dispositions de l'article 2 du décret exécutif n°07-149, publiés en Janvier 2012 par le ministère des ressourcesen eau. (JO n°41) Ces arrêtés fixent :

- ❖ Les spécifications des eaux usées épurées utilisées à des fins d'irrigation et notamment en ce qui concerne les paramètres microbiologiques et les paramètres physico-chimiques
- ❖ La liste des cultures pouvant être irriguées avec des eaux usées épurées.
- ❖ La norme Algérienne N°17683 « Réutilisation des eaux usées épurées à des fins agricoles, municipales et industrielles - Spécifications physico-chimiques et biologiques » est disponible au niveau de l'Institut Algérien de Normalisation IANOR ;
- ❖ La REUE sollicite une coordination étroite entre les différentes structures impliquées dans lesopérations de réutilisation à tous les niveaux.

15. Législation Algérienne

La réglementation algérienne est assez succincte concernant la réutilisation des eaux usées épurées. Les textes de la loi n° 05/12 du 04 Août 2005 relative à l'eau sont :

- ✓ Art. 2.- Les objectifs assignés à l'utilisation, à la gestion et au développement durable des ressources en eau visent à assurer :la préservation de la salubrité publique et la protection des ressources en eau et des milieux aquatiques contre les risques de pollution à travers la collecte et l'épuration des eaux usées domestiques et industrielles ainsi que des eaux pluviales et de ruissellement dans les zones urbaines.
- ✓ Art. 4.- les eaux usées épurées et utilisées dans un but d'utilité publique font partie du domaine public hydraulique naturel.
- ✓ Art. 43.- conformément aux dispositions des articles 48 à 51 de la loi n° 03-10 du 19 Joumada El-Oula 1424 correspondants au 19 Juillet 2003 relative à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable, les milieux hydriques et les écosystèmes aquatiques doivent être protégés de toute forme de pollution susceptible d'altérer la qualité des eaux et de nuire à leurs différents usages.
- ✓ Art. 46.- Sont interdits : tout déversement ou rejet d'eaux usées e toute nature dans les puits, forages, galerie de captage, fontaines et abreuvoirs publics, oueds à sec et canaux.
- ✓ Art. 52.- Les caractéristiques techniques des systèmes d'épuration des eaux usées sont fixées par voie réglementaire en prenant en compte notamment les critères relatifs aux agglomérations, aux possibilités d'utilisation des eaux épurées, aux risques de contamination et de pollution.
- ✓ Art. 77.- Sont soumises au régime de la concession d'utilisation des ressources en eau, les opérations portant sur la réalisation d'infrastructures destinées à l'utilisation d'eaux usées épurées pour des usages agricoles individuels ou collectifs ou pour des usages industriels.
- ✓ Art. 82.- Les cahiers de charges portant sur la concession d'utilisation des eaux usées épurées pour l'irrigation de certaines cultures ou l'arrosage d'espaces vert doit tenir compte des mesures préventives liées aux risques sanitaires et aux impacts sur l'environnement.
- ✓ Art. 93.- Des aides et soutiens de toute nature peuvent être accordés aux personnes physiques ou morales, de droit public ou privé, qui initient et mettent en œuvre des opérations portant notamment sur l'utilisation des eaux usées épurées en vue de valoriser les eaux traitées.
- ✓ Art. 130.- L'utilisation des eaux usées brutes pour l'irrigation est interdite. (Journal officiel de la république Algérienne n° 60, 2005).

Chapitre II:

Matériels et méthodes

1. Présentation de la région d'étude

Les régions dans les quelle on réaliser notre étude c'est la wilaya de Tlemcen et Boumerdès car les agriculteurs de ces wilayas utilisant les eaux usées épuré pour l'irrigation.

1.1.Wilaya de Tlemcen

La Wilaya de Tlemcen est située sur le littoral Nord-ouest du pays et dispose d'une façade maritime de 120 km. C'est une wilaya frontalière avec le Maroc, avec une superficie de 9017,69 km². Le Chef-lieu de la wilaya est situé à 432 km à l'Ouest de la capitale, Alger .Est une wilaya d'Algérie en Afrique du Nord. Elle compte 949 132 habitants sur une superficie de 10 182 km², La densité de population de la Wilaya de Tlemcen est donc de 93,2habitant par km².

Tlemcen, Maghnia et Mansourah sont les plus grandes villes de la Wilaya de Tlemcen parmi les 53 villes qui la compose. Le Climat semi-aride sec et froid est le climat principal de la Wilaya de Tlemcen.



Figure 1 : Situation géographique de la wilaya de Tlemcen(fr.wikipedia.org)

La wilaya se situe à l'extrémité nord-ouest du pays et occupe l'Oranie occidentale, elle s'étend du littoral au Nord à la steppe au Sud. Elle est délimitée :

- Au nord, par la Méditerranée ;
- À l'ouest, par le Maroc;
- Au sud, par la wilaya de Naâma ;
- à l'est, par les wilayas de Sidi-Bel-Abbès et Aïn Témouchent.

1.1.1. Climat

Cet agencement géologique va servir de couloir à l'air marin qui va tempérer la rigueur des hivers et la chaleur des étés. La région de Tlemcen s'inscrit comme un îlot arrosé au milieu des zones semi-arides de la Moulouya marocaine à l'Ouest, Sidi-Bel-Abbès et Mascara à l'Est et d'El Aricha au Sud.

La wilaya de Tlemcen a un climat méditerranéen dominant, reposant sur l'opposition entre un hiver océanique où la wilaya est ouverte aux dépressions maritimes et un été désertique qui provoque la remontée et le stationnement d'une chaleur persistante durant toute la saison. La pluviométrie est d'une manière générale soumise à une double irrégularité inter saisonnière et interannuelle. En outre, elle a deux autres climats semi-arides, un chaud et un autre froid.

1.1.2. Ressources hydriques

La wilaya de Tlemcen comprend les barrages suivants :

- Barrage d'El Meffrouch ;
- Barrage de Sikkak ;
- Barrage de Béni Bahdel ;
- Barrage de Hammam Bouhrara ;
- Barrage de Sidi Abdelli.

Ces barrages font partie des 65 barrages opérationnels en Algérie.

1.1.3. Présentation de la station D'épuration D'Ain el houtz

1.1.3.1. Situation géographique

La station d'épuration de la ville de Tlemcen se situe au nord du chef-lieu de wilaya, à l'ouest de la commune de chetouane sur la route menant vers le village d'Ain El houtz. Conçue pour une population de 150 000Eq/hab et d'une capacité de 30 000m³/elle réalisée par l'entreprise nationale hydrotraitement et mise en service le 05 novembre 2005. Elle est gérée et exploitée actuellement par l'Office national de l'Assainissement (ONA).

La station d'épuration de la ville de Tlemcen (Figure 2) est de type **Boues activées à faible charge** dans le traitement biologique des effluents, on fait généralement une oxydation directe des matières organiques des eaux usées à partir de l'oxygène dissous dans l'eau.



Figure 2 : photo de la station d'Ain l'houtz (dapace.univ.telemcen.dz)

- Les objectifs de la station d'épuration sont multiples :
 - ❖ Lutter contre les maladies à transmission hydrique
 - ❖ Protection de l'environnement
 - ❖ Préservation de la qualité des eaux
 - ❖ Réutilisation des eaux usées épurées dans l'irrigation.

1.2. Wilaya Boumerdès

1.2.1. Situation géographique

La wilaya se situe au nord du pays sur 100 km du littoral à 45 km d'Alger. Boumerdès est une wilaya côtière du centre du pays qui s'étend sur 1 456,16 km² avec 100 km de profil littoral allant du cap de Boudouaou El Bahri à l'Ouest, à la limite Est de la commune de Afir. Elle est délimitée :

- Au nord, par la Méditerranée ;
- à l'ouest, par les wilayas d'Alger et de Blida ;
- À l'est, par la wilaya de Tizi Ouzou ;
- Au sud, par la wilaya de Bouira.

Le chef-lieu de wilaya, la ville de Boumerdès (**Figure N°3**), est située à 45 km à l'est de la capitale Alger, à 52 km à l'ouest de Tizi Ouzou et à 25 km au nord de Bouira.

tonnes de boues résultant de traitement les eaux usées en engrais agricoles, a jouté le même responsable.

Trois (3) stations principales d'assainissement les eaux usées sont implantées à Boumedès, Thénia et Zemmour. Elles sont raccordées à 12 stations de pompage les eaux usées, sises dans autant de localités, selon les données fournies par l'office, qui compte, en outre, 4 stations secondaires d'épuration dans les communes de boudouaou, baghlia, les issers et boumerdés.

1.2.2. Présentation des Station d'épuration de Boumerdes

La wilaya de Boumerdes dispose de trois stations d'épuration des eaux usées (STEP) localisées à Boumerdes, Thénia et Zemmouri, elles traitent les eaux usées par le procédé des **boues activées à faible charge**, ces stations produisent un volume d'eau très important de qualité conforme aux normes de rejet dans les milieux récepteurs naturels, L'objectif de ce travail est de renforcer les capacités de mise en œuvre et de gestion du système d'épuration des eaux usées à boues activées dans la wilaya de Boumerdes à travers l'acquisition d'informations et connaissances sur les nouveaux concepts de gestion intégrée des eaux usées et les options de valorisation et de traitement, afin de réduire les risques sanitaires et environnementaux, protéger les ressources naturelles contre la pollution résiduelle, et de concevoir et de mettre en œuvre un plan global pour l'évacuation et le traitement de la totalité des eaux usées et leur réutilisation Les résultats des analyses physico-chimiques ont donc montré que les eaux usées épurées répondent pratiquement aux normes de l'OMS, ce qui encourage sa réutilisation dans plusieurs domaines L'analyse en composantes principales appliquée aux données a montré que les eaux épurées des trois stations s'articule sur les paramètres physicochimiques suivant : Température, pH, DBO5, DCO et MES sur lesquels dois se base l'étude de la qualité de l'eau des stations d'épuration de la wilaya de Boumerdes.

1.2.3. Station de Zemmouri

La STEP de Zemmouri est implantée sur un ancien terrain agricole dans la commune de Zemmouri au sud-ouest de la wilaya de Boumerdes avec une superficie totale de 6036.30 m² dont 40 % du site est occupé par des espaces verts. Dans ce travail, des analyses on était effectuées sur les eaux résiduaires urbaines de la station de Zemmouri pour déterminer le rendement d'élimination de la charge polluante qui ont permis de conclure que plus de 94 %

de la charge polluante est éliminée, témoin d'un bon rendement et de l'efficacité de traitement utilisé au niveau de la station d'épuration (Traitement biologique à boue activée).

2. Approche méthodologique pour la réalisation de l'enquête

La démarche méthodologique retenue est basée sur la réalisation des enquêtes au niveau de différentes fermes du périmètre de mise en valeur irrigués par les eaux usées épurées rejetées par la station d'épuration. Le travail vise à définir l'importance de l'usage des eaux épurées, le mode d'utilisation et les difficultés rencontrées ainsi que la relation entre les agriculteurs et les structures hydro-agricole publics. L'étude a été effectuée en trois phases.

2.1. Pré-enquête

La pré-enquête est consacrée à l'exploration des informations recueillies auprès des structures concernées, telles que l'office national d'assainissement (O.N.A.) on a élaboré 2 enquête une pour les agricultures l'autre pour les consommateurs.

2.2. Elaboration du questionnaire

Nous avons établi un plan d'enquêtes à l'aide des renseignements recueillis dans la pré-enquête et les travaux de recherches similaires.

➤ Le plan d'enquêtes des agricultures est subdivisé en deux grandes parties :

La première est consacrée à l'identification de l'exploitant et la deuxième a l'exploration de l'exploitation, notamment la conduite de l'irrigation avec les eaux usées épurées et leurs impacts sur le sol, les cultures, les maladies, les difficultés rencontrées, les relations avec les structures de vulgarisation, etc.

➤ Le plan d'enquêtes des consommateurs est subdivisé en deux grandes parties :

La première est consacrée à l'identification du consommateur et la deuxième l'acceptabilité des consommateurs de REUE dans l'agriculteur et la fréquence d l'achet des produits irrigué avec des eaux usées épuré, les maladies, ...etc.

2.3. Réalisation des enquêtes

Les enquêtes sont réalisées durant un mois, **du 1 au 31 mai 2021**. Il faut souligner que les enquêtes des agriculteurs reposent sur un échantillon composé de 31 exploitations, choisis en fonction des paramètres suivant :

- La nature des eaux d'irrigation ; épurée ou conventionnelle ;
- La date d'installation et la durée d'application de l'irrigation ;
- La disponibilité des exploitants au niveau des périmètres.

L'enquête des consommateurs reposent sur un échantillon composé de 200 consommateurs choisis en fonction des paramètres suivant :

- Niveau d'instruction ;
- La fréquence d'achat des produits irrigué avec EUE ;
- Critères de la sélection pour acheter de fruits et légumes ;
- A base des maladies sanitaire a transmission hydrique.

Chapitre III :

Résultats et discussions

1. Enquête auprès des agriculteurs pratiquent la REUE

Notre but à travers ce questionnaire est de cerner les multiples caractéristiques concernent, les risques attendus, l'impact sur l'agriculture et sur l'environnement, sol ainsi que les fruits.

Nous avons préparé ce questionnaire pour qu'il soit à la portée de tous les agriculteurs, pour cela dans la wilaya de Tlemcen et Boumerdès nous avons choisi 31 agriculteurs de sexe masculin de différents âge (35 ans – 65ans), l'enquête nous a permis de trancher par niveau d'instruction, ou environ de 33,34 % ont un niveau secondaire et 41,66% ont un niveau moyen, et avec un pourcentage de 25% ont un niveau supérieur et aucun niveau autodidacte. et à propos de niveau d'instruction des agriculteurs de la wilaya de Boumerdes, on a environ 30% ont un niveau secondaire et 15% ont un niveau moyen et 55% ont un niveau autodidacte et aucun niveau supérieurs.

Tableau 3 : Age des agriculteurs

Tlemcen	Age des agriculteurs (ans)	35-45	45-55	55-65
	Pourcentage (%)	16,67	33,33	50
Boumerdès	Age des agriculteurs (ans)	35-45	45-55	55-65
	Pourcentage (%)	26,33	42,1	31,57

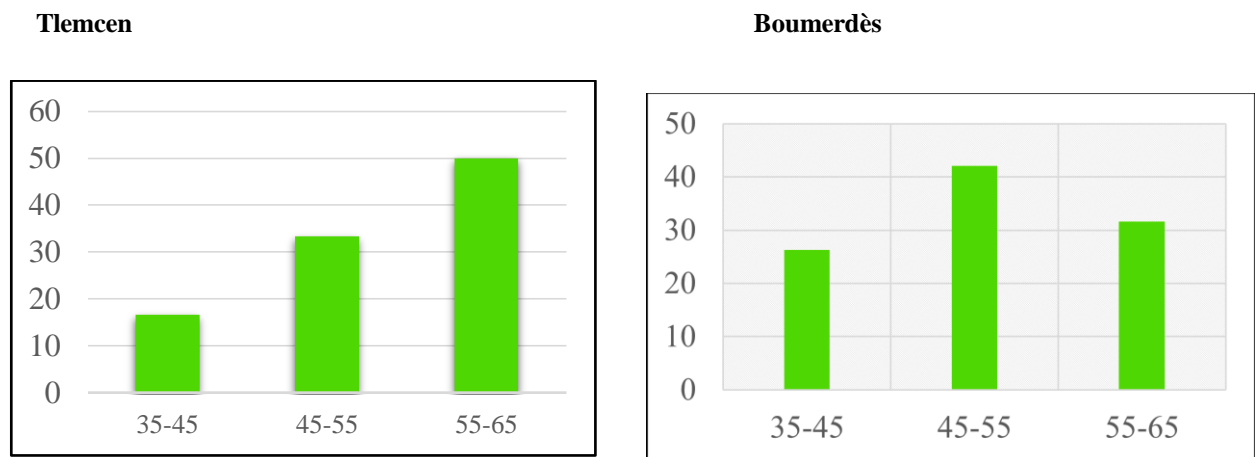


Figure 4 : La tranche d'âge des agriculteurs

1.1. L'acceptation de l'irrigation par les eaux usées traitées auprès des agriculteurs

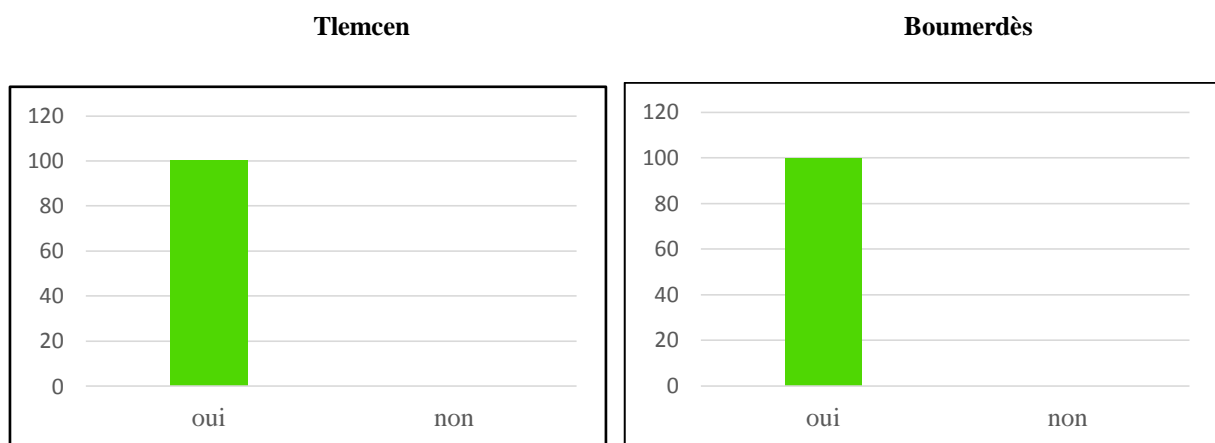


Figure 5 : L'acceptation de l'irrigation par les eaux usées traitées

La réponse à cette première question, était 100% oui, concernant les agriculteurs des deux wilayas à savoir Tlemcen et Boumerdès. De plus, ces agriculteurs sont convaincus par cette nouvelle méthode d'irrigation (EUE), pourra leur ouvrir plusieurs horizons, en se basant sur leur expérience.

1.2. Cultures irriguées par les eaux usées traitées

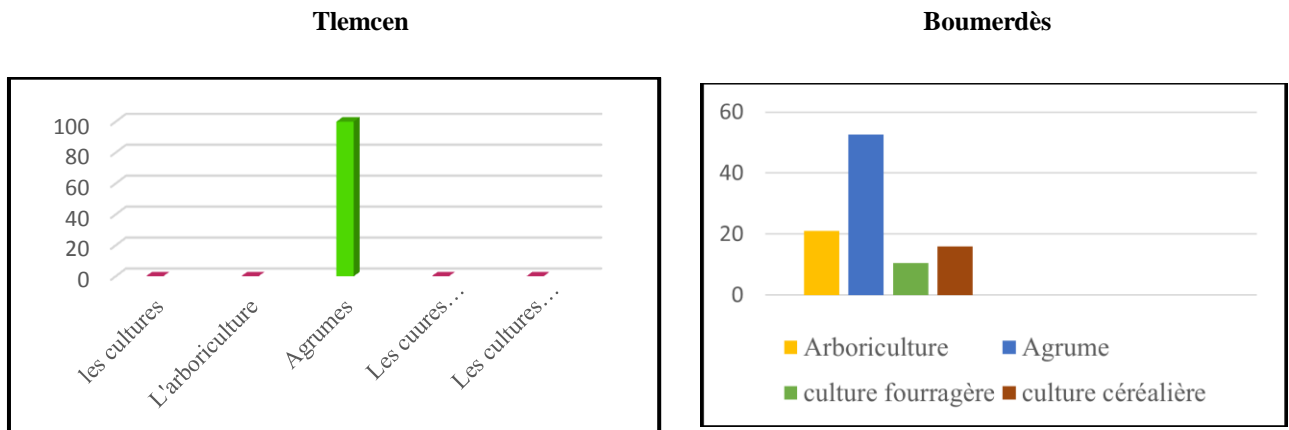


Figure 6 : Les cultures irriguées par les eaux usées traitées

Nous constatons suite à la lecture de la **figure 6**, que les agriculteurs de la wilaya de Tlemcen irriguent seulement les Agrumes avec les eaux usées épurées de la STEP de Ain Elhout. Cela ne peut s’expliquer que par la disponibilité de l’information et l’orientation pour les agriculteurs par l’ONID (Office National d’Irrigation et de Drainage) de ne pas utiliser ces eaux usées épurées pour les autres cultures. Par contre, les agriculteurs de la wilaya de Boumerdès irriguent toutes les autres cultures à savoir (Arboriculture, culture fourragère et culture céréalière). Cela pourrait s’expliquer également par l’absence de toute orientation et information de la part de l’ONID pour les exploitants agricoles de cette wilaya.

Selon les statistiques de L’ONID (Office National de l’Irrigation et du Drainage) de Tlemcen, l’utilisation des EUE pour les Agrumes est très bénéfique sur le plan rendement. Par exemple, le 13 /14Mai 2015, les récoltes des Agrumes ont doublés de 60 Q/HA à 120 Q/ HA (ONID). En revanche, dans la figure 10, nous remarquons que le rendement des cultures Arboriculture, culture fourragère et culture céréalière de la wilaya de Boumerdès paraît faible comparativement aux Agrumes, ce qui confirme l’intervention positive de l’ONID dans l’orientation des Agriculteurs dans le domaine de l’irrigation par les EUE.

1.3. Confiance des agriculteurs en ces eaux

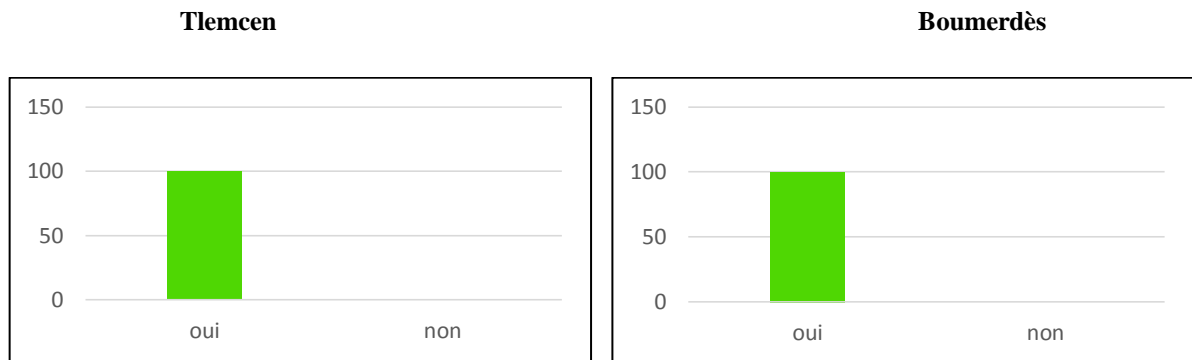


Figure 7 : confiance des agriculteurs à l'EUT

Les agriculteurs font confiance, parce qu'il sont conscients que c'est l'avenir, il y'a beaucoup d'agriculteurs instruits qui ont une idée sur la valeur réelle de l'eau, car il viendra un jour ou l'eau se fera rare pour cela, ils sont pour la préservation et la conservation de l'eau douce.

1.4. Systèmes d'irrigation utilisés

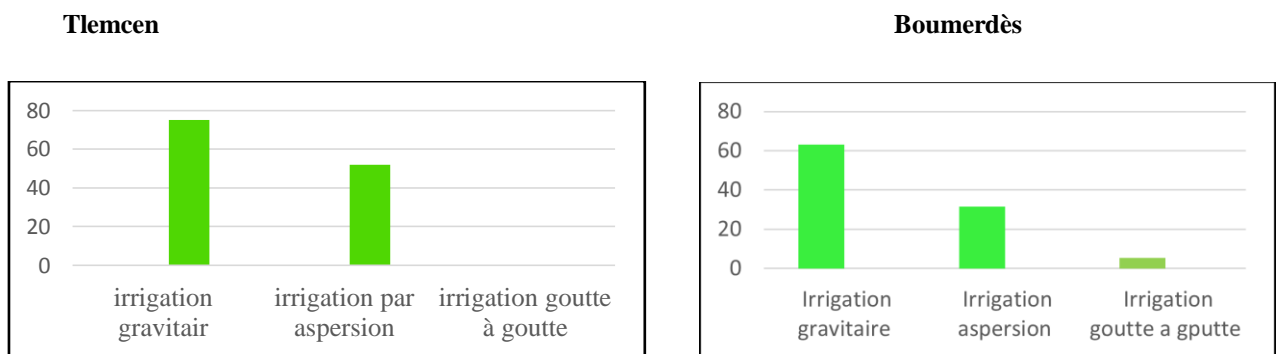


Figure 8 : Les systèmes d'irrigation

A propos de cette question, nous avons remarqué que les agriculteurs de la wilaya de Boumerdès ont penchés pour les trois types d'irrigation gravitaire, aspersion et goutte à goutte. D'après l'enquête, nous avons (63,17%) pour l'irrigation gravitaire, (31,57%) par aspersion et (6,25 %) pour la méthode d'irrigation goutte à goutte. Par contre, dans la wilaya de Tlemcen, selon l'enquête nous constatons que les agriculteurs ont penché seulement à l'irrigation gravitaire (75%) et par aspersion (25%) et l'absence totale de l'irrigation de type goutte à goutte.

1.5. L'achat des produits irrigués par les eaux usées traitées

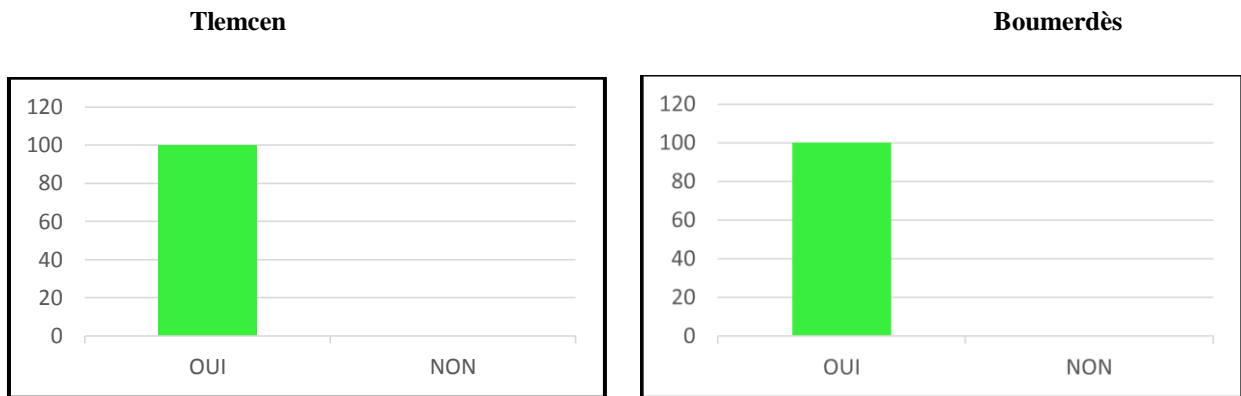


Figure 9 : L'achat des produits de terre irrigués par les eaux usées

Le consommateur doit prendre sa décision en se basant sur ces connaissances, pour cela la sensibilisation des gens est très importante pour passer le message de la fiabilité de ces eaux épurées dans l'agriculture ainsi que le respect réel de l'agriculture de la réglementation de l'OMS.

1.6. L'achat des produits irrigués par les eaux usées traitées

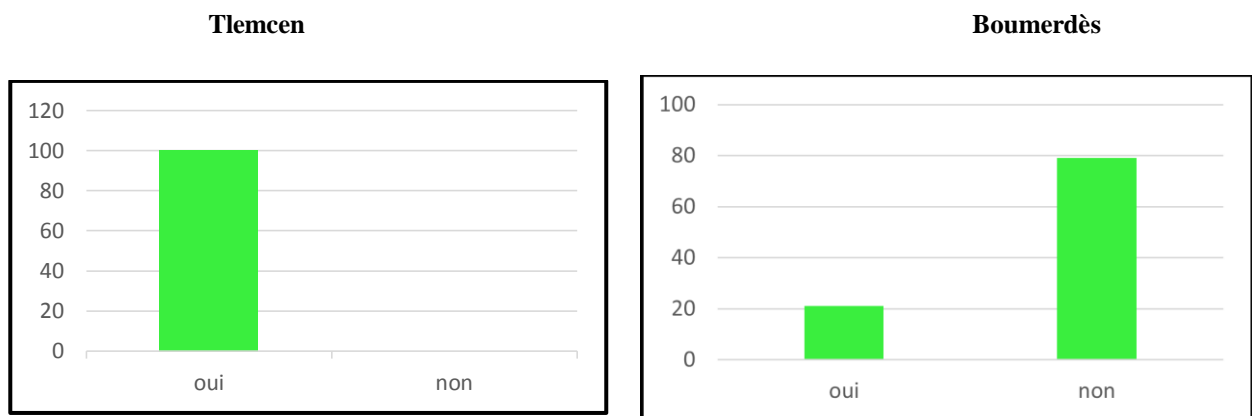


Figure 10 : La réalisation des économies

La réutilisation des eaux usées épurées a permis aux agriculteurs de réaliser des gains ce que concerne les engrais, selon les études et l'expérience pratique sur les eaux usées épurées elle est composée d'une grande quantité de fertilisants (macronutriment N, P, K, Ca, Mg et micronutriment Fe, Zn, Cu), il faut simplement travailler dans l'énorme.

La lecture de la figure 15 nous a permis de constater que les réponses étaient 100% oui pour les agriculteurs de Tlemcen, contrairement à ceux de Boumerdès là où nous pouvons

observer que les réponses étaient 80 % oui et 20 % non. Ceci est dû à la non disponibilité de l'information pour les exploitants de cette wilaya.

Par exemple, le choix de la lecture doit se faire en fonction du contenu en N (l'Azote) des eaux usées traitées. Si la quantité d'Azote présente dans l'eau usées n'est pas suffisante, un supplément d'engrais est alors nécessaire pour atteindre un rendement culturel satisfaisant.

1. 7. Satisfaction de l'agriculteur du rendement réalisé (quantitatif et qualitatif)

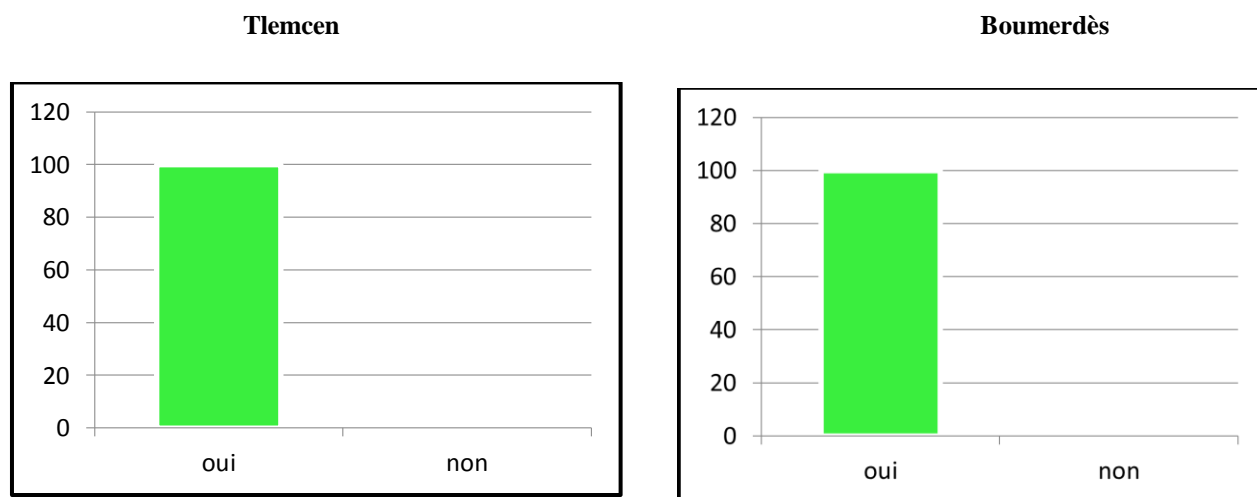


Figure11 : La satisfaction de l'agriculteur du rendement

Tout le monde cherche à réaliser du profit, l'agriculteur à travers la récolte réalisée avant et après l'utilisation des eaux usées épurées, il est sûr que le rendement est meilleur parce qu'il a réalisé un résultat à travers l'expérience, en respectant la réglementation.

Selon la figure suivante, nous pouvons dire que le taux de satisfaction des agriculteurs du rendement des deux wilayas est le même.

1.8. Rendement change selon le système d'irrigation

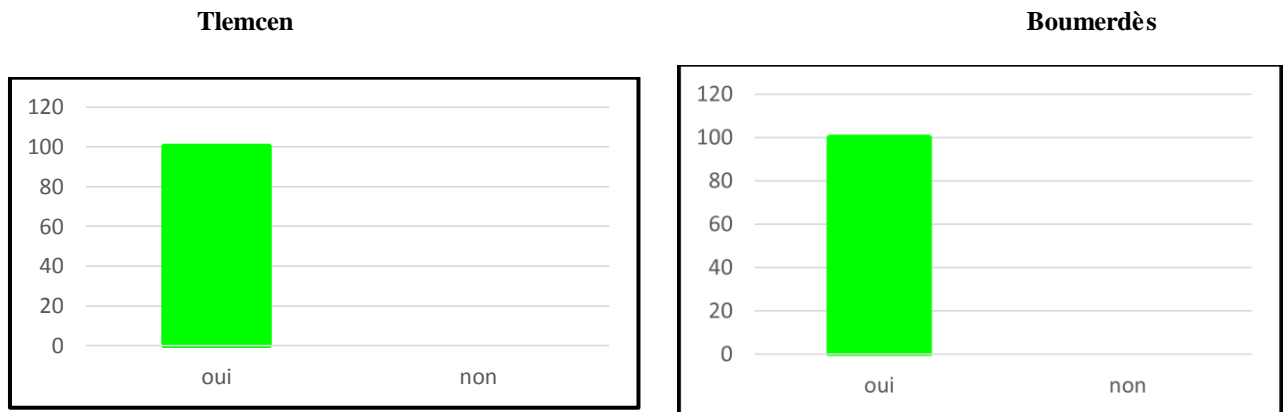


Figure12 : Rendement et système d'irrigation

Tous les agriculteurs doivent être formés aux techniques d'irrigation des eaux usées : irriguer par gravité c'est une méthode moins efficace mais plus utilisée, et irriguer par aspersion, est plus moderne et plus efficace, sans oublier, l'aide à la base de l'irrigation au goutte à goutte qui est l'eau est nécessaire seulement à la plante et qu'il est inutile d'irriguer les espaces entre elles.

Le rendement diffère selon le système d'irrigation utilisé, l'agriculteurs est amené dans le cadre de ses activités à réfléchir sur un projet d'irrigation, sa mise en œuvre et la conduite des installation, afin de procéder au choix entre différentes solution et la prise de décision, les information concernent les déférents système d'irrigation existant, les usages de l'irrigation, le calendrier d'irrigation, le bilan hydrique, les besoin en eau des cultures et du sol pour mieux gérer sa production.

Dans les deux wilayas (Tlemcen et Boumerdès), les réponses des agriculteurs étaient 100% oui pour que le rendement se diffère d'une méthode à une autre.

1.9. L'utilisation du guide concernant les directives OMS pour l'utilisation sans risque des eaux usées épurées.

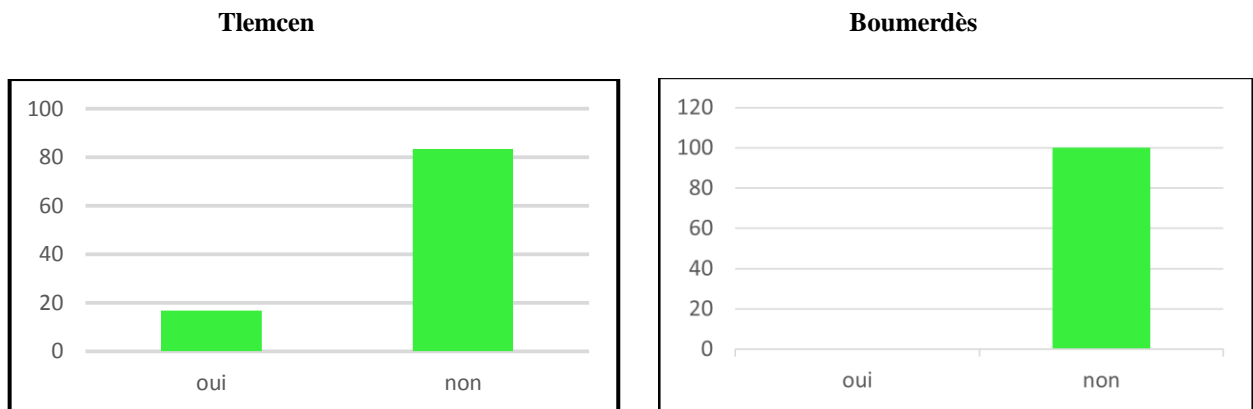


Figure13 : Utilisation du guide de l'OMS

A travers cette question on remarque, que les agriculteurs de la wilaya de Tlemcen ont irrigué leurs cultures avec les EUT tout en étant formés sur les conséquences et leurs risque attendus de ces eaux ; c'est vrai un faible pourcentage (16%) utilise le guide concernant les directives OMS, mais la majorité des agricultures travaillent avec le programme de formation et de sensibilisation. Par contre nous remarquons que les exploitants agricoles de la wilaya de Boumerdès ne travaillent pas avec le guide de la directive OMS.

1.10. possibilité de risque avec l'utilisation des eaux usées par les agriculteurs

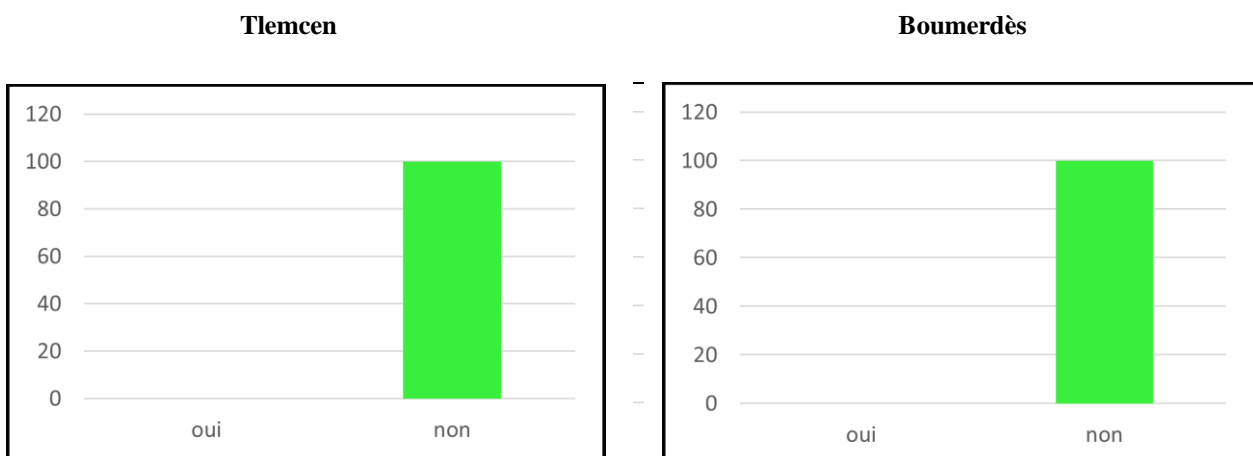


Figure14 : Les risques de l'irrigation pour les agriculteurs

Suite aux réponses des agriculteurs, l'irrigation avec les EUT n'engendre aucun risque sur eux, leurs réponses sont en relation directe avec la formation qu'ils ont faite, l'expérience acquise et le réel respect de la réglementation. La lecture de la figure 21, nous a permis d'observer les mêmes réponses des agriculteurs des deux wilayas (Tlemcen et Boumerdès).

1.11. Réduction de la qualité des fruits, ainsi que de la diversité des récoltes

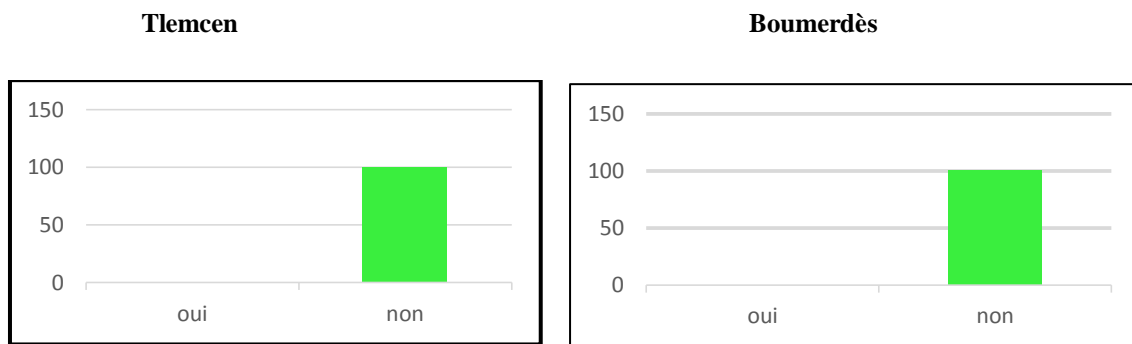


Figure 15 : Impacte de REUT sur la récolte

A travers les réponses retenues sur l'irrigation et les systèmes choisis dans les questions précédentes concernant les agriculteurs des deux wilayas, ont nié le risque de l'irrigation avec les EUE sur leurs récoltes, que se soit qualité ou quantité.

1.12. Impact sur la qualité du sol

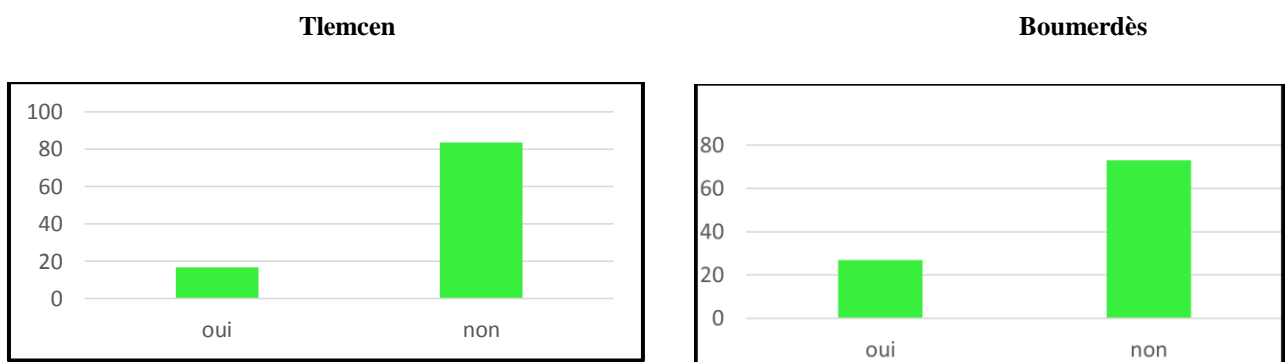


Figure 16 : Impact sur la qualité du sol

En réalité, quand nous posons des questions sur les récoltes (question 14) par utilisation des eaux usées épurées, l'agriculteur peut répondre suite à ses propres observations durant chaque année, mais concernant la qualité du sol (question 15), il est difficile d'y répondre sans s'appuyer sur les expériences et les analyses statistiques ou laboratoire qui peuvent éclaircir les spécificités du sol et ses composantes. La figure 23 visualise

graphiquement les réponses des agriculteurs. En effet, dans la wilaya de Tlemcen les réponses étaient 16,66% oui et 83,34% non. De même pour la wilaya de Boumerdès là où les réponses par oui atteignent 27% et par non 73%.

1.13.Présence des organismes responsable de la gestion de l'eau avec les agriculteurs

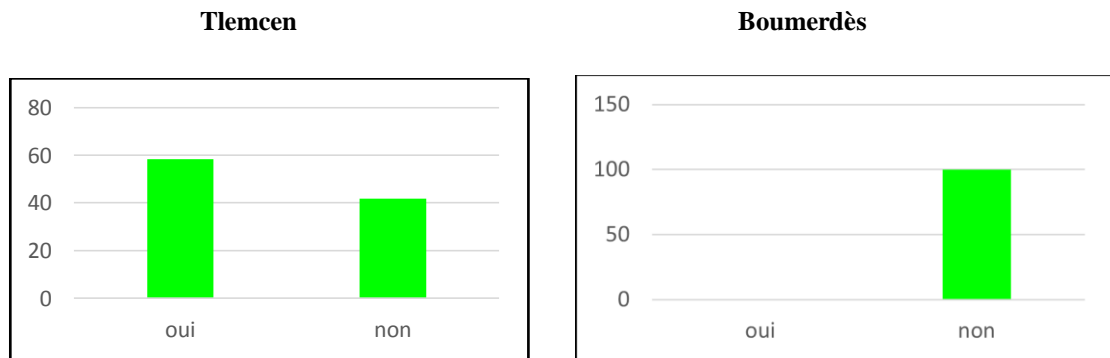


Figure 17 : Le suivi par les organismes de gestion de l'eau

Quand nous avons posé la question (16), on s'est dit, est ce qu'il peut y avoir des organismes spécifiques, réglementés pour mieux aider ces agriculteurs, la réponse était 80% oui et 20% non pour les agriculteurs de Tlemcen, par contre les réponses des exploitants agricoles de la wilaya de Boumerdès, leurs réponses étaient 100% non, est cette déférence entre les deux wilayas dû au suives des exploitent agricole par leurs ONID.

1.14. Possibilité des risques sanitaire avec l'utilisation des EUE

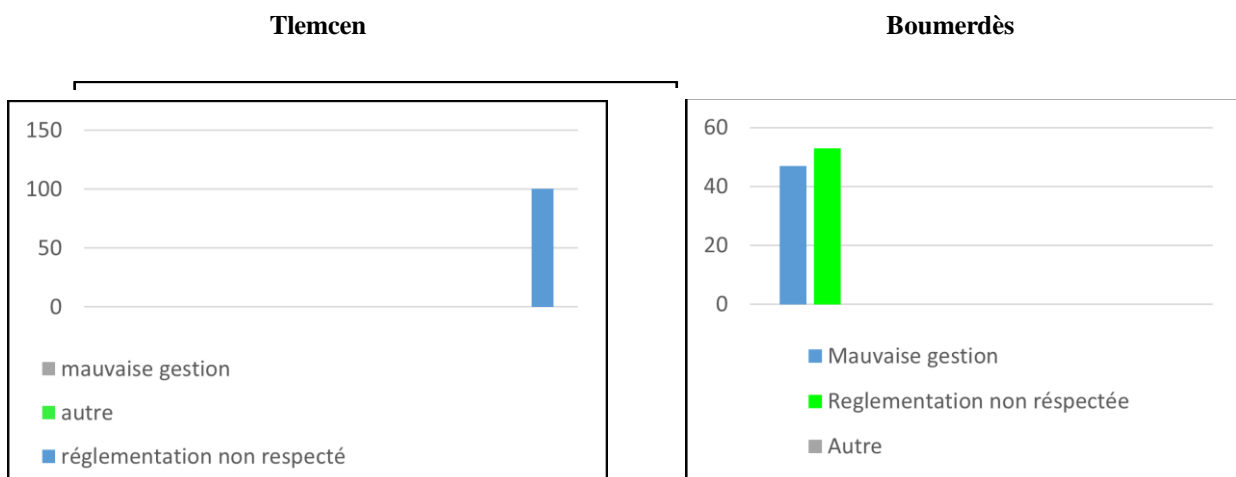


Figure 18 : Les causes du danger de la REUT

Nous avons une idée sur le danger que subit l'être humain et l'environnement à travers différentes études basées sur les risques attendus de la réutilisation des eaux usées traitées, notre question comporte trois suggestions mais la totalité des réponses est basée sur la réglementation non respectée. Selon une rencontre d'experts sous forme d'atelier international intitulé l'Usage des eaux irriguées dans l'agriculture, qui s'est tenue à Hyderabad, en Inde du 11 au 14 Novembre 2002. Parmi les déclarations de cette rencontre, « mal gérée l'usage des eaux usées comporte de sérieux dangers pour la santé humaine et l'environnement ».

On peut dire que c'est vrai, le non-respect de la réglementation et la mauvaise gestion, mènent à de sérieux danger qu'on ne peut pas éviter.

2. Réponse des consommateurs

2.1. l'acceptabilité de l'utilisation des eaux usées épurées pour l'irrigation

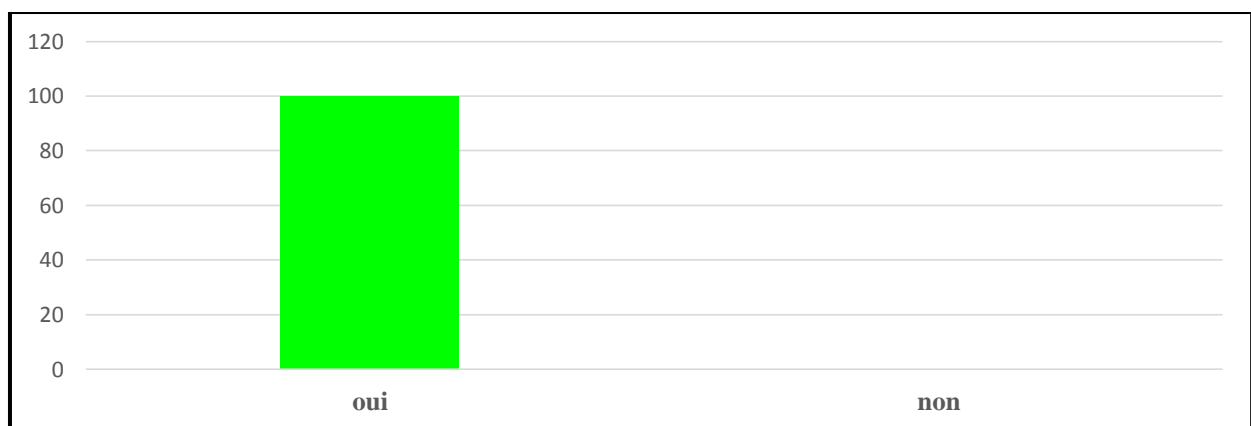


Figure 19 : L'acceptation de la réutilisation des EUE.

La lecture de la figure suivante nous a permis de voir que les réponses de tous les consommateurs enquêtés étaient à 100% oui. Ce taux élevé peut s'expliquer par la conscience de ces consommateurs de l'importance de la préservation de l'eau potable en Algérie.

2.2- l'endroit du l'achat des fruits et légumes

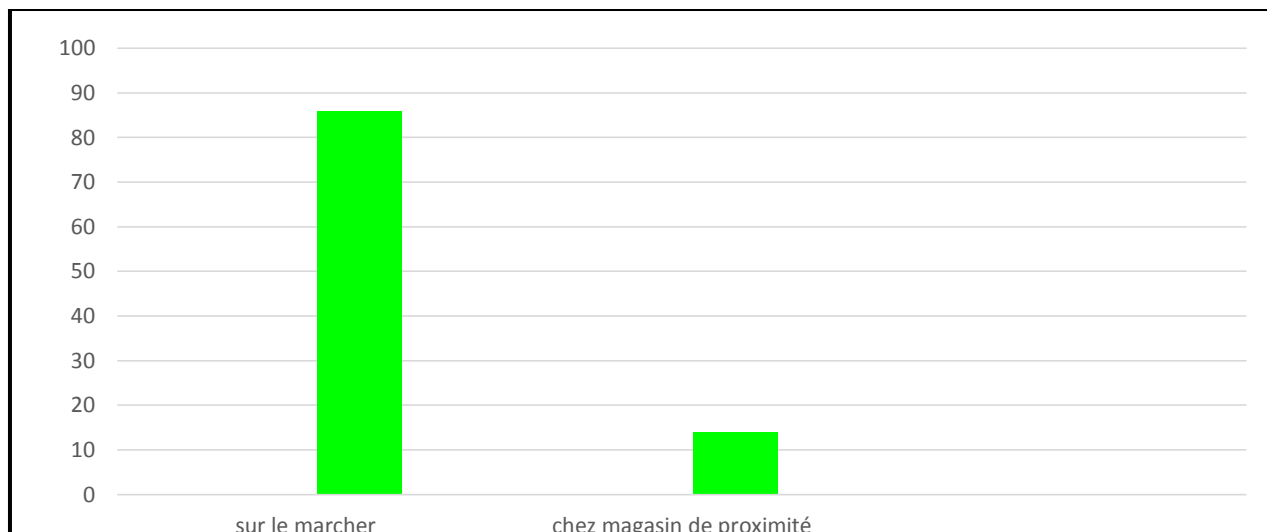


Figure 20 : L'achat des fruits et des légumes

La figure 27 visualise graphiquement la répartition d'achat chez les consommateurs sur le marché et chez le magasin de proximité. En effet, nous constatons que le taux d'achat sur le marché est plus important que celui du magasin de proximité. Ceci est dû au faible niveau d'instruction des consommateurs enquêtés.

2.3. Critères de la sélection d'achat des produits.

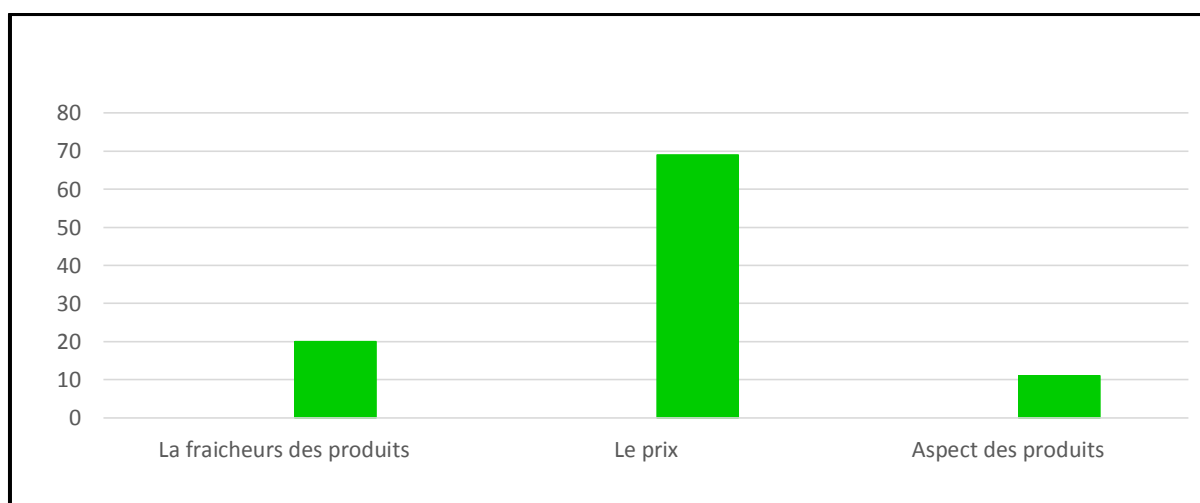


Figure 21 : Critères de la sélection d'achat des produits

L'examen de la figure suivante, nous a permis de constater que le critère le plus pertinent de la sélection d'achat des produits chez les consommateurs est le prix (69%). Par contre les deux autres critères à savoir la fraîcheur et l'aspect des produits ne constituent

qu'une faible fraction de l'ensemble des critères pris en considération respectivement (20% ; 11%).

2.4. la connaissance des produits irriguer, avec les eaux usées épurées

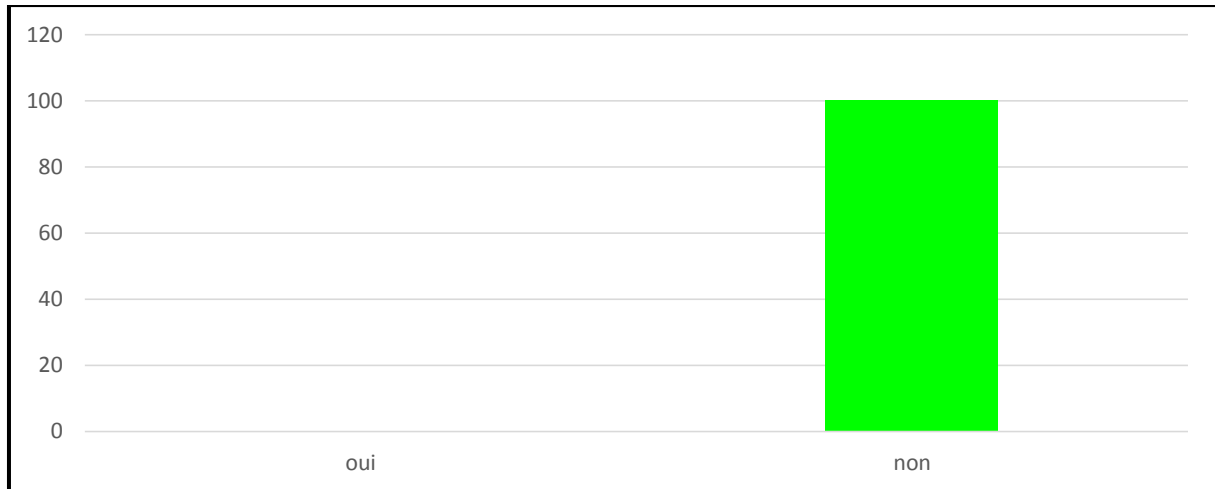


Figure 22 : L'irrigation avec les eaux usées épurées

La figure 28 nous montre que les réponses sur cette question étaient à 100% non. Effectivement, d'après notre enquête sur l'ensemble des consommateurs, personne ne le savait et personne ne posait la question sur la provenance des produits consommés, et pour cela les agriculteurs ne trouvent pas de difficulté pou commercialisation de leur produit.

2.5. Qualité de l'eau utilisé pour l'irrigation

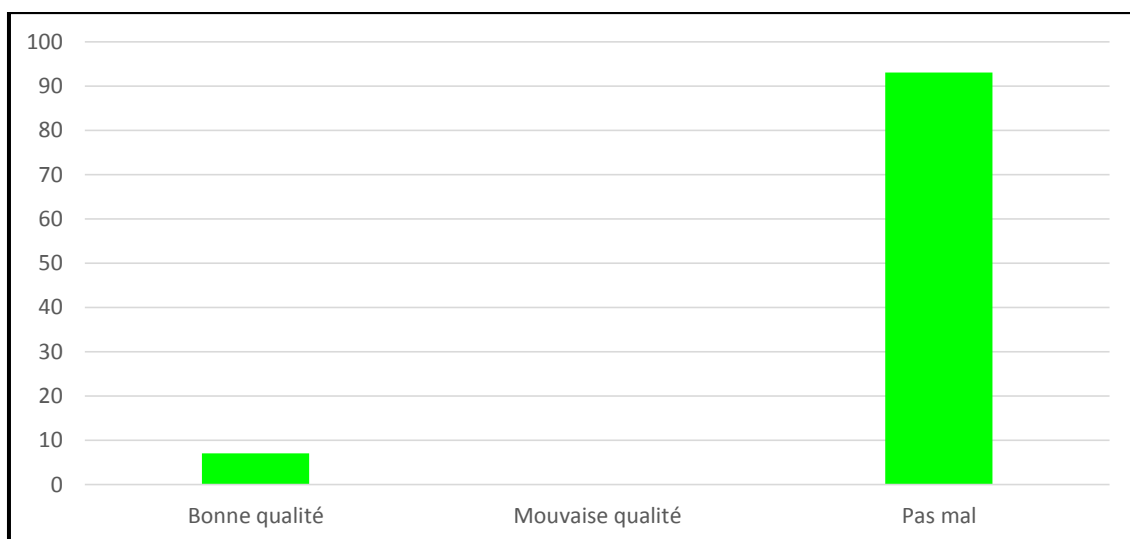


Figure 23 : La qualité d'eau réutilisée

Suite à l'analyse de cette question, nous avons pu constater que seulement 7% des consommateurs qui ont répondu par bonne qualité contre 93% par pas mal. Cette minorité peut s'expliquer d'une part par le faible niveau d'instruction des consommateurs (25% des gens qui ont un niveau supérieur) et d'autre part par l'élévation de taux des gens qui ont un niveau secondaire, moyen et analphabète (75%).

2.6. l'acceptation d'utilisation des eaux usées épurées dans le domaine agricole

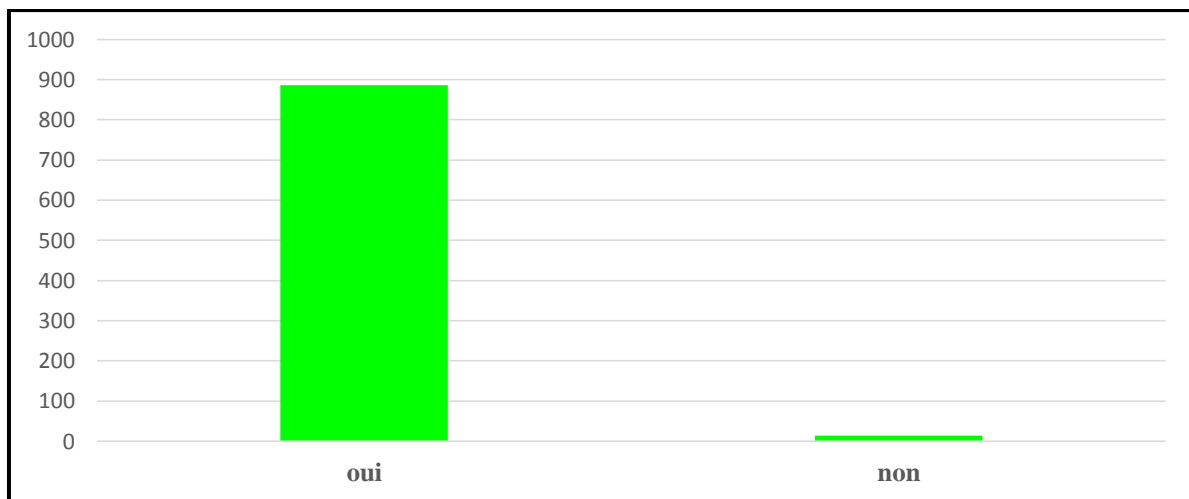


Figure 24 : L'acceptation d'utilisation des eaux usées épurées dans le domaine agricole

Nous remarquons suite à la lecture de la figure suivante, qu'il y a un faible taux des réponses par non des consommateurs (14,5%) et un taux élevé (85,5%) chez ceux qui ont répondu par oui. Ce faible pourcentage été l'expliquer par la présence des maladies sanitaires, des maladies agronomiques et environnementales liées à la mauvaise gestion et la réglementation non respectée de l'utilisation de cette eau dans le domaine agricole.

2.7. La demande de l'origine des produits par les consommateurs

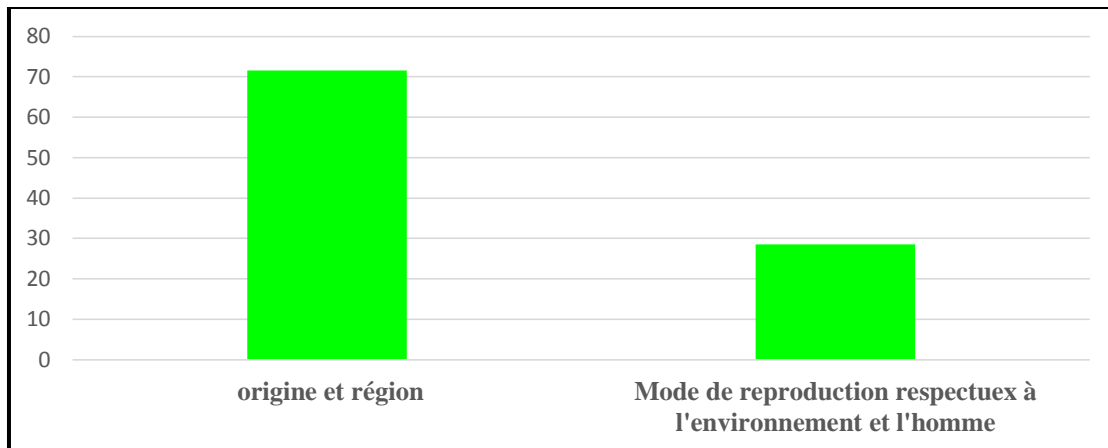


Figure 25 : L'importance donnée aux origines des produits

L'analyse de la figure 31 nous montre que 71,5% des réponses des consommateurs étaient pour le payé, l'origine et la région de provenance des produits, par contre nous avons enregistré un taux réduit des réponses.

2.8. La connaissance de la réglementation de l'OMS

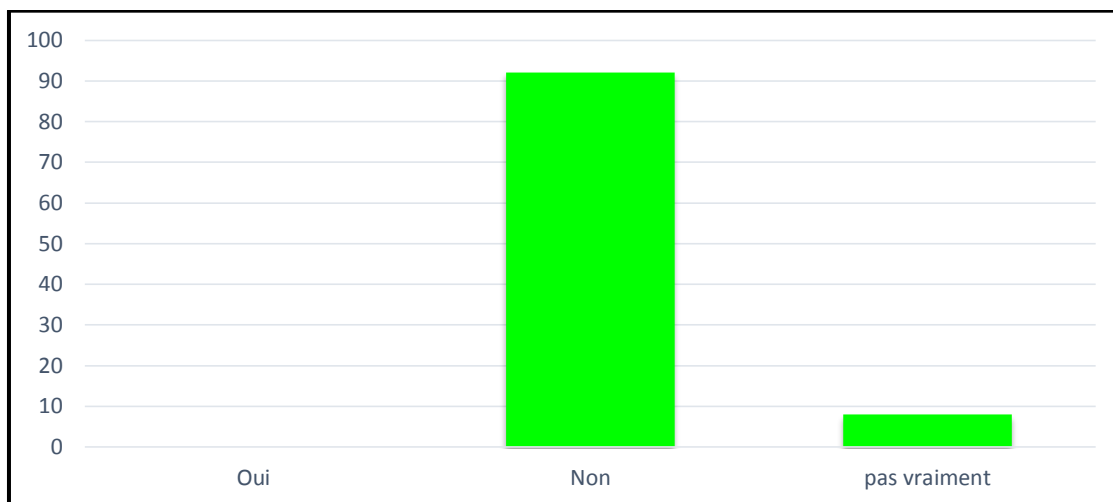


Figure 26 : la connaissance de la réglementation de l'OMS

A travers les réponses données par les consommateurs concernant cette question, sur la connaissance de la réglementation de l'OMS, nous remarquons que le taux le plus élevé (92%) a été enregistré chez les consommateurs qui ont répondu par non. Par contre, le taux le plus faible (8%) a été énuméré chez les consommateurs répondant par pas vraiment et aucun cas (0%) n'a été enregistré des consommateurs répondant par oui. Ces résultats peuvent être expliquées par l'absence des formations ainsi que la sensibilisation de la population.

Conclusion

Conclusion

Les eaux usées représentent une des composantes de l'offre globale en eau au même titre que les eaux superficielles et souterraines. En Algérie, leur volume annuel est estimé à 600 millions de m³, dont quelque 550 millions de m³ correspondent aux agglomérations de taille supérieure 50 000 habitants (MRE, 2003). Actuellement la surface irriguée est estimée à 2205,800 ha, soit 79% de la superficie agricole utile.

Le volume de réutilisation est vraiment sous le niveau mondial c'est pour cela on a réalisé ce travail dans un contexte de faire une deux enquêtes l'une pour les agriculteurs qui utilisant des eaux des irrigation dans les deux wilayas Tlemcen et Boumerdès, pour apercevoir les conditions d'utilisation et le volume réel, et l'autre pour les consommateurs pour estimer leurs réactions vis-à-vis la réutilisation des eaux usées en général, et la consommation des produits irrigués par les eaux usées épurées en particulier.

Au terme de notre enquête, les principaux résultats obtenus ont montré que l'âge des agriculteurs de deux wilayas (Boumerdès et Tlemcen) enquêtés varie entre (35 ans – 65) ans, ceci indique que l'utilisation des eaux usées épurées est pratiquée par des personnes relativement jeunes. Pour ce qui est du niveau d'instruction des agriculteurs au niveau de la wilaya de Tlemcen, on note sur les 31 agriculteurs interrogés des deux wilayas, 41,66% ont un niveau d'instruction moyen suivi d'un taux de 25 % de niveau universitaire, 33,34% des enquêtés ont un niveau secondaire et aucun niveau autodidacte. Quand à la wilaya de Boumerdès, on a constaté 30% ont un niveau secondaire et 15% ont un niveau moyen et 55% ont un niveau autodidacte et aucun niveau supérieurs.

En matière d'acceptation de l'irrigation par les eaux usées traitées de la part des agriculteurs, on a enregistré que la quasi-totalité des interrogés (100%) ont répondu par oui à savoir les wilayas en question ce qui s'explique par la conviction par cette nouvelle méthode d'irrigation (EUE) expliquée par la période de manque d'eau que passe notre pays, pourra leur ouvrir plusieurs horizons, en se basant sur leur expérience.

Concernant les cultures irriguées par les eaux usées traitées on a constaté que les agriculteurs de la wilaya de Tlemcen irriguent seulement les agrumes avec les eaux usées épurées de la STEP de Ain Elhoutz. Cela ne peut s'expliquer que par la disponibilité de l'information et l'orientation pour les agriculteurs par l'ONID, à l'opposition des agriculteurs de Boumerdès où il y a une certaine anarchie pour cultures utilisées qui est expliquée par un

faible pourcentage (16%) d'utilisation de guide concernent les directives OMS, mais la majorité des agricultures travaillent avec le programme de formation et de sensibilisation.

Le système d'irrigation utilisé par la wilaya de Boumerdès, penché pour les trois types d'irrigation à savoir ; gravitaire, aspersion et goutte à goutte. Nous avons constaté (63,17%) pour l'irrigation gravitaire, (31,57%) par aspersion et (6,25 %) pour la méthode d'irrigation goutte à goutte qui est révélée comme un excellent système d'irrigation. Quant à l'impact sur la qualité du sol la majorité des agriculteurs ne le remarque pas (moins de 30% disent oui), expliqué par cette récente ressources où la réduction de sol n'est pas immédiate.

En effet, des économies importantes saisi en remplaçant l'achat d'engrais par la réutilisation des eaux usées traitées riche en fertilisants, l'enquête révèle que 100% des enquêteurs de la wilaya de Tlemcen affirme faire des économies, en revanche ceux de la wilaya de Boumerdès un manque flagrant d'information (ils ne savent même pas que l'eau usées traitées regorge de nutriments). Notre investigation comporte trois suggestions sur l'usage des eaux usées comporte de sérieux dangers pour la santé humaine mais la totalité des réponses est basée sur la réglementation non respectée.

Pour les consommateurs, l'acceptation de réutilisation des eaux usées épurées, étaient à 100% oui après avoir expliqué le procès de l'épuration qui visent à réduire la pollution. Ce taux élevé peut s'expliquer par la conscience de ces consommateurs de l'importance de la préservation de l'eau potable en Algérie. Pour l'achat de ces produits il s'est avérer que le critère le plus pertinent de la sélection d'achat des produits chez les consommateurs est le prix (69%) et non l'origine de produit. Par contre les deux autres critères à savoir la fraîcheur et l'aspect des produits ne constituent qu'une faible fraction de l'ensemble des critères pris en considération respectivement (20% ; 11%).

D'après notre enquête réalisée au niveau des zones d'étude, la tentative de réutilisation des eaux usées épurées en agriculture dans la région d'étude est encourageante mais nécessite des suivis et des études plus approfondies. Elle est anarchique dans les zones où il y a un manque de suivi par les organismes concernés et elle est effectuée sans précautions et sans règles de réutilisation conseillée par l'O.M.S. et la F.A.O, ainsi que la réglementation algérienne concernant ce sujet.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- **ABBOU S., 2010.** La réutilisation des eaux usées épurées. Centre de formation aux métiers d'assainissement. Ed. Office National d'Assainissement de Saida. 52p.
- **Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'alimentation, de l'Environnement et du travail (ANSES), 2012.** Réutilisation des eaux usées traitées pour l'irrigation des cultures, l'arrosage des espaces verts par aspersion et le lavage des voiries. Rapport d'expertise collective, Édition scientifique. 150p.
- **Baumont S, Camard J-P, Lefranc A, Franconi A. 2004.** Réutilisation des eaux usées : risques sanitaires et faisabilité en Île-de-France. Rapport ORS, 220p.
- **BAZZAI M., XANTHOULIS D., 2005.** Irrigation avec les eaux usées traitées : Présentation du manuel d'utilisation, réutilisation des eaux usées traitées et des sous-produits : Optimisation, Valorisation & Durabilité.Séminaire Inter. Tunis 24-25 septembre 2003. pp 9.
- **BEAUPOIL A., LE BORGNE C., MOUSSA ATTO A., MUCIG CROUX A., 2010.** Risques sanitaires de réutilisation des usées traitées pour l'aéro-aspersion des espaces verts. IGS. PERSAN. Ecole des Hautes Etudes en Santé Publique (EHESP). 63p. **ROUX A., 2010.** Risques sanitaires de réutilisation des usées traitées pour l'aéro-aspersion des espaces verts. IGS. PERSAN. Ecole des Hautes Etudes en Santé Publique (EHESP). 63p.
- **BELAID N., 2010.** Evaluation des impacts de l'irrigation par les eaux usées traitées sur les plantes et les sols du périmètre irrigué d'El Hajeb Sfax: salinisation. accumulation et phytoabsorption des éléments métalliques. Th. Doc. Éco. Nation. Ingé. Sfax. Tunis. 236p.
- **BELLI F Z., 2020.** Réutilisation des eaux usées épurées à des fins agricoles dans les périmètres Nador (wilaya deTipaza) mémoire 76 p.
- **BENBLIDIA M. 2011.** L'efficacité d'utilisation de l'eau et approche économique. Plan Bleu, Centre d'Activités Régionales PNUE/PAM, Etude nationale, Algérie, 2011, 9-12. FAO(2003). Irrigation avec des eaux usées traitées, Manuel d'utilisation, FAO, 2003 73p.
- **BERDAI H., BENCHOKROUN T., EI HAMOURI B., 2004.** Epuration et réutilisation des eaux usées à des fins agricoles (Expérience OUARZAZATE).Revue H.T.E. N° 129 - Juin 2004. pp 30-41.

- **BOUHANN A. 2014.** Gestion des produits d'épuration des eaux usées de la cuvette de Ouargla et perspectives de leurs valorisations en agronomie saharienne. Thèse de magister en sciences agronomiques-Université Kasdi Merbah-Ouargla, 233p.
- **CHENINI F., TRAD M., RÉJEB S., CHÂABOUNI Z., 2002.** Optimisation et durabilité du traitement et de l'utilisation des eaux usées en agriculture. Institut National de Recherche en Génie Rural, Eaux et Forêts. Tunisie. 74p.
- **CHENINI F., AGODZO S K., HUIBERS FP., MALDONADO P., 2005.** Use of Treated Wastewater for Irrigated Agriculture: Proposals for a Comparative Study of Bolivia, Ghana and Tunisia. Sémi. Inter. Réutilisation des eaux usées traitées et des sous-produits : Optimisation, Valorisation & Durabilité. Tunisie 24-25 septembre 2003. pp 26-31.
- **CHOUKR-ALLAH R., AGHAI O., 2005.** Impact de l'irrigation par les eaux usées épurées sur la productivité d'une culture de tomate de plein champ, la salinité du sol et le bilan d'azote The use of non-conventional water resources. Options Méditerranéennes. Séri A. Séminaires Méditerranéens n°66. Ed. CIHEAM / EU DG Research. Pp 165-171.
- **CONDOM N., LEFEBVRE M., VANDOME L., 2012.** La réutilisation des eaux usées traitées en Méditerranée : retour d'expériences et aide à l'élaboration de projets. Plan Bleu, Valbonne. (Les Cahiers du Plan Bleu 11).Ed. Centre d'activités régionales du PNUE/PAM avec la Banque européenne d'investissement et l'Agence Française de développement. 67p.
- **CONDOM N., LEFEBVRE M., VANDOME L., 2012.** La réutilisation des eaux usées traitées en Méditerranée : retour d'expériences et aide à l'élaboration de projets. Plan Bleu, Valbonne. (Les Cahiers du Plan Bleu 11). Ed. Centre d'activités régionales du PNUE/PAM avec la Banque européenne d'investissement et l'Agence Française de développement. 67p.
- **DERHOK W V., 2007.** A Framework for a Global Assessment of the Extent of Wastewater Irrigation: The Need for a Common Wastewater Typology. Wastewater Use in Irrigated Agriculture coordinating the Livelihood and Environmental Realities. Eds. CAB Inter. Inter Water Management Institute, and Inter. Devel. Research Centre. p16-29.
- **DJEDDI H., 2007.** utilisation des eaux d'une station d'épuration pour l'irrigation des essences forestières urbaines- magistère en science de la nature et de la vie. Université Mentouri Constantine, 157p.
- **Direction d'aménagement hydro agricole** du secteur 4 du périmètre sahel Algérois ouest irrigué à parabletir des eaux usées des STEP de Hadjout et de Tipaza .Février 2009.

- **Eckenfelder W.W. 1982.** Gestion des eaux usées urbaines et industrielles. Ed. Lavoisier. Paris, 503p.
- **ELMEKNASSI YE., 2013.** Étude du plan directeur de réutilisation des eaux usées traitées en irrigation. Atelier d'échanges sur l'élaboration d'un Programme National d'assainissement et de Réutilisation en milieu Rural – 4-5 février 2013. Royaume du Maroc. 16p.
- **Faby J.A., Brissaud F. 1997.** L'utilisation des eaux usées épurées en irrigation. Office International de l'Eau, 76 pages.
- **FAO. 2003.** L'irrigation avec des eaux usées traitées : Manuel d'utilisation. FAO Irrigation and Drainage paper, 65p. FAO CORPORATE DOCUMENT REPOSITORY., 2012. Gestion des ressources naturelles. Traitement des eaux usées et l'utilisation dans l'agriculture.153p. In : <http://www.fao.org/docrep/t0551e/t0551e01.htm> 15.07.2012.
- **F.A.O., 2003.** Irrigation avec les eaux usées traitées. Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture. Bureau Régional pour le Proche Orient et Bureau sous régional pour l'Afrique du Nord. 73 p.
- **HARTANI T. 2004.** La réutilisation des eaux usées en irrigation : cas de la Mitidja en Algérie Thème 2 Vers une gestion durable de l'irrigation :
- **J O N° 41 arrêté interministériel de 2 janvier 2012 fixant les spécifications des eaux usées épurées utilisées à des fins d'irrigation.**
- **LAHACHE GAFREJ R., 2005.** La réutilisation des eaux usées traitées comme ressources alternatives pour la préservation des eaux souterraines –Cas de la Tunisie. CIRESS –11-12 Décembre 2005–Ouargla- Algérie, Faculté des Sciences de Bizerte – TUNISIE. 27p.
- **Maait J.E. 1997.** La réutilisation des eaux usées en irrigation. ENGREF, 9p.
- **MOUHANNI H., HAMDI H., BENDOU A., BENZINE L., 2011.** Réutilisation des eaux usées épurées pour l'irrigation du gazon des golfs : impact sur la germination et la croissance du gazon. Revue internationale d'héliotechnique n° 43 (2011). pp14-21.
- **MOUHANNI H., HAMDI H., BENDOU A., BENZINE L., 2011.** Réutilisation des eaux usées épurées pour l'irrigation du gazon des golfs : impact sur la germination et la croissance du gazon. Revue internationale d'héliotechnique n° 43 (2011). pp14-21.
- **NEUBERT S., BENABDALLAH S., 2003.** La réutilisation des eaux usées traitées en Tunisie. Etudes et rapports d'expertise 11/2003. Institut allemand de développement. 96p.

- **Organisation Mondiale de la Santé (OMS). 1989.** L'utilisation des eaux usées en agriculture et en aquaculture : recommandations à avisées sanitaires. Organisation Mondiale de la Santé. Séri. Rapports techniques n° 778. OMS. Genève. 84p.
- **OUAFAE M., LAHRACH A., EI HALOUANI H., 2012.** Etude de plantation de jatropha curcas valorisant les eaux usées de la ville d'OUJDA. Science Lib. Ed. Mersenne. Vol 4. 16p.
- **OUANOUKI B., ABDELLAOUI N., AIT ABDALLAH N., 2009.** Application in Agriculture of Treated Wastewater and Sludge from a Treatment Station European Journal of Scientific Research. pp 602-619.
- **OUNAIES F., KOUNIDI A., OUESLATI M A., DAGHARI H., 1992.** Réutilisation des eaux usées épurées dans le secteur agricole en Tunisie: situation actuelle et perspectives. MEDIT n° 1. Tunisie. pp 55-58.
- **PEASEY A., DUNCAN M., RUIZ-PALACIOS G., 2000.** Un examen de la politique et de normes pour les eaux usées réutilisation dans l'agriculture : Une perspective latino-américaine 68, Partie II. Juin 2000. Gestion des tâches et assurance de la qualité. Univ. LOUGHBOROUGH. Royaume. 200p.
- **Programme des Nation Unies pour l'environnement (PNUE) en coopération avec l'OMS., 2005.** Lignes directrices pour l'utilisation des eaux usées municipales dans la région méditerranéenne. Plan d'action pour la méditerranée. Réunion des coordonnateurs nationaux pour le MED POL Barcelone, Espagne, 24 – 27 mai 2005. 73p.
- **Ramade F. 2000.** Dictionnaire encyclopédique des pollutions. Ed. Ediscience international, Paris, 689p. Rodier J. (1984)., Analyse de l'eau: Eau naturelle, eau résiduaire, eau de mer. Ed. Dunod Bordas. Paris, 7^{ème} ed, 1365p.
- **RINGOT B., 2010.** Conseil général de l'alimentation, de l'agriculture et des espaces ruraux ; les moyens techniques de protection des usagers ou des usages groupe de travail ; Réutilisation des eaux usées traitées. Rapport d'activités. Initiative Co-associative AXE n°1. 42p.
- **ROTBARDT A., 2011.** Réutilisation des eaux usées traitées-perspectives opérationnelles et recommandations pour l'action Rapport final Février 2011. Agence Française de Développement. Division Eau et Assainissement. 91p.
- **SCOTT CA., FARUQUI NI., RASCHID-SALLY L., 2007.** Wastewater Use in irrigated agriculture: Management challenges in developing countries. Wastewater Use in Irrigated Agriculture Coordinating the livelihood and environmental realities. Ed. CAB

International in association with the International Water Management Institute and International Development Research Centre. pp 6-16.

- **Souak f/z . 2009.** La politique de l'eau en Algérie valorisation et développement durable
- **STUCKY ENHYD 2009.** Etude d'aménagement hydro- agricole du secteur 4 du périmètre sahel Algérois ouest irrigué à partir des eaux usées épurées des STEP de Hadjout et de Tipaza(Ressources en eau)
- **TAMRABET L., 2011.** Contribution à l'étude de la valorisation des eaux usées en maraichage. Th. Doc. Sciences Hydrauliques. Inst. Génie Civil Hydr. Archi. Univ. Hadj Lakhdar. Batna. 147p.
- **Xanthoulis D. (1993).** Valorisation agronomique des eaux usées des industries agro-
- **ZEKRI S., GHEZAL L., ALOUI T., DJEBBI K., 1997.** Les externalités négatives de l'utilisation des eaux usées traitées en agriculture. CIHEAM. Options Méditerranéennes. Série A N° 31. Séminaires Méditerranéens. p193-216.
- Conséquences sur les options de modernisation. Projet INCO-WADEMED. Actes du séminaire Modernisation de l'Agriculture Irriguée. Rabat, du 19 au 23 avril 2004. 11p.

Webographie

<http://www.hc-sc.gc.ca>

<http://www.cieau.com>

http://perso.wanadoo.fr/bernard.pironin/aquatech/index_1.htm

<http://www.fao.org/docrep/005/t1680f/T1680F08.htm>

<http://www.ville.laval.qc.ca/>

<http://crdp.ac-besancon.fr/ressourc/flore/index.htm>

<http://www.treecanada.ca/programs.htm>

Résumé :

L'objectif de cette étude est de réaliser une enquête sur l'appréciation de l'irrigation avec des eaux usées épurées auprès des agriculteurs et des consommateurs, notre travail nous a permis d'apporter une contribution à une vulgarisation pour les notions de bases sur la législation et la définition qui concerne la réutilisation des eaux usées épurées, et avoir des informations sur la réalité de terrain, où l'acceptabilité de la REUE a été positive que ce soit pour les agriculteurs de Tlemcen et Boumerdes (les régions d'étude), qui affirment des rendements meilleurs de quantité et de qualité, par contre les agriculteurs témoignent l'observation de réduction de la qualité de sol, et avoir été touchés par quelques maladies avec l'utilisation de cette eau qui n'est pas toujours indemne de parasites et de bactéries, et pour les consommateurs de produits irrigués avec les EUE suivant leurs réponses au questionnaire il apparaît une consommation normale de ces produits par manque d'informations sur la traçabilité des produits, et l'absence de sensibilisation pour les protocoles de consommation d'un produit issu d'une agriculture qui utilise les EUE.

Mots clés : REUE, consommation, enquête.

Abstract :

The objective through this study is to carry out a survey on the appreciation of irrigation with purified wastewater among farmers and consumers, our work has allowed us to contribute to a popularization of the basics on the legislation and the definition concerning the reuse of purified wastewater, and to have information on the reality of land, where the acceptability of the REUE was positive for the Farmers of Tlemcen and Boumerdes (the study region), which affirm better yields of quantity and quality, on the other hand it testifies the observation of reduction of the quality of soil, and to have been touched by some diseases with the use of this water which is not always free from parasitized and bacteria, and for consumers of products irrigated with EUE according to their answers to the questionnaire it appears a normal consumption of these products for lack of information on the traceability of products, and the lack of awareness of the protocols for consuming a product from agriculture that uses EUEs.

Keywords : REUE, consumptions, Survey.