

LA REUTILISATION DES EAUX USEE TRAITÉES ET L'AGRICULTURE

MME. RAFIKA , MOUSSAOUI
[MAITRE ASSISTANTE À L'ÉCOLE PRÉPARATOIRE EN SCIENCES ECONOMIQUES
COMMERCIALES ET SCIENCES DE GESTION
TLEMCEM]
[MOUSSAOUIRAFIKA@YAHOO.FR]

PR. A BENHABIB
[Directeur du Laboratoire de Recherche MECAS]
[ABENHABIB1@YAHOO.FR]

LA REEUTILISATION DES EAUX USEE TRAITÉES ET L'AGRICULTURE

Résumé

L'accès à l'eau est un préalable. Préalable à la vie, mais aussi préalable au développement, et constitue le défi le plus important pour l'humanité, en facilitant son accès à chaque personne dans le monde.

Malheureusement, comme l'eau de la planète terre est à 97,2 % salée, et que l'eau douce ne représente que 2,8 % de l'eau totale du globe, l'eau devient donc une ressource précieuse. Plus d'un milliard de personnes n'a pas toujours accès à l'eau potable et plus de 50 pays sont menacés par la pénurie d'eau potable à l'horizon de l'année 2025. Il faudrait dès lors chercher des solutions en utilisant différentes techniques, soit le dessalement de l'eau de mer, ou la réutilisation des eaux usées traitées.

La réutilisation de cette dernière remplit un double objectif, économique et environnemental : d'une part, elle permet d'avoir des eaux traitées qu'en peut utiliser dans différents usages en fournissant une « ressource alternative », d'autre part, elle diminue le volume des rejets d'eaux usées dans l'environnement. La mise à disposition de cette ressource alternative peut contribuer au développement économique, ainsi que dans la protection de l'environnement.

À titre d'exemples, Avec 70 % de la consommation mondiale d'eau en moyenne, l'agriculture est le secteur d'activité le plus consommateur d'eau., il faut¹ : 25 litres d'eau pour produire 1 kg de salade, 100 litres d'eau pour produire 1 kg de tomates, 600 litres d'eau pour produire 1 kg de pommes de terre, 500 litres d'eau pour produire 1 kg de maïs, c'est pourquoi, et afin de préserver la ressource en eau potable, et de ne pas l'utiliser dans l'irrigation, de nombreux pays réutilisent leurs eaux usées.

A travers ce papier, nous allons mettre l'accent sur les eaux usées traitées et leur utilisation dans l'irrigation. En donnant un exemple sur la réalisation de cette technique au Maroc comme étant un élément important qui peut contribuer au développement du secteur de l'agriculture.

¹ www.eau-sein-normandie.fr

Mots clés : Eau, Eaux Usées – réutilisation des eaux usées - Irrigation - Agriculture

The Re-use of Waste Waters Treated And Agriculture

Abstract

The access to water is a precondition not only to life, but also preliminary to the development. It constitutes the most important challenge for humanity, by facilitating its access to each person in the world. Unfortunately, 97,2% of water of the planet is salted. However, fresh water accounts for only 2,8% of the total water of the sphere. Thus, we could say that water becomes a valuable resource. More than one billion people does not have access to drinking water. Besides, more than 50 countries are threatened by the shortage of drinking water in 2025. Consequently, It would be necessary to seek solutions by using various techniques, that is to say, the desalination of sea, or the re-use of waste waters. The re-use of the latter fills a double objective, economic and environmental: on the one hand, it makes it possible to have treated water that can about it use in various uses by providing a "alternative resource", on the other hand, it decreases the volume of the waste water rejections in the environment. The provision of this alternative resource can contribute to economic development, like in environmental protection.

As an illustration, 70% of the water worldwide consumption agriculture is considered as the most consuming water in the branch of industry. In fact, we need 25 liters of water to produce 1 kg of salad, 100 liters of water to produce 1 kg of tomatoes, 600 liters of water to produce 1 kg of potatoes, 500 liters of water to produce 1 kg of corn. Thus, in order to preserve the drinkable water resources, and not to use it in the irrigation many countries need to re-use their wastewaters.

Through this paper, we go to give Importance on treated waste waters and their use in the irrigation, By giving an example on the realization of this technique to Morocco as being a significant element which can contribute to the development of the sector of agriculture.

Keywords: Water, waste waters – re-use of waste waters –Irrigation –Agriculture

إعادة استعمال مياه الصرف المصفاة و الزراعة

الملخص:

الحصول على الماء يعتبر أولوية على الحياة و على التنمية و هو يمثل التحدي الأهم للإنسانية و ذلك باستفادة كل فرد في العالم من الماء.

يعتبر الماء مورد نادر و ذلك نظرا للكمية المتواجدة في العالم و المتمثلة في 97,2% بينما الماء الصالح للشرب لا يمثل إلا 2,8%, أكثر من مليار شخص لا يستمتعون بالماء الشروب و أكثر من 50 دولة مهددة في أفق 2025 بندرة الماء لذلك علينا البحث عن التقنية المثلى لتوفير الماء سواء عن طريق تحلية المياه أو إعادة استعمال مياه الصرف المصفاة.

إن إعادة استعمال هذه الأخيرة تحقق هدفين اقتصادي و بيئي فمن جهة تساهم في الحصول على مياه مصفأة قابلة للاستعمالات المختلفة و من جهة أخرى تساهم في الإنقاص من تواجد مياه الصرف في البيئة , اذن الاستعانة بهذا المورد البديل يساهم في التنمية الاقتصادية و المحافظة على البيئة.

على سبيل المثال تمثل الزراعة 70% من الاستهلاك الدولي للماء , إذ تعتبر القطاع الأكثر احتياجا لهذا المورد حيث نحتاج 25 لتر ماء لإنتاج 1 كلغ سلطة 100 لتر ماء لإنتاج 1 كلغ طماطم 600 لتر ماء لإنتاج 1 كلغ بطاطا و 500 لتر ماء لإنتاج 1 كلغ ذرة لذلك و من اجل الحفاظ على المياه الصالحة للشرب و عدم استخدامها في الزراعة, العديد من الدول استخدمت هذه التقنية و أعادت استعمال مياه الصرف المصفأة.

من خلال هذه الورقة سوف نؤكد على أهمية مياه الصرف المصفأة و استعمالها في عملية السقي وذلك بالاستعانة بمثال عن تحقيق و تطبيق هذه التقنية في دولة المغرب باعتبارها عنصر هام يساهم في تطور القطاع الزراعي.

الكلمات المفتاحية:

ماء – مياه الصرف – إعادة استعمال مياه الصرف – السقي – الزراعة

Introduction

Nul n'ignore que l'eau est un enjeu majeur pour toute la planète, la pénurie en eau semble devenir une perspective inquiétante pour l'humanité. Aujourd'hui les pays en situation de stress hydrique sont de plus en plus nombreux tandis que les besoins ne cessent de grandir.

Le rapport mondial sur la mise en valeur des ressources en eau (2003) et à travers ses statistiques démontre la gravité de la situation. Environ 2 millions de tonnes de déchets sont déversés chaque jour dans des eaux réceptrices, notamment des effluents industriels et des produits chimiques, des matières de vidange et des déchets agricoles (engrais, pesticides et résidus de pesticides). La production mondiale d'eaux usées est d'environ 1 500 km³. Si l'on admet que 1 litre d'eau usée pollue 8 litres d'eau douce, la pollution mondiale actuelle pourrait atteindre 12 000 km³. Comme d'habitude, les populations pauvres sont les plus affectées : 50 % de la population des pays en développement est exposée à des sources d'eau polluées². Face à ce constat, e pour minimiser la pollution de l'eau, de l'environnement, ainsi que, préserver l'eau douce, la réutilisation des eaux usées peut désigner une solution convenable pour ce dilemme.

Pendant les dix dernières années, la réutilisation des eaux usées a connu un développement très rapide avec une croissance des volumes d'eaux usées réutilisées de l'ordre de 10 à 29 % par an, en Europe, aux États Unis et en Chine, et jusqu'à 41 % en Australie³. En Algérie, les volumes d'eaux usées rejetées à travers les réseaux d'assainissement ont été évalués à 350 millions de m³ en 1979, 660 millions de m³ en

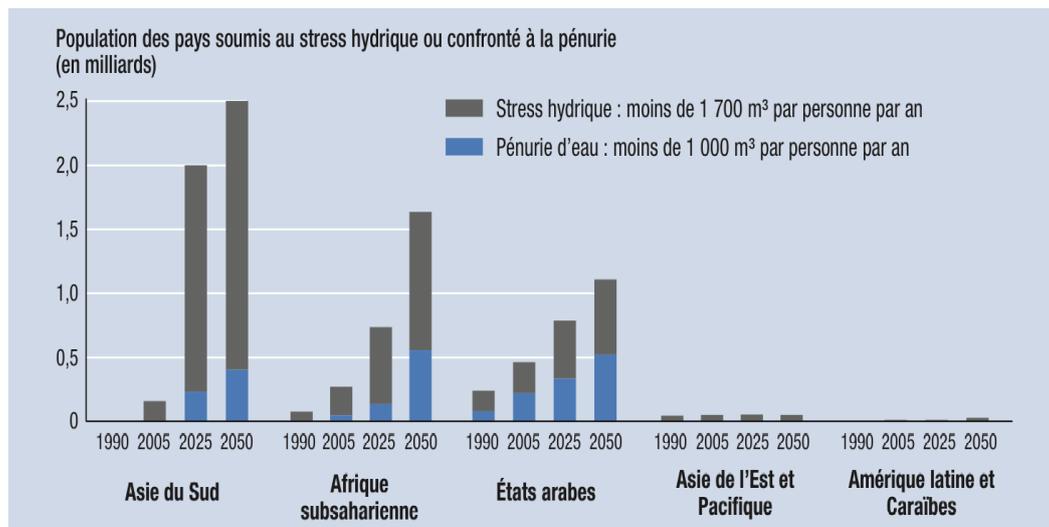
² Rapport mondial sur la mise en valeur des ressources en eau (2003), « L'eau pour les hommes, l'eau pour la vie » Éditions UNESCO- WWAP 2003.P.09

³ LAZAROVA Valentina, Suez-Environnement, BRISSAUD François, (Février 2007), « Intérêt, bénéfices et contraintes de la Réutilisation des eaux usées en France », Université Montpellier 2, N° 299 - L'eau, L'industrie, Les Nuisances, P43

1985⁴ et 730 millions de m³ en 2009. Les prévisions de rejet d'eaux usées des zones urbaines sont évaluées à peu près de 1300 millions de m³ en 2020. La capacité installée d'épuration des eaux usées est de 365 millions de m³/an correspondant à 65 stations d'épuration en exploitation⁵.

Pour préserver l'eau douce, et minimiser le rejet des déchets dans l'environnement, nous devons choisir aujourd'hui la meilleure technique. Au vu de l'accroissement de la consommation et de la pollution, l'eau risque de devenir, comme c'est déjà le cas dans certains pays arides, un facteur limitatif essentiel du développement économique et social dans les prochaines décennies.⁶

Le graphique de la figure 1.1 montre des projections qui prévoient un stress hydrique et une pénurie, surtout dans l'Afrique subsaharienne et dans les États arabes.



Source: Les projections calculées par le FAO du stress hydrique et de la pénurie dans plusieurs régions du monde en 2006. Tirée de PNUD, 2006, p. 136.⁷

Donc, et afin de résoudre ce problème, certains pays, dont l'Algérie, le Maroc, et la Tunisie, devront trouver des alternatives aux eaux propres, surtout dans le secteur agricole où la consommation est très forte. Dès lors, la réutilisation des eaux usées après leur traitement apparaît comme une solution qui peut réduire la pression par les autres besoins ou usages, qu'ils soient : domiciliaire, industriel ou énergétique.

⁴REMINI.b.(Juin 2010), « La Problématique de L'eau en Algérie du Nord », Département des Sciences de l'eau et de L'environnement, Faculté des sciences de l'ingénieur, université Blida, Juin 2010, p 41

⁵ Problématique du secteur de l'eau et impacts liés au climat en Algérie, 07 Mars 2009

⁶ Conférence des Nations Unies sur l'Environnement et le Développement,(mars 1998), « Eau et développement durable », Témoignages de la société civile, Editions de GRET, mars 1998

⁷ El Mehdi Dadi, L'ÉVALUATION DE LA POSSIBILITÉ DE RÉUTILISER EN AGRICULTURE L'EFFLUENT TRAITÉ DE LA COMMUNE DE DRARGA, UNIVERSITÉ DE Sherbrooke, Québec, Canada, avril 2010, p.7

Nous allons présenter dans cette étude, un exemple signifiant en ce qui concerne la valorisation des eaux usées traitées dans l'agriculture, au Maroc, plusieurs expériences en étaient réalisées, nous avons choisie une, avec des statistiques qui reflètent les gains réalisés dans l'agriculture en utilisant cette nouvelle technique.

1. La Réutilisation des Eaux Usées Traitées

Selon une étude de (Global Water Intelligence, 2005), seulement 5% des eaux usées traitées de la planète sont réutilisées à l'heure actuelle, ce qui représente un volume global d'environ 0,18% de la demande mondiale en eau, mais ce marché enregistré, aux États-Unis comme en Europe, une croissance d'environ 25% par an. La réutilisation des eaux usées est donc une activité en plein développement⁸.

1.1 Les Eaux Usées

Les eaux usées (ou eaux polluées) sont des eaux qui ont été altérées par l'activité humaine. Elles sont constituées d'un mélange d'eaux de lavage, d'eaux vannes, rejets d'activités artisanales et parfois il s'y ajoute les eaux pluviales et les rejets autorisés d'unités industrielles.

1.1.1 Les eaux usées domestiques

Elles sont constituées des eaux grises et des eaux vannes. Les eaux grises sont les eaux des baignoires, douches, lavabos, éviers, machines à laver. Les eaux-vannes ou eaux ménagères font références aux sous-produits de la digestion. Les volumes d'eau prélevés par habitant sont très élevés, Les machines à laver ou les laves vaisselles, le lavage des voitures ou encore les chasses d'eau consomment de grandes quantités d'eau. Ces usages de confort ajoutés aux bains et douches représentent des volumes considérables d'eau pour un pays comme par exemple, en France, ces eaux domestiques proviennent de différents usages à savoir :

Bains et Douches : 39%, Chasses d'eau : 20%, Linge : 12%, Vaisselle : 10%, Lavage Voiture : 6%, Cuisine : 6%

Les eaux usées domestiques sont souvent traitées dans les stations d'épuration ou STEP dont le but est de séparer les polluants (Huiles, Graisses, Lessives, Détergents...) présents dans l'eau qui pourraient polluer l'environnement.

1.1.2 Les eaux usées industrielles⁹

Elles sont très différentes des eaux usées domestiques. Leurs caractéristiques varient d'une industrie à l'autre. En plus de matières organiques, azotées ou phosphorées, elles peuvent également contenir des produits toxiques, des solvants, des métaux lourds, des micropolluants organiques, des hydrocarbures.

En France, les industriels doivent rejeter des eaux conformes à la réglementation en vigueur imposée par les DRIRE (Direction régionale de l'industrie et de la recherche).

Traiter correctement les eaux industrielles est donc un défi propre à chaque industrie. Il est évidemment important de limiter ou d'empêcher toutes les contaminations possibles des eaux industrielles sur l'environnement en général. Pour cela, il est impératif de connaître les types de pollutions et les méthodes de dépollution propre à chaque site industriel pour traiter efficacement ses effluents.

En effet, il existe autant de pollution industrielle qu'il existe d'industrie. On distingue notamment les pollutions :

- Aux métaux

⁸ LAZAROVA Valentina, Suez-Environment, BRISSAUD François, (Février 2007) « Intérêt, bénéfices et contraintes de la Réutilisation des eaux usées en France », Université Montpellier 2, N° 299 - L'eau, L'industrie, Les Nuisances, P43

⁹ Office nationale de L'eau et de L'assainissement, (AOUT 2013), « Les Eaux Usées Industrielle », Août 2013

- Aux acides, bases et divers produits chimiques
- Aux hydrocarbures
- Aux matières organiques et graisses
- Aux matières radioactives

1.2 Historique de La réutilisation des eaux usées

L'épuration et la réutilisation des eaux usées ont été pratiquées en Australie depuis 1880, dans les années 1950 et 1960, la réutilisation des eaux usées traitées pour l'arrosage des golfs et espaces verts s'est développée et en 1993 elle a été encouragée par le gouvernement de l'Etat qui l'a réglementée dans la loi pour la Protection de l'Environnement de 1995¹⁰.

Aux États-Unis, 34 états disposent de réglementations ou de recommandations relatives à l'usage agricole des eaux usées. Les grandes réalisations sont en Californie où les eaux usées sont utilisées pour irriguer le coton, le maïs et la betterave à sucre et en Floride, où en plus des parcs et des golfs, 3000 ha de cultures et de pépinières sont irriguées par les eaux usées traitées.

La Tunisie est le premier pays de l'Ouest méditerranéen à avoir adopté des réglementations en 1989 pour la réutilisation des eaux usées. On compte environ 6400 hectares irrigués par les eaux usées traitées, les cultures irriguées sont les arbres fruitiers (citrons, olives, pommes, poires etc.), les vignobles, les fourrages (luzerne, sorgho), le coton, etc.¹¹

Différentes réglementations ont été mises au point concernant la réutilisation des eaux usées dans le monde, on peut citer quelques lois :

- Les recommandations de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) : Depuis 1982, l'OMS effectuait des recherches afin de fournir une base scientifique pour établir ses recommandations. Pour établir les nouvelles normes, deux approches ont été utilisées : d'une part, des études épidémiologiques empiriques complétées par des études microbiologiques concernant la transmission des germes pathogènes et, d'autre part, une évaluation quantitative du risque basée sur un modèle applicable aux germes pathogènes choisis. Cette approche combinée a permis d'obtenir un outil puissant pour établir des recommandations, avec un rapport coût/efficacité avantageux et une garantie de protection de la santé publique. Cette révision a permis d'affiner les normes de l'OMS. Les modifications ont essentiellement porté sur la norme "oeufs d'helminthes" qui pour certaines catégories est passée de 1 à 0,1 oeuf/L. Ces recommandations ne concernent que l'usage agricole, et il y a donc un "vide juridique" pour les autres usages.
- Cadre juridique de la Tunisie : L'expérience tunisienne dans le domaine de la réutilisation des Eaux Usées Traitées (E.U.T) a commencé en 1958 par l'irrigation des orangers dans la région de Soukra (Tunis) pendant la sécheresse. Depuis, le secteur s'est bien organisé par la promulgation d'un certain nombre de textes le réglementant :
 - Décret n°1047 du 28/7/1989 fixant les conditions d'utilisation des eaux usées traitées à des fins agricoles ;

¹⁰ MONCHALIN Gérard, AVIRON-VIOLET Jacques, (juillet 2000), « Réutilisation des Eaux Usées après Traitement », juillet 2000.P.07

¹¹ BENZARIA Mohammed, (MARS 2008) « Approche Méthodologique pour les Projets de Réutilisation des Eaux Usées en Irrigation », Université du Québec À Montréal, MARS 2008

- Arrêté du 18/5/1990, portant homologation de la norme tunisienne relative aux spécifications d'utilisation des eaux usées traitées à des fins agricoles ;
- Arrêté du 21/6/1994, fixant la liste des cultures qui peuvent être irriguées par les EUE.
- Arrêté du 28/9/1995, approuvant le cahier des charges fixant les modalités et les conditions particulières de l'utilisation des eaux usées traitées à des fins agricoles.

- cadre juridique Algérien : Le décret exécutif n° 07-149 de 20 mai 2007 publié dans le Journal Officiel de la République Algérienne n° 35, 23 mai 2007, fixe les modalités d'utilisation des eaux usées épurées à des fins d'irrigation sous forme de concession ainsi que le cahier des charges-type y afférent (JO, 2007). Le cadre d'usage des eaux usées épurées¹² est bien précis à travers ses décrets
- La loi n° 05 - 12 du 04 août 2005, relative à l'eau, a institué, à travers ses articles 76 et 78, la concession d'utilisation des eaux 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 d'utilisation des eaux usées épurées à des fins d'irrigation ainsi que le cahier des charges y afférent (JO n°35 année 2007).
- Arrêté interministériel portant spécifications des eaux usées épurées,
- Arrêté interministériel portant liste des cultures à pratiquer avec les eaux usées épurées,
- Arrêté interministériel portant laboratoires des analyses des eaux usées épurées.

Une autre réglementation a été mise en œuvre, c'est l'arrêté interministériel du 8 Safar 1433 correspondant au 2 janvier 2012 fixant la liste des cultures pouvant être irriguées avec des eaux usées épurées. Ce texte est promulgué par les ministres chargés des ressources en eau, de l'agriculture et de la santé. Les parcelles destinées à être irriguées avec des eaux usées épurées ne doivent porter aucune culture, autre que celles figurant sur la liste indiquée.

1.3 Les usages de la réutilisation des eaux usées traitées

La demande en eau est croissante et particulièrement forte dans les pays du nord (un américain consomme en moyenne deux cents fois plus d'eau qu'un Africain). Il faut donc sans cesse trouver les moyens techniques pour recueillir et utiliser l'eau comme il convient. L'eau apparaît comme un enjeu majeur pour l'avenir, une richesse qu'il faut partager, gérer et préserver.

Par définition, cette réutilisation est une action volontaire et planifiée qui vise la production des quantités complémentaires en eau pour différents usages afin de combler des déficits hydriques.¹³

La réutilisation de l'eau est un marché à fort potentiel, actuellement, les coûts opérationnels moyens pour traiter les eaux usées s'élèvent à peu près de 0,35€ / m³, et les capacités mondiales installées pour traiter ces eaux sont¹⁴ :

2005 : 19,4 millions m³/jour (7,1 km³/an)

2010 : 32,7 millions m³/jour

2015 : 4,5 millions m³/jour

1.3.1 La réutilisation des eaux usées et l'agriculture

¹² KESSIRA MOHAMED, POLITIQUES DE SOUTIEN ET CADRES INSTITUTIONNELS, VALORISATION DES EAUX USEES EPUREES EN IRRIGATION, Synthèse Internationale du Projet "Sécurité d'utilisation des eaux usées en agriculture" Téhéran, Iran, 26-28 Juni 2013, p 4

¹³ ECOSSE David, (2001), « La Réutilisation des Eaux Usées ». Mém. D.E.S.S. Fac. Sciences, 2001

¹⁴ Suez Environnement (Novembre 2012), Dossier De Presse, AUSTRALIE, Novembre 2012, P.33

L'agriculture consomme la part la plus importante de l'eau, à travers les statistiques, L'eau douce est partagée entre les principales activités comme suit¹⁵: Agriculture: 70%, Industrie: 20%, Eau potable: 10%

Afin de préserver l'eau douce, et de faire face aux besoins alimentaires de la population future, Il est donc normal de se tourner vers d'autres ressources en eau. Selon la FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), la superficie irriguée devrait s'accroître de 33% d'ici 2010 et de 53% d'ici 2025¹⁶. Cet accroissement de l'irrigation s'accompagne d'une forte consommation d'eau qui risque de se faire aux dépens de l'eau potable.

C'est pourquoi, La majorité des projets de réutilisation des eaux usées concerne l'agriculture, comme par exemple :

En France, l'expérience actuelle se limite à des projets de faible taille (irrigation jusqu'à 320 ha), situés surtout dans les zones côtières de l'Atlantique (par exemple Pornic pour l'irrigation de golfs) et de la Méditerranée (par exemple Montpellier pour l'irrigation de cultures). L'application qui connaît l'expansion la plus importante reste l'irrigation des golfs.

Selon une enquête de la Sofres de 2006¹⁷, 62 % des français considèrent la réutilisation des eaux usées comme une priorité et sont favorables à tous les usages non-potables. Par exemple, les habitants des Alpes-Maritimes estiment nécessaire de prévoir la réutilisation des eaux usées pour l'arrosage des espaces verts (98 % favorables), le nettoyage urbain (96 % favorables), l'arrosage des golfs (83 % favorables).

L'expérience de Mexico City apparaît comme le plus important projet de réutilisation des eaux usées au niveau mondial. Presque 100 % des eaux usées brutes de la capitale mexicaine sont réutilisées pour l'irrigation de plus de 85 000 ha de diverses cultures agricoles.

Aux Etats-Unis, la réutilisation agricole est une pratique très répandue . 34 états disposent de réglementations ou de recommandations, souvent très sévères. Ces mesures législatives, et plus de trente ans d'expérience, font des Etats-Unis un pays phare au plan mondial dans le domaine de la réutilisation des eaux usées. En Floride et en Californie, respectivement 34 % (340 000 m3/j) et 63 % (570 000 m3/j) du volume total d'eaux usées réutilisée sont pour l'agriculture. L'usine de réutilisation de West Basin (Californie) (capacité finale 270 000 m3/j), gérée par United Water Services, filiale de Suez Lyonnaise des Eaux, a développé le plus vaste programme de réutilisation basé sur des technologies de pointe et des usages diversifiés.

En Italie¹⁸, la réutilisation des eaux usées est devenue un enjeu politique important. En 2005, la ville de Milan a démarré la plus grande usine de réutilisation des eaux usées en Europe avec une capacité moyenne de traitement 345.000 m3/j. Cette usine permet de recycler les eaux usées traitées et désinfectées pour l'irrigation de plus de 22.000 hectares de cultures maraîchères à haute valeur ajoutée.

En Jordanie¹⁹ aussi, le ministère jordanien de l'Eau et de l'Irrigation vient d'accorder à Suez Environnement, un contrat de partenariat de 25 ans afin d'agrandir l'usine de traitement des eaux usées d'As Samra. Le projet permettra d'accroître les capacités de l'usine actuelle, qui passera ainsi de 267 000 à 365 000 mètres cubes par jour afin de répondre aux besoins d'une population estimée de 3,5 millions d'habitants,

¹⁵ BENZARIA Mohammed,(MARS 2008) « *Approche Méthodologique pour les Projets de Réutilisation des Eaux Usées en Irrigation* », Université du Québec À Montréal, MARS 2008, P. 14

¹⁶ BENZARIA Mohammed,(MARS 2008) « *Approche Méthodologique pour les Projets de Réutilisation des Eaux Usées en Irrigation* », Université du Québec À Montréal, MARS 2008, P. 16

¹⁷ LAZAROVA Valentina, Suez-Environnement, BRISSAUD François, (Février 2007) « *Intérêt, bénéfices et contraintes de la Réutilisation des eaux usées en France* », Université Montpellier 2, N° 299 - L'eau, L'industrie, Les Nuisances, P46

¹⁸ LAZAROVA Valentina, Suez-Environnement, BRISSAUD François, (Février 2007) « *Intérêt, bénéfices et contraintes de la Réutilisation des eaux usées en France* », Université Montpellier 2, N° 299 - L'eau, L'industrie, Les Nuisances, P44

¹⁹ Suez Environnement (2009) « *L'eau En Jordanie : Une Problématique Vitale, Un Enjeu Stratégique, Un Marché En Pleine Expansion* », 2009, P. 18

soit près de 35 % de la population du pays. Une fois l'extension réalisée, elle constituera la plus vaste usine de traitement des eaux usées en service de toute la Jordanie. Elle produira une eau traitée qui représentera près de 10 % des ressources en eau, cette eau ainsi obtenue sera entièrement réutilisée en irrigation et permettra de réduire l'utilisation de l'eau potable dans le secteur agricole.

Enfin en Algérie, la réutilisation et l'exploitation des eaux usées destinées à l'agriculture sont actuellement de l'ordre de 650 millions m³. En 2011, ce chiffre s'élèvera à 750 millions m³ pour devenir 1 milliard m³ à l'horizon de l'année 2015 en signalant que les capacités de notre pays au début des années 1990 ne dépassaient pas 98 millions m³ seulement. Les eaux utilisées doivent être destinées vers l'agriculture qui enregistre en Algérie un déficit remarquable, car 65% de ces eaux sont destinés à l'irrigation agricole alors que nos voisins en Tunisie ont pu atteindre 80%²⁰.

La réutilisation des eaux usées destinées à l'agriculture est devenue un enjeu politique important et contribue elle aussi comme les autres secteurs au développement durable qui a été défini comme un « développement qui dure », ou qui « assure durablement une prospérité maximale à partir des ressources disponibles ».

1.3.2 La réutilisation des eaux usées et l'industrie

L'eau constitue souvent un élément essentiel à la production industrielle. Dans un contexte de raréfaction de la ressource, de nombreuses entreprises cherchent donc à développer le recyclage de leurs eaux usées. Pour certains pays et types d'industries, l'eau recyclée fournit 85 % des besoins globaux en eau. Les secteurs les plus grands consommateurs en eau sont les centrales thermiques et nucléaires (eau de refroidissement) et les papeteries. La qualité de l'eau réutilisée est réglementée et dépend du type d'application ou de production industrielle.

Aux Etats-Unis, par exemple, le volume des eaux réutilisées en industrie est d'environ 790 000 m³/j, dont 68 % pour le refroidissement.²¹ Nous allons prendre l'exemple de la centrale nucléaire de PaloVerde²² :

La station de PaloVerde est la plus grosse centrale nucléaire des États-Unis (4 millions de kW). Elle se trouve à Phoenix, en Arizona. Elle est aujourd'hui l'unique exemple dans le monde d'une centrale nucléaire qui utilise des eaux épurées pour ses tours de refroidissement.

Une centrale électrique a besoin d'eau pour produire de la vapeur (pour faire tourner les turbines) et pour refroidir ses équipements. La centrale consomme environ 6 400 m³ d'eau par minute. Or PaloVerde se situe dans un endroit sans réserves d'eau naturelles (pas de rivières, de lacs ni de mer). La décision a donc été prise de recourir aux eaux usées provenant de la ville de Phoenix. Les eaux usées urbaines sont traitées par une station d'épuration qui a une capacité de 500 000 m³ par jour environ. L'opération a débuté en 1974.

1.4 Les avantages et les inconvénients de la réutilisation des eaux usées

Selon une approche méthodologique pour les projets de réutilisation des eaux usées en irrigation (2008), le m³ d'eau utilisé en industrie ou dans le secteur des services est 200 fois plus rentable que s'il est utilisé en agriculture²³. Il ressort alors que, pour tirer profit de cette ressource, il vaut mieux l'utiliser dans les secteurs où elle sera la plus rentable.

²⁰ S. Mohamed (mai 2010), « L'eau dans l'agriculture saharienne », Liberté Algérie, mai 2010

²¹ ECOSSE David(2001), « La Réutilisation des Eaux Usées », Mém. D.E.S.S, Fac. Sciences, 2001

²² BAUMONT Samuel, CAMARD Jean-Philippe, LEFRANC Agnès, FRANCONI Antoine(Novembre 1998) « Réutilisation des eaux usées épurées : risques sanitaires et faisabilité en Île-de-France », Institut d'aménagement et d'urbanisme de la région Ile-de-France, Novembre 1998, P. 82

²³ BENZARIA Mohammed,(MARS 2008) « Approche Méthodologique pour les Projets de Réutilisation des Eaux Usées en Irrigation », Université du Québec À Montréal, MARS 2008, P. 15

Il s'agit alors de réutiliser les eaux usées domestiques pour l'irrigation, surtout que ces eaux proviennent des centres urbains qui grandissent sans cesse, consomment de plus en plus d'eau potable et rejettent de plus en plus d'eaux usées, bien sûr tout cela pour préserver l'eau douce.

L'exemple suivant montre bien que la réutilisation des eaux usées principalement dans l'agriculture, peut être bénéfique économiquement, socialement et sur le plan environnemental.

Les eaux usées d'une ville de 500 000 habitants qui consomment 200L/D par personne, permettent d'irriguer 6000 ha à raison de 5000 m³/ha par an. Cette eau enrichit le sol par des apports annuels de 250 kg/ha d'azote, de 50 kg/ha de phosphate et 150 kg/ha de potasse²⁴.

Cet exemple montre comment la réutilisation des eaux usées d'un centre urbain a permis la mise en valeur agricole d'une superficie importante, qui autrement aurait concurrencé ce même centre pour l'eau potable ou serait restée sans mise en valeur. Elle a permis à l'agriculture de disposer en plus de l'eau, des fertilisants et de la matière organique contenus dans les eaux usées²⁵. Les éléments chimiques contenus dans les eaux usées, particulièrement l'azote, le phosphore et le potassium (NPK) améliorent les rendements des cultures sans pour autant augmenter les coûts de production. En effet, l'agriculteur achète habituellement les engrais chimiques qui sont souvent coûteux.

Nous pouvons ajouter d'autres avantages évoqués par des spécialistes (26) :

- Une eau utilisée deux ou trois fois avant d'être rejetée dans le milieu naturel.
- Un recyclage deux fois moins cher que le dessalement de l'eau de mer.
- Une économie de la ressource en amont et une réduction des déchets en aval.
- Une économie d'énergie liée aux activités de pompage et de transport de l'eau.
- Dans certains cas, éviter les coûts de l'élimination des nutriments des eaux usées.
- Réduire ou éliminer l'utilisation des engrais chimiques en irrigation.
- Améliorer le cadre de vie et l'environnement (espaces verts, etc.).
- Profiter des nutriments apportés par l'eau d'irrigation pour augmenter la productivité des cultures agricoles et la qualité des espaces verts.

Les principaux inconvénients liés à la réutilisation des eaux usées traitées en agriculture sont les suivants²⁷:

- le risque sanitaire lié à la présence de germes dans les eaux usées traitées aussi bien pour le travailleur que pour le consommateur
- en raison de la salinité élevée de l'eau usée, il peut en résulter certains effets négatifs sur le sol et sur les plantes ce qui peut entraîner une chute de la production végétale et même une stérilité des sols par accumulation de sel
- Le contrôle des eaux réutilisées doit être rigoureux et permanent. Il exige donc des moyens importants, techniques et humains, ce qui est souvent difficile à obtenir dans les pays arides et semi-arides. Le contrôle indispensable est rendu encore plus délicat à assurer correctement en raison de la multiplicité des intervenants au niveau de la collecte, du traitement et surtout au niveau des utilisateurs

²⁴ BENZARIA Mohammed, (MARS 2008) « Approche Méthodologique pour les Projets de Réutilisation des Eaux Usées en Irrigation », Université du Québec À Montréal, MARS 2008, P. 17

²⁵ WIMPENNY, James., HEINZ, Ingo., KOO-OSHIMA, Sasha., (September 2010), « The Wealth of Waste, The economics of wastewater use in agriculture », Food And Agriculture Organization of The United Nations, Roma September 2010, P.11

²⁶ Centre scientifique et technique BRGM (Avril 2010), « La réutilisation des eaux usées : un enjeu majeur du développement durable », Fiche de Synthèse Scientifique N° 24 - Avril 2010

²⁷ BENZARIA Mohammed, (MARS 2008) « Approche Méthodologique pour les Projets de Réutilisation des Eaux Usées en Irrigation », Université du Québec À Montréal, MARS 2008, P. 23

La récupération et la réutilisation de l'eau usée s'est avérée être une option réaliste pour couvrir le déficit en eau et les besoins croissants en cette dernière, mais aussi pour se conformer aux règlements relatifs au rejet des eaux usées, en vue de la protection de l'environnement, et de la santé publique. En outre, du point de vue environnemental, la récupération et la réutilisation de l'eau usée urbaine traitée pour l'irrigation constituent probablement la solution la plus concrète.

2. Les Eaux Usées Traitées Et l'Agriculture

On va mettre en exergue, les eaux usées traitées et leurs relations avec l'agriculture, au Maroc avec plus de détail en citant une étude qui démontre l'efficacité de cette technique dans l'irrigation. Nous avons choisi ce pays, parce qu'il représente une expérience sur le plan réel qui reflète concrètement des résultats significatifs et qui peut être pris comme exemple.

Le Maroc est un pays où la disponibilité des ressources en eau est un facteur déterminant dans le développement du secteur agricole qui est la base de l'économie marocaine. Les précipitations, les barrages hydro-électriques, les cours d'eau et les eaux souterraines alimentent quotidiennement les terres agricoles. Or, ces ressources en eau ont connu dans les dernières décennies une baisse de leur volume, à cause des conditions naturelles de plus en plus difficiles.

Afin de mieux contourner cette problématique et faire face à ce stress et déficit hydrique, le Secrétariat d'État marocain, chargé de l'eau et de l'environnement, avec certains organismes internationaux tels que United States Agency for International Development (USAID), ont élaboré des programmes et stratégies dans le secteur de l'eau. Un de ces projets est la station d'épuration de la commune de Drarga qui a comme objectif le traitement des eaux usées et la réutilisation de l'effluent traité pour l'irrigation agricole²⁸.

L'élimination de la pollution, selon les normes marocaines de traitement, et l'irrigation par l'usage des eaux usées traitées selon les normes de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) permettront une très grande protection de toutes les composantes de l'environnement. Le choix d'une méthode d'épuration moins coûteuse, efficace et l'assurance du financement assurera une durabilité économique aux opérations de la station. La décision des agriculteurs face à l'acceptation ou au refus de l'usage des eaux usées traitées peut provoquer, d'une part, un échec total, parce que tous les avantages ne peuvent pas être générés, et d'autre part, leur acceptation assurera une protection de l'environnement par la préservation des ressources en eau, un développement économique, car la disponibilité de l'eau d'irrigation améliorera les rendements agricoles, par la suite, l'économie d'une commune composée généralement d'agriculteurs et, finalement, un développement social, en raison de la création d'emplois et l'amélioration du niveau de vie dans la commune.

Concernant le critère de l'économie tous les coûts de gestion de la station d'épuration sont calculés, mais ils ne sont pas bien détaillés, surtout la rubrique « Divers » et celle des « Salaires ». Dans la première, on ne sait pas quelle est la nature des dépenses qui sont liées à « Divers » et, dans la deuxième, on ne connaît pas le nombre d'emplois disponibles dans la station.

²⁸ El Mehdi Dadi, L'ÉVALUATION DE LA POSSIBILITÉ DE RÉUTILISER EN AGRICULTURE L'EFFLUENT TRAITÉ DE LA COMMUNE DE DRARGA, UNIVERSITÉ DE Sherbrooke, Québec, Canada, avril 2010, p.21

Tableau 1. Coûts de gestion de la station d'épuration en \$/an²⁹.

Rubrique	Coût (\$/an)	Coût (%)
Électricité	7894	23,1
Salaires	9209	26,9
Analyses de laboratoire	10 525	30,8
Divers	6578	19,2
Total des coûts de gestion	34 206	100

Deuxièmement, la station devra faire face au problème de financement. Depuis le début du fonctionnement de la station, le paiement de la facture d'alimentation en eau potable par la population reste la seule source de revenus de la station. Au Maroc, le manque de financement a causé l'arrêt de plusieurs stations d'épuration. Souvent, le choix des méthodes de traitement des eaux usées implique des coûts largement supérieurs à la capacité économique des organismes responsables. En effet, le financement de la station d'épuration représente une importance majeure pour le maintien des opérations de traitement ainsi que le conditionnement des eaux usées avant leur réutilisation, si bien que, dans le cas de la commune de Drarga, le versement d'un montant symbolique par les agriculteurs lors de l'utilisation d'une eau conditionnée ayant une valeur agronomique pourrait assurer le financement et la couverture des frais de fonctionnement de la station d'épuration.

En fait, cette mesure de vente des eaux épurées a été prise en considération par les responsables de la station. Néanmoins, les agriculteurs refusent de les utiliser, considérant que cette eau soit gratuite parce qu'ils ne sont pas prêts à payer pour une eau qui sera, de toute manière, rejetée dans la nature après son traitement. En plus de la vente des eaux, d'autres mécanismes de recouvrement des coûts ont été déterminés, mais sans qu'ils ne soient toutefois appliqués. Il s'agit de la vente des boues résiduelles aux agriculteurs, la vente des roseaux après leur récolte aux agriculteurs et la valorisation du biogaz des bassins non aérés pour produire l'électricité nécessaire à la station afin de réduire les coûts d'opération.

Cependant, depuis la mise en marche de la station d'épuration, aucun de ces mécanismes n'a fonctionné³⁰ :

- d'une part à cause du manque de moyens techniques essentiels : c'est le cas des boues. L'absence d'une plate-forme de compostage pour la stabilisation des boues ne permet pas de les valoriser et de leur donner une valeur agronomique importante qui facilitera, par la suite, leur vente auprès des agriculteurs;
- d'autre part, en raison de l'absence de l'exécution des tâches de la part des employés. C'est le cas des roseaux qui n'ont jamais été coupés pour être vendus depuis la mise en marche de la station.
- Aussi, le biogaz n'a jamais été valorisé alors qu'un groupe électrogène a été mis en place pour produire de l'électricité à partir d'un mélange de biogaz et de diésel.

²⁹ El Mehdi Dadi, L'ÉVALUATION DE LA POSSIBILITÉ DE RÉUTILISER EN AGRICULTURE L'EFFLUENT TRAITÉ DE LA COMMUNE DE DRARGA, UNIVERSITÉ DE Sherbrooke, Québec, Canada, avril 2010, p.40

³⁰ El Mehdi Dadi, L'ÉVALUATION DE LA POSSIBILITÉ DE RÉUTILISER EN AGRICULTURE L'EFFLUENT TRAITÉ DE LA COMMUNE DE DRARGA, UNIVERSITÉ DE Sherbrooke, Québec, Canada, avril 2010, p.41

Quant à l'impact sur l'économie locale, l'évaluation a montré un impact positif au cas où l'irrigation par les eaux usées traitées serait appliquée. L'irrigation permettrait d'augmenter le rendement agricole parce l'eau essentielle pour satisfaire les besoins des cultures serait disponible. À cela s'ajoutent les économies importantes que les agriculteurs réaliseraient, du fait que la valeur agronomique des eaux usées qui remplacerait l'achat d'engrais minéraux. Tout cela permettrait d'améliorer la production agricole et la rentabilité des agriculteurs, qui constituent la majeure partie de la population, et la sécurité alimentaire dans la commune de Drarga.

Ainsi, l'analyse a démontré que le développement du secteur agricole encouragerait certaines filières industrielles et d'autres activités de commerce à s'installer dans la commune, comme l'industrie agroalimentaire et le commerce de produits et d'équipements agricoles essentiels à l'irrigation.

Tableau2. L'épargne économique due à la réutilisation des eaux traitées en \$/ha³¹

Culture	Blé	Tomates	Maïs	Luzerne	Courgette
Engrais économisés en \$/ha	196,30	466,02	475,49	202,48	203,27

Selon le Tableau précédent, un agriculteur qui utilisera les eaux épurées dans l'irrigation des cultures de blé et de tomates à la place d'engrais réalisera un gain qui atteint **662,32 \$/ha**. De même, cette réutilisation permettra aussi de réaliser des économies en eau très importantes.

En fait, pour les cultures de tomates, elles ont besoin de **500 litres d'eau par 100 m² de sol par jour** pendant les 40 premiers jours suivant la transplantation et un autre **500 l/100 m²/jour** pendant les 40 jours de floraison et de maturation. Or, pour un hectare de tomates, on aura besoin de **2000 m³** par 40 jours (sachant que l'équivalent de 1 ha est 10 000 m², ce qui est l'équivalent de **4000 m³/ha** pour couvrir toute la période de croissance de la tomate. Selon le prix de vente des eaux usées traitées, qui est de **0,063 \$/m³**, l'agriculteur paierait **252 \$/ha** au lieu de **508 \$/ha** s'il utilisait de l'eau propre qui coûte **0,127 \$/m³**.

En ce qui concerne le blé, cette culture a besoin de **600 mm** jusqu'à **1500 mm** de précipitations bien réparties par an. Si **1 mm** de pluie est l'équivalent d'un litre d'eau par m² de sol, donc, pour irriguer un hectare, on aura besoin d'au moins **6000 m³** d'eau. Étant donné que les précipitations sont faibles dans la région de Drarga, les agriculteurs achètent souvent des eaux fraîches pour irriguer leurs cultures, c'est pourquoi, en achetant des eaux usées traitées, l'agriculteur paierait **378 \$/ha** au lieu de **762 \$/ha³²**.

En calculant la différence de prix pour les deux cultures, on note que l'agriculteur pourrait économiser **256 \$/ha pour les tomates (508 \$ - 252 \$ = 256 \$/ha) et pour la culture du blé 384 \$/ha (762 \$ - 378 \$ = 384 \$/ha)**.

Conclusion

³¹Ei Mehdi Dadi, L'ÉVALUATION DE LA POSSIBILITÉ DE RÉUTILISER EN AGRICULTURE L'EFFLUENT TRAITÉ DE LA COMMUNE DE DRARGA, UNIVERSITÉ DE Sherbrooke, Québec, Canada, avril 2010, p.42

³²Ei Mehdi Dadi, L'ÉVALUATION DE LA POSSIBILITÉ DE RÉUTILISER EN AGRICULTURE L'EFFLUENT TRAITÉ DE LA COMMUNE DE DRARGA, UNIVERSITÉ DE Sherbrooke, Québec, Canada, avril 2010, p.43

A travers ce papier, nous avons essayé d'illustrer l'efficacité de cette nouvelle technique dans l'agriculture, et à travers l'exemple Marocain, l'évaluation a pris en compte l'impact de la station de traitement et celui de l'irrigation sur les différentes composantes de l'environnement.

Ce présent travail a fait ressortir que l'acceptabilité du public est un enjeu très déterminant pour atteindre les objectifs qui sont souvent fixés avant la réalisation de n'importe quel projet.

L'évaluation a conclu que les agriculteurs doivent être bien sensibilisés sur les différents avantages de la réutilisation des eaux usées traitées parce qu'ils ne sont pas très enclins à acheter une eau qui provient d'une station d'épuration. Ils sont aussi loin de comprendre les différents impacts économiques associés à cette réutilisation. Afin d'améliorer cette situation et d'en assurer l'acceptation, certaines recommandations ont été élaborées, principalement :

- ✚ la présentation de la situation critique du bilan hydraulique de la région, ce qui va leur permettre de mieux comprendre la raison de remplacer l'utilisation d'une eau propre par une eau traitée;
- ✚ l'explication des impacts négatifs de l'utilisation excessive d'engrais minéraux sur la qualité de certaines ressources en eau;
- ✚ la présentation des avantages économiques de la réutilisation d'eaux épurées, notamment, l'impact sur leurs rentrées économiques;
- ✚ le rôle important de l'achat du paiement d'eaux usées traitées pour le maintien du fonctionnement de la station d'épuration.

A travers cette étude, les chercheurs assurent que cette réutilisation n'aura aucun danger sur l'environnement. Elle va, en revanche, protéger l'environnement, développer l'économie des agriculteurs et améliorer la qualité vie des gens.

Finalement, et à la lumière des différents résultats obtenus de cette exemple, on se pose la question sur la réalisation de ces recherches en Algérie, parce que jusqu'à maintenant, les projets lancés concernent l'irrigation des arboricultures mais l'utilisation de cette technique dans l'irrigation des cultures maraichères est très timide.

Références Bibliographiques :

BENZARIA Mohammed.(2008), « *Approche Méthodologique pour les Projets de Réutilisation des Eaux Usées en Irrigation* », Université du Québec À Montréal, MARS 2008.

BERTRAND Yann Arthus.(2006), « *Le Développement Durable, pourquoi ?* », FondationGoodPlanet, Première édition.

BAUMONT Samuel, CAMARD Jean-Philippe, LEFRANC Agnès, FRANCONI Antoine. (1998), « *Réutilisation des eaux usées épurées : risques sanitaires et faisabilité en Île-de-France* », Institut d'aménagement et d'urbanisme de la région Ile-de-France.

ECOSSE David, (2001), « *La Réutilisation des Eaux Usées* ». Mémoire. D.E.S.S, Fac. Sciences,

El Mehdi DADI,(2010), « L'évaluation de la Possibilité de Réutiliser en Agriculture L'effluent Traité de la Commune de DRARGA, Université de Sherbrooke, Québec, Canada,

GAVATHRI DEVI MEKALA, DAVIDSON Brian, BOLAND Anne-Maree, (2007) « *Economics of Wastewater Treatment and Recycling: An investigation of conceptual issues*», A paper presented at the 51st Annual Conference of Australian Agricultural and Resource Economics Society, New Zealand,

HARTMAN Pamela, CLELAND Joshua. (2007), «*Wastewater Treatment Performance And Cost Data to Support An Affordability Analysis For Water Quality Standards*».

LAZAROVA Valentina, Suez-Environment, BRISSAUD François, (2007) « *Intérêt, bénéfices et contraintes de la Réutilisation des eaux usées en France* », Université Montpellier 2, N° 299

MACARD Francis.(2010), « *Pour Tous, Grâce à Tous, au Présent et au Futur, le Développement Durable* », ADEME Éditions.

MONCHALIN Gérard, AVIRON-Violet Jacques, (2000), « *Réutilisation des Eaux Usées après Traitement* ».

REMINI .b, (Juin 2010), « *La Problématique de L'eau en Algérie du Nord* », Département des Sciences de l'eau et de L'environnement, Faculté des sciences de l'ingénieur, université Blida, Juin 2010

ROUDI-FAHIMI Farzaneh.(2002),CREEL Liz et MARK DE SOUZA Roger,(Novembre 2002)« *Le Juste Équilibre : Population et Insuffisance des Ressources en Eau a Moyen-Orient et en Afrique du Nord* »

SOU Yéli Mariam, (2009), « *Recyclage des Eaux Usées en Irrigation : Potentiel Fertilisant*, **Thèse n° 4578**.(2009), École Polytechnique Fédérale de Lausanne.*Risques Sanitaires et Impacts sur la Qualité des Sols* »,

S. Mohamed. (2010), « *l'eau dans l'agriculture saharienne* », Liberte Algérie.

Conférence des Nations Unies sur l'Environnement et le Développement,(1998), « *Eau et développement durable* », Témoignages de la société civile, Editions de GRET.

Rapport mondial sur la mise en valeur des ressources en eau (2003), « *L'eau pour les hommes, l'eau pour la vie* » Éditions UNESCO– WWAP .

Rapport D'investissement par Pays ALGÉRIE,.(2008), « *L'eau Pour L'agriculture et L'énergie en Afrique: Les Défis du Changement Climatique* ».

Centre scientifique et technique BRGM. (2010), « *La réutilisation des eaux usées : un enjeu majeur du développement durable* », Fiche de Synthèse Scientifique N° 24 .

Fiche De Synthèse Scientifique,(2010), « *La Réutilisation des Eaux Usées : un Enjeu Majeur du Développement Durable* », N° 24 - .

Bilan Des Connaissances.(2012), « *Impacts du Changement Climatique dans le Domaine de L'eau sur les Bassins Rhône-Méditerranée et Corse* ».

CAPE COD Commission, (2013), « *Regional Wastewater Management Plan Understanding the Cost Factors of Wastewater Treatment and Disposal*».