

## **Effet de la réutilisation des eaux usées brutes et épurées sur la croissance, le développement de la courgette et sa qualité hygiénique.**

**Mounia ABOUELOUAF A<sup>1</sup>, Abdelbasset BERRICHI<sup>2</sup>, Hassan ELHALOUANI<sup>1</sup>, Khadija DSSOULI<sup>1</sup>, Mohammed REDA TAZI<sup>2</sup>, Jalila BOULGHALEG<sup>3</sup> et Abdelkader Yakoubi<sup>3</sup>**

1 Laboratoire d'écologie générale et d'hydrobiologie

2 Laboratoire d'écologie végétale et d'aridoculture

3 Département de biologie.

Auteur correspondant ; e-mail : [aberrichi@Sciences.univ-oujda.ac.ma](mailto:aberrichi@Sciences.univ-oujda.ac.ma)

### **Résumé :**

L'objectif du présent travail est de mettre en relief d'une part, l'effet de l'irrigation sur les paramètres de croissance et rendement de la culture de courgette, et d'autre part de déterminer leur degré de contamination fécale. Les irrigations avec les eaux usées brutes, l'eau potable additionnée aux fertilisants, les eaux usées épurées par voie active et les eaux usées épurées par voie passive conduisent à une amélioration du rendement de la culture par rapport à l'eau potable.

Les apports des eaux usées brutes et épurées en éléments minéraux varient selon les traitements et l'élément minéral mis en cause, ils sont compris entre 50% jusqu'à la couverture totale des besoins de la plante.

L'analyse bactériologique a montré que la contamination de la culture par les germes fécaux varie selon le type d'eau utilisé pour l'irrigation. Le nombre des germes fécaux obtenu à partir de l'organe comestible dépasse les normes prescrites par la FAO/OMS (1985/1989) ce qui pourrait avoir un effet néfaste sur la santé publique.

Quant à la qualité parasitologique de la culture, les résultats de l'étude montrent que l'irrigation avec les eaux épurées permet de produire des courgettes dont la

contamination est inférieure au seuil prescrit par la FAO/OMS (1985/1989).

**Mots clés :** Eaux usées - Voie active - Voie passive - Croissance - Rendement - Germes fécaux - Parasites.

### **Summary :**

The objective of this work is to highlight an share, the effect of irrigation on the parameters of growth and output of the zucchini culture, and another share to determine their degree of fecal contamination. The irrigations with rough worn water, water drinkable added with fertilizers, the worn water purified by way activates and the worn water purified by passive way leads to an improvement of the output of the drinkable culture compared to water. The contributions of the worn water rough and purified in biogenic salts vary according to treatments' and the element mineral blamed, they lie between 50% as for as the total cover of the needs for the plant. Bacteriological the analysis showed that the contamination of the culture by the fecal germs varies according to the water type used for the irrigation. The edible number of the germs fecal obtained starting from in organ exceeds the standards prescribed by the FAO/OMS (1985/1989) what could have a harmful effect on the public health. As for the parasitologic quality of the culture, the results of the survey show that in irrigation with purified water makes it possible to produce zucchinis whose contamination lower than the threshold is prescribed by the FAO/OMS (1985/1989).

**Key words :** Worn water - active way - passive way - Growth - Output - fecal Germs - Parasite.

### **Introduction**

Les ressources en eau au Maroc sont caractérisées par une forte irrégularité dans l'espace et dans le temps. Le volume annuel de précipitations est de 150 milliards de m<sup>3</sup> dont seulement 21 milliards de m<sup>3</sup> qui constituent le potentiel hydrique mobilisable.

Ainsi, le développement des capacités de mobilisation des ressources hydriques, conjugué à une gestion efficace et rationnelle, est susceptible d'atténuer les effets néfastes de la sécheresse à l'échelle nationale.

En général, la sécheresse agricole est liée non seulement aux faibles taux de précipitations mais également à d'autres facteurs climatiques tels que : les températures et des vents relativement élevés et des valeurs faibles de l'hygrométrie.

Dans des conditions pareilles d'aridité, où la contrainte climatique constitue un sérieux handicap à toute production agricole, le recours à l'irrigation est une nécessité stratégique visant l'amélioration de la sécurité alimentaire par la stabilisation sinon l'augmentation des rendements. Actuellement, environ 85% des ressources en eau mobilisées sont utilisées dans l'agriculture irriguée.

Face à l'accroissement des besoins en eau au Maroc, l'orientation vers les nouvelles ressources devient de plus en plus nécessaire. La réutilisation des eaux usées traitées constitue le premier et le principal relais des ressources conventionnelles, elles représentent un potentiel non négligeable d'environ 500 millions de m<sup>3</sup>, plus de 7000 ha sont irrigués avec les eaux usées brutes près des principaux centres urbains où l'on pratique le maraîchage, la céréaliculture et les cultures industrielles (CSEC, 1994). Les rejets déversés annuellement par la ville d'Oujda sont estimés à environ 10 millions de m<sup>3</sup> (Cadillon, 1992). Ces eaux sont réutilisées en totalité à l'état brut pour irriguer plus de 1000 ha de terrain cultivable situé à proximité de la ville. Cette pratique est adoptée par les agriculteurs de manière anarchique sans tenir compte des risques que peut entraîner l'utilisation de ces eaux pour la santé de l'homme ainsi que pour la qualité de la plante, du sol et de la nappe phréatique. La qualité d'eau d'irrigation requiert une grande importance dans une démarche de réutilisation des eaux usées en agriculture. Le niveau minimum de qualité exigible pour préserver l'environnement et la santé publique est régi par des normes qui doivent être prises en considération dans tout

processus d'épuration des eaux usées. L'usage de cette source d'eau présente des avantages non seulement en matière de rationalisation de la gestion hydrique mais aussi en coût consentis par l'agriculteur étant donné les éléments fertilisants que contiennent ces eaux.

Le but principal du présent travail est d'évaluer d'une part l'effet fertilisant des eaux usées brutes et épurées préalablement traitées par lagunage sur la culture de la courgette en comparaison avec l'eau potable avec et sans addition de fertilisants minéraux. Le suivi du comportement de la culture vis à vis de l'irrigation, selon les traitements précités, est entrepris par la détermination des rendements et des paramètres culturaux de croissance.

## **Matériel et Méthodes**

### **1- Site d'expérimentation**

L'essai agronomique a été réalisé en plein champ dans la station expérimentale de la faculté des sciences d'Oujda.

### **2- Paramètres climatiques**

La période de l'essai ...étalée du mois d'avril au mois de juillet 2001 est caractérisée par un climat relativement chaud, moyennement humide et faiblement pluvieux. Les valeurs moyennes des principaux paramètres climatiques enregistrées d'avril à juillet, pendant les quatre dernières années, sont : 20,7 °C pour la température moyenne, 31 mm de précipitation, 58% d'humidité relative et 4260 mW/cm<sup>2</sup> de radiations solaires globales.

### **3- Dispositif expérimental**

Le site expérimental est aménagé en un dispositif en blocs aléatoires complets avec trois répétitions et cinq traitements et qui sont : eau usée brute (EUB), eau usée épurée par voie passive ou lagunage facultatif (EUEP), eau usée épurée par voie active

ou lagunage à haut rendement (EUEA), eau potable additionnée à un fertilisant (EPF) et eau potable (EP).

Les mesures effectuées au cours de la période de l'essai ont porté sur le nombre et le poids moyen par plant. Le rendement est calculé à partir des poids cumulés pendant toute la période de récolte et de la densité de plantation.

#### **4- Matériel végétal**

La courgette (*cucurbita pepo*) variété «Raja» a été semée le 29/03/01 dans des terrines alvéolaires à raison d'une graine par alvéole de 5 cm de profondeur. Le substrat utilisé est la tourbe. Les plants ont été irrigués quotidiennement. La transplantation en motte a été réalisée au stade trois feuilles vraies soit 18 jours après le semis à une densité de 10000 plants/ha. La récolte a débuté 55 jours après le semis et s'est étalée sur une période de 68 jours.

#### **5- Conduite de la culture**

Le mode d'irrigation est gravitaire. Les eaux usées brutes et épurées sont amenées au moyen d'un tuyau en plastique jusqu'à la parcelle par acheminement souterrain. La détermination des besoins hydriques de la culture a été faite à l'aide d'une sonde tensiométrique enterrée dans le sol à une profondeur de 30 cm. La dose d'eau apportée à la culture durant l'essai est de 546 mm. La fumure minérale à base de N, P et K a été fractionnée en deux apports, le premier sous forme de fumure de fond avant la plantation et le second sous forme de fumure de couverture au moment de la levée, les doses apportées sont respectivement de 40-100-67 et 20-50-33.

#### **6- Etude statistique :**

La méthode statistique adoptée pour traiter les résultats obtenus est basée sur l'analyse de la variance à deux facteurs. Les moyennes sont comparées par la méthode de la plus petite différence significative (PPDS, 5%). La réalisation des calculs est

effectuée à l'aide du logiciel statistique.

## Résultats et discussion

### 1- Evolution du poids moyen par plant

La récolte de la courgette a été étalée sur une période de 67 jours pendant laquelle la variation du poids moyen cumulé par plant a été suivie comme l'illustre la figure 1.

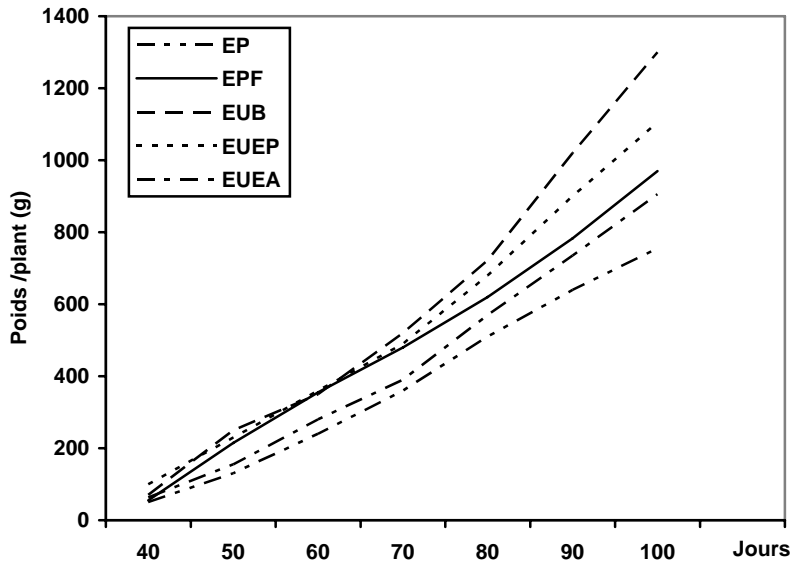


Figure 1 : Poids cumulé par plant de courgette durant la période de récolte

L'accroissement continu du poids est caractérisé par des écarts relativement faibles entre les courbes des traitements surtout pendant le premier mois de la récolte. L'irrigation de la courgette avec les eaux usées brutes, les eaux usées épurées par voie passive, les eaux usées épurées par voie active et l'eau potable avec fertilisants contribue à une amélioration notable du rendement par rapport à l'eau potable (témoin) d'environ 72%, 4%, 26% et 31% respectivement. (Tableau 1).

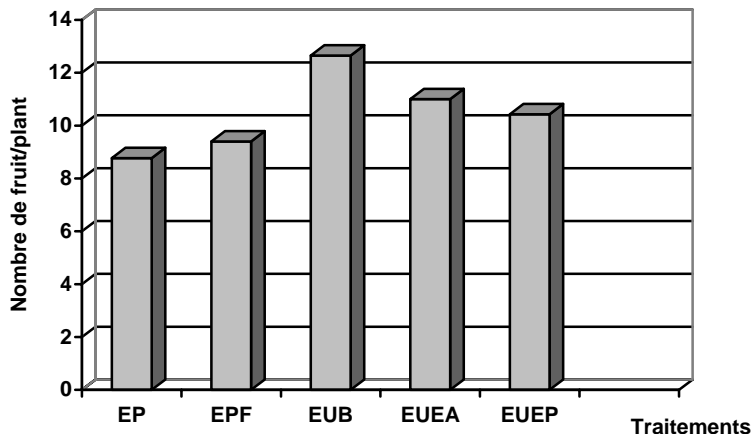
**Tableau 1 : Rendement de la courgette en fonction du type de traitement**

	EUB	EUEP	EUEA	EPF	EP
Rendement T/ha)	13.83	11.59	10.6	10.77	8.12
% d'amélioration	72	46	26	31	

L'analyse statistique des données révèle une différence hautement significative entre les traitements étudiés.

## 2- Effet des traitements sur le nombre de fruits

D'après les résultats de la figure 2, le type d'eau d'irrigation semble avoir un effet bénéfique sur le nombre de fruits récoltés. Il est de 12,65 fruits/plante pour les eaux usées brutes soit 45% d'augmentation par rapport à l'eau potable. Les traitements eaux usées épurées par voie active et eaux usées épurées par voie passive accusent un nombre de fruits intermédiaire de l'ordre de 11 et 10,43 fruits/plante respectivement. Quant à l'eau potable avec fertilisants, le nombre de fruits récoltés par plant est de 8,77 relativement faible comparativement aux autres traitements.



**Figure 2 : Effet des traitements sur le nombre de fruits par plant de courgette**

Il ressort de ces données que le nombre de courgette récolté est d'autant plus

grand que le type d'eau d'irrigation est riche en éléments fertilisants.

L'étude statistique relative au calcul du nombre de fruits de courgette montre, par rapport à l'eau potable (témoin), une différence significative avec les quatre autres traitements.

L'augmentation du rendement et du nombre de fruit induit par l'irrigation avec les eaux usées brutes est imputable aux teneurs élevées en azote et en potassium que contient cette eau et qui dépassent largement les besoins naturels de la plante. Khatir, (1991) a pu obtenir une amélioration du rendement d'environ 43% par l'irrigation d'une culture de courgette avec des eaux usées épurées, ce qui concorde avec les résultats mentionnés dans le tableau 1. D'autre part, la légère augmentation du nombre de fruits issus de plantes irriguées par l'eau potable avec fertilisants est probablement due à l'insuffisance des teneurs en éléments nutritifs pour subvenir aux besoins de la plante. Dans des études analogues effectuées sur le poivron, Raikova et Rankov, (1984) ; Gomez et *al.*, (1996) ont montré l'effet favorable de la fertilisation azotée sur l'augmentation du rendement du poids moyen et le nombre de fruits. Maqas, (1999) a constaté que le poids et le nombre de fruits relatif à une culture d'aubergine irriguée par des eaux usées épurées sont influencés par la teneur en éléments fertilisants notamment l'azote et le potassium.

### **3- Apport des eaux d'irrigation en éléments fertilisants**

Le tableau 2 présente les quantités apportées par les eaux usées brutes et épurées en azote, phosphore et potassium en comparaison avec les besoins nutritifs de la culture de courgette.

**Tableau 2 : Apport des eaux d'irrigation et besoins théoriques de la culture en N, P et K**

	Apport en fertilisants (Kg/ha)			Besoins théoriques ((Kg/ha)
	EUB	EUEP	EUEA	
N	437	175	158	60
P	187	76	83	150
K	852	1332	1281	100

Il ressort des résultats répertoriés dans ce tableau que les eaux usées brutes couvrent largement les besoins de toutes les cultures en éléments minéraux N, P et K. L'irrigation avec EUEP apporte à la culture la totalité du potassium et d'azote qui leur est nécessaire et 50% de phosphore.

D'autre part, si les doses de potassium et d'azote véhiculées par les EUEA sont suffisantes sinon abondantes par rapport à l'exigence nutritionnelle de la plante, le phosphore apporté reste insuffisant pour les besoins de la culture.

#### **4- Qualité hygiénique de la culture**

##### **4-1- Qualité parasitologique des fruits :**

Le degré de contamination de la culture avec les eaux usées brutes et épurées a été évalué par le dénombrement des œufs d'helminthes sur les fruits de la courgette (tableau 3).

**Tableau 3 : Teneurs en œufs d'helminthes sur les fruits de la courgette.**

**Type d'eau d'irrigation**

Germes	EUB	EUEP	EUEA
Asc	3.36	Abs	Abs
Strog	1.2	Abs	Abs
Tae	0.03	Abs	Abs
Ent	0.03	Abs	Abs
Hym	0.03	Abs	Abs
<b>Total</b>	<b>4,65 oeufs/l</b>		

Les résultats de l'analyse parasitologique, répertoriés dans le tableau 3, montrent que toutes les parcelles de courgette irriguées par les eaux usées brutes sont contaminées principalement par les *Ascaris* dont la proportion avoisine 72% de l'ensemble des genres dénombrés. Cette prédominance des *Ascaris* serait liée à leur grande résistance aux facteurs de l'environnement et à leur longue durée de survie sur les plantes cultivées qui peuvent atteindre jusqu'à 60 jours (Feachem,1983). L'irrigation de la courgette avec les eaux usées épurées par voies active et passive n'a conduit à l'existence d'aucun œuf d'helminthes dans les échantillons analysés.

Les résultats obtenus montrent clairement l'efficacité épuratoire des procédés de lagunage facultatif et de lagunage à haut rendement à éliminer les œufs d'helminthes et de produire des eaux dont la qualité parasitologique est conforme aux normes de l'OMS (moins d'un œuf /l).

**4-2- Qualité bactériologique des fruits :**

Les résultats des analyses bactériologiques des fruits sont consignés dans le tableau 4. L'examen des données montre que le nombre de bactéries est élevé dans les

parcelles irriguées avec les eaux usées brutes. Mais la teneur, en germes fécaux, engendrée lors de l'irrigation avec les eaux épurées subit une nette réduction. Les teneurs en CF et SF trouvées au niveau des fruits de la courgette dans les parcelles irriguées par les eaux usées épurées par voie passive sont inférieures aux normes préconisées par la FAO/OMS (1985/1989) fixées à 5 CF/g de fruit (Drapeau et Jankovic, 1977).

**Tableau 4 : Analyse bactériologique des fruits (nombre de germes/gramme de fruits)**

	EUB	EUEP	EUEA
CF	$2,7 \cdot 10^3$	1	$3,3 \cdot 10^2$
SF	$9,6 \cdot 10^2$	1	27

La minimisation du risque de contamination dans le cas de la courgette non coureuse irriguée par les eaux épurées s'expliquerait certes, dans son feuillage épars et la nature de sa surface lisse qui permettent une meilleure exposition du fruit au rayonnement solaire et par conséquent à la destruction des cellules bactériennes (Rosas et al., 1984).

Cependant, l'amélioration de la qualité bactériologique des cultures étudiées est tributaire de la disponibilité d'une eau d'irrigation répondant aux exigences sanitaires et aux limites recommandées.

## **Conclusion**

Les résultats recueillis dans cette étude ont montré que l'irrigation avec les eaux usées brutes, les eaux usées épurées par voie active et les eaux usées épurées par voie passive exerce un effet positif sur la croissance et le développement de la courgette,

Le rendement et le nombre de courgette par plante sont d'autant plus grands que le type

d'eau d'irrigation est riche en élément fertilisant notamment l'azote et le potassium,

Les apports des eaux usées brutes et épurées en éléments minéraux varient selon les traitements et l'élément minéral mis en cause, ils sont compris entre 50% jusqu'à la couverture totale des besoins de la plante,

L'analyse bactériologique a montré que le nombre de germes de contamination fécale au niveau du végétal est fonction principalement de la nature de l'organe comestible et du type d'eau d'irrigation appliquée. Dans tous les cas rencontrés (exception faite de la courgette irriguée par EUEP) les produits récoltés présentent une contamination nettement supérieure à 5 CF/g de fruit qui constitue le seuil pour une qualité bactériologique acceptable selon les recommandations de la FAO/OMS (1985/1989),

La teneur en germes fécaux, engendrée lors de l'irrigation avec les eaux épurées subit une nette réduction. Les teneurs en CF et SF trouvées au niveau des fruits de la courgette dans les parcelles irriguées par les eaux usées épurées par voie passive sont inférieures aux normes préconisées par la FAO/ OMS (1985/1989),

De point de vue qualité parasitologique, L'irrigation de la courgette avec les eaux usées épurées par voies active et passive n'a conduit à l'existence d'aucun œuf d'helminthes dans les échantillons analysés, ce qui a permis de produire des fruits dont la contamination est inférieure au seuil prescrit par l'OMS (1989) ; (< 1 œuf / l).

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Cadillon M. (1992)** Le traitement et valorisation des eaux usées d'Oujda. *Rapport préliminaire du programme de coopération Franco-Marocaine, collectivités locales.*
- CSEC. (1994)** Conseil supérieur de l'eau et du climat (Maroc) ; Réutilisation des eaux usées en agriculture, 8<sup>ème</sup> session.
- Drapeau A.J. & Jankovic S. (1977)** Manuel de microbiologie de l'environnement. Ed. OMS-Genève.
- FAO. (1985)** Water quality for agriculture. *Irrig. Drainage paper, N° 29.*
- Feachem R.G. (1983)** Sanitation and disease: Health aspects of excreta and wastewater management. *John Wiley, Chichester.*
- Gomez I., Navarro J., Moral R., Iborra M.R., Palacios G. & Mataix J. (1996)** Salinity and nitrogen fertilisation affecting the macronutrients content and yield of sweet pepper plants. *Journal of Plant Nutrition*, 19(7), 353-359.
- Kathir A. (1991)** Irrigation avec une eau usée épurée d'une culture de courgette. Aspect agronomique et qualité sanitaire du fruit. CEA Univ. Marrakech.
- Maqas M. (1999)** Impact de l'irrigation par les eaux usées épurées sur la croissance, la consommation en eau et la production d'une culture d'aubergine cultivée sous serre. Mémoire de 3<sup>ème</sup> cycle. IAV Hassan II. CHA. Agadir. Maroc.
- OMS. (1989)** L'utilisation des eaux usées en agriculture et aquaculture
- Raikova L. & Rankov V. (1984)** The uptake of fertiliser and soil nitrogen by pepper plants. *Acta Horticulture* 145, .....122-128.
- Rosas I., Beaz A. and Coutino. (1984)** Bacteriological quality of crops irrigated with wastewater in the Xochimilco plots, Mexico city. Mexico. *App. Env. Microbiol.* , 47 (5), 1074-1079.