

## **Evaluation De La Productivité Végétale Des Eaux Usées Epurées Evaluation of Plant Productivity of Treated Wastewater**

L. Messaoudi<sup>1</sup>, D. Lahmami<sup>2</sup>, Z. Messaoudi<sup>3</sup>

<sup>1)</sup> *Equipe des Matériaux, Membranes et Procédés de Séparation, Université Moulay Ismaïl, Faculté des Sciences B.P.11201 Zitoune, Meknès- Maroc*

<sup>2)</sup> *Ferme Pédagogique de l'Ecole Nationale d'Agriculture de Meknès, ENA BP S/40 Meknès Maroc.*

<sup>3)</sup> *Département d'Arboriculture et Viticulture, Ecole Nationale d'Agriculture de Meknès, BP S/40 Meknès Maroc.*

---

**Résumé :** L'objet du présent travail est d'évaluer, à travers un essai expérimental, la productivité végétale de différents types d'eau d'irrigation préparés à partir d'eau usée épurée avec des matériaux de filtration. Les résultats de ce travail montrent que, selon les matériaux de filtration, la productivité d'eau usée épurée est similaire ou significativement distincte de celle d'eau usée non épurée. En effet, La production en matière fraîche des plantes irriguées avec l'eau usée épurée par le sable de mer ou par le charbon de bois est semblable à celle des plantes irriguées avec l'eau usée non traitée. Tandis que, l'irrigation avec l'eau usée épurée par l'argile permet d'améliorer cette production d'environ 30%.

**Mots-clés:** Agriculture, Développement durable, Eaux polluées, Environnement, Epuration.

**Abstract:** The purpose of this study was to evaluate, through an experimental test, plant productivity of different types of irrigation water prepared from purified waste water with filtration materials. The results of this study show that the purified waste water productivity is similar or different from that of non-purified waste water. Indeed, the fresh material production plants irrigated with waste water purified by the sea sand or charcoal is similar to that of plants irrigated with untreated wastewater. While, irrigation with wastewater purified by clay improves the production of approximately 30 %.

**Keywords:** Agriculture, Environment, Polluted waters, Sustainability, Treatment.

---

### **I. Introduction**

La réutilisation des eaux usées en agriculture crée une dynamique socio-économique au sein de la population d'agriculteurs [1]. En revanche, des études menées sur la qualité des cours d'eau qui reçoivent les rejets d'eau usée industrielle et ménagère témoignent qu'ils comportent des polluants pouvant altérer des milieux récepteurs [2]. Ceci permet de dire que suite à une irrigation irrationnelle à partir des eaux de ces cours, les polluants peuvent s'infiltrer et s'accumuler dans le sol, adhérer ou être absorbés par les cultures végétales [3]. Les conséquences qui peuvent en découler sont l'altération des composantes d'environnement agricole et la menace de la santé animale et humaine à travers la chaîne alimentaire.

Les constituants du sol lui confèrent des propriétés physiques et chimiques dont en particulier la porosité les capacités d'adhérence et d'échange ionique [4]. On peut s'en servir pour épurer les eaux polluées. Certes, la station expérimentale d'épuration de Ben Sergo à Agadir au Maroc utilise le processus d'infiltration-percolation dont le sol constitue le lieu des réactions biochimiques. Des études menées dans cette station ont montré que ce système permet d'atteindre des taux d'abattement des paramètres de pollution à des niveaux acceptables en irrigation agricole et de préserver également les éléments nutritifs véhiculés par les eaux usées nécessaires à la croissance et le développement des plantes [5].

L'objectif essentiel du présent travail est d'étudier, à travers un essai expérimental, la productivité des types d'eau usée en domaine agricole. On entend dire par productivité le caractère productif que peut avoir l'eau d'irrigation en matière végétale en tant que facteur et condition de production. Les types d'eau sont préparés à partir d'eau usée non traitée et d'eau usée épurée avec des matériaux amplement disponibles dans la nature du Maroc. Ainsi pour présenter ce travail on aborde d'abord, le matériel et les méthodes qu'on a utilisés pour collecter les données puis les méthodes d'analyse mises en œuvre pour les traiter et enfin on dresse les résultats et on en tire des conclusions.

### **II. Matériels Et Méthodes**

Il est évident qu'une multitude de conditions du milieu influencent la croissance et le développement des végétaux. Ainsi, pour que le "type d'eau d'irrigation" soit le seul facteur explicatif des écarts de production végétale, il conviendra de rendre homogène le reste de facteurs de production dans le milieu d'expérimentation. Pour ce faire, l'expérimentation a été menée sous une serre vitrée, en utilisant un même matériel végétal et un seul type de sol. Pour surmonter le risque du stress hydrique des plantes, les sols des

unités expérimentales ont été régulièrement irrigués au niveau de l'humidité à la capacité au champ. La tenue de ce niveau est réalisée en maintenant en permanence le poids de chaque unité expérimentale à 6 kg. Les unités expérimentales sont constituées de pots en plastique. Afin d'éviter le risque d'asphyxie des plantes et faciliter le drainage d'eau d'irrigation, les fonds des pots sont percés et menés d'un lit de graviers. Le pot vide et le gravier pèsent 1kg. Le sol lieu de nutrition et support des plantes est constitué de sable de rivière. Avant sa mise en pot, il a été lessivé et séché. Le poids du sol plus son humidité à la capacité au champ dans chaque pot est de 5kg.

Le végétal objet d'observation est la coriandre (*coriandrum stivum*). C'est une plante annuelle appartenant à la famille des ombellifères. La mesure et la collecte de données ont été effectuées sur le poids de la matière fraîche de la partie aérienne des plantes (tiges et feuilles). C'est la partie de la coriandre appréciée par le consommateur au Maroc. Le choix de la coriandre, en tant que matériel végétal, a été imposé par l'importance des superficies réservées à cette culture dans les assolements annuels des exploitations agricoles irriguées avec les eaux usées et par le niveau des revenus que les agriculteurs enquêtés en dégagent [1].

Les matériaux de filtration sont constitués d'un sable de mer apporté d'un site maritime, du charbon de bois prélevé de reliquat d'un four public et d'un substrat d'argile pauvre en matière organique. La structure du facteur "type d'eau d'irrigation" est constituée de quatre traitements dont un est témoin, T<sub>1</sub> (témoin): eau usée non traitée (E.U.N.T.), T<sub>2</sub>: eau usée épurée avec le sable de mer (E.U.E.S<sub>m</sub>), T<sub>3</sub>: eau usée épurée avec le charbon de bois (E.U.E.Ch<sub>b</sub>) et T<sub>4</sub>: eau usée épurée avec l'argile (E.U.E.A.). La répartition des traitements est établie suivant un dispositif en blocs aléatoires complets. Le nombre de répétition de chaque traitement est de 4, on obtient donc quatre blocs randomisés. En outre, puisque le nombre de modalités du facteur est de 4, on aura un total de 16 unités expérimentales dans le dispositif.

Le but essentiel d'analyse et d'interprétation des données observées est de vérifier est ce qu'il existe une différence suffisamment significative de l'effet du "type d'eau d'irrigation" sur la production végétale. Pour approcher ce travail on a mis en œuvre des méthodes d'analyse qui s'associent au dispositif expérimental en blocs aléatoires complets [6]. Il s'agit d'analyse de variance à un seul critère de classification à compléter par les méthodes de comparaison multiple des moyennes de production réalisées en cas de confirmation d'effet significatif. Ainsi, les mesures enregistrées sur le poids de la matière fraîche de la partie aérienne de la coriandre constituent les variables quantitatives dépendantes tandis que, le facteur " type d'eau d'irrigation" représente la variable nominative du critère de classification. Le seuil de signification des tests est fixé à 5%. Enfin, l'analyse de variance a été précédée du contrôle de normalité et de transformation des variables à tester.

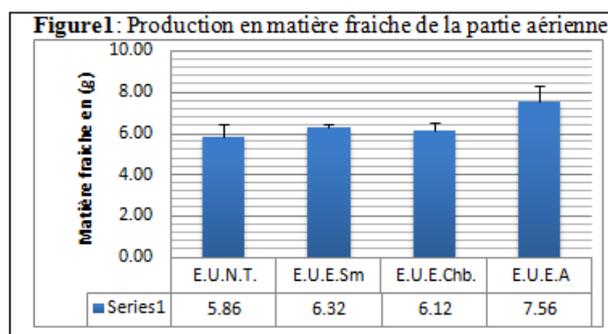
Les variables dépendantes à tester suivent une distribution normale. En effet, le test de normalité Shapiro-Wilk n'indique aucune différence significative entre les distributions de ces variables et celle de la normale, tableau (1). Les données des variables production en matière fraîche ont été standardisées (MS<sub>std</sub>) de la manière suivante: la valeur du poids de la matière fraîche par unité expérimentale (MS<sub>u,e</sub>) divisée par celle du nombre de pieds (N<sub>pieds</sub>) de la même unité expérimentale multiplié par cent.

**Tableau 1: Test de normalité**

Type d'eau d'irrigation	Shapiro-Wilk		
	Statist.	dd l	Sign.
EUNT	0,883	4	0,352
EUES <sub>m</sub>	0,939	4	0,647
EUECh <sub>b</sub>	0,840	4	0,195
EUEA	0,943	4	0,673

### III. Résultats Et Discussion

Les moyennes des variables associées à la matière fraîche de la partie aérienne des plantes de chaque type d'eau d'irrigation sont indiquées sur la Figure 1. Les barres d'erreur représentent les bornes supérieures de l'intervalle de confiance des moyennes observées.



L'analyse de variance des variables liées aux modalités d'eau usée épurée et d'eau usée non traitée révèle qu'il existe une différence significative de l'effet du "type d'eau d'irrigation" sur la production en matière fraîche de la partie aérienne du végétal étudié, tableau 2.

**Tableau 2: Analyse de variance**

	Somme des carrés	d.d.l	Moyenne des carrés	F	Signification
Inter-groupes	6,878	3	2,293	7,872	<b>0,004</b>
Intra-groupes	3,495	12	0,291		
Total	10,373	15			

En effet, le test de t de Dunnett indique qu'il existe une différence significative entre l'effet d'eau usée épurée par l'argile et celui d'eau usée non traitée, tableau 3.

**Tableau 3: Test de t de Dunnett**

(I)	(J)	Différence de moyennes réalisées (I-J)	Erreur standard	Signification
EUES	EUNT <small>témoin</small>	0,46	0,38	0,495
EUEchb	EUNT <small>témoin</small>	0,26	0,38	0,836
EUEA	EUNT <small>témoin</small>	1,70	0,38	<b>0,002</b>

Il en découle que, l'effet des types d'eau usée épurée par le charbon de bois ou par le sable de mer reste similaire à celui du témoin. Alors que celui du type d'eau usée épurée par l'argile lui est significativement différent. En effet, l'écart de son effet permet d'améliorer la production des plantes en matière fraîche d'environ **30%** par rapport à l'eau usée non traitée. Le test de Student-Newman-Keuls illustre cette distinction, il a permis de mettre en relief deux sous-groupes homogènes classés selon leurs niveaux de production réalisés, tableau 4. Le premier groupe est composé des modalités d'eau usée non traitée et d'eau usée épurée par le charbon de bois ou par le sable de mer, le deuxième groupe est composé de la modalité d'eau usée épurée par l'argile.

**Tableau 4: Test Student-Newman-Keuls.**

Type d'eau d'irrigation	N	Sous-groupe	
		1	2
EUNT <small>témoin</small>	4	5,86	
EUEchb	4	6,12	
EUES	4	6,32	
EUEA	4		7,56
Signification		0,462	1

#### IV. Conclusion

- La productivité végétale de l'eau épurée par le charbon du bois ou par le sable de mer reste semblable à celui d'eau usée non traitée.
- La productivité végétale de l'eau usée épurée par l'argile est distincte de celle d'eau usée non traitée. Cette distinction est significative et en faveur du premier type d'eau d'irrigation. En effet, ce dernier permet d'augmenter d'environ **30%** le niveau de production de la matière fraîche de la partie aérienne des plantes par rapport à l'eau usée non traitée.
- Des deux premières conclusions, on peut dire que la productivité d'eau usée épurée par des matériaux de filtration reste au niveau ou dépasse celle d'eau usée non traitée.
- Sur l'aspect agronomique, on estime que les résultats de ce travail constituent un apport scientifique pour rationaliser la réutilisation des eaux usées en domaine agricole. Il va falloir compléter par une thématique dans laquelle on vérifie, via des analyses physico-chimiques et biologiques, est ce que les matériaux que l'on a utilisés ont la capacité de rabattre la charge des polluants dans l'eau polluée à des seuils requis en irrigation agricole. Le souci en est toujours de chercher un appui cohérent susceptible de répondre aux besoins d'agriculteurs qui habitent un espace offrant une eau usée réutilisable en agriculture et d'atténuer son effet polluant sur l'environnement.

#### Références

- [1]. Lahmami D., Messaoudi L., Messaoudi Z., Diagnostics socio-économique et environnemental de l'irrigation des cultures maraichères avec les eaux usées non traitées : cas de la zone urbaine et périurbaine de la ville de Meknès au Maroc, Sciences Lib Editions Mersenne, 5 (2013) 130212.
- [2]. Karrass L., Chahlaoui A., Bio-évaluation de la qualité des eaux de l'oued Boufrane (Meknès Maroc), Biomatec 3 (2009) 617.
- [3]. Tremel S. A., Feix I., contamination des sols transferts des sols vers les plantes (Edition ADEM, 2005, France)
- [4]. Hillel D., l'eau et le sol principe et processus physique (Collection PEDASUP 5, 1988, Belgique)
- [5]. Nivault N., Schwartzblod L., Waste water treatment by infiltration percolation on sand: Result in Ben Sergo, Morocco, Wat. Sci. Tech. 27 (9), 1993, pp 55-91
- [6]. Dagnilie P. principes d'expérimentation planification des expériences et analyse de leurs résultats (Les Presses Agronomiques de Gembloux Belgique 2003)