



EVALUATION DE L'IMPACT DES EAUX USEES D'UNE STATION D'EPURATION SUR LE DEVELOPPEMENT DE LA BETTERAVE ROUGE (*BETA VULGARIS L.*) CULTIVEE SUR DEUX SOLS DIFFERENTS

**EZ-ZARHOUNY D., HBAIZ E.M.*, LEBKIRI M.,
LEBKIRI A., RIFI E.H.**

Laboratoire de Synthèse Organique et Procédés d'Extraction, Faculté des sciences,
Université Ibn Tofaïl, BP133, 14000, Kenitra, Maroc.

hbaiz.elmahdi@gmail.com

RESUME

Le présent travail rentre dans le cadre de la valorisation des eaux usées de la station d'épuration (STEP) de Bouznika (Maroc) via la culture d'une plante maraichère : la betterave rouge (*Beta vulgaris L.*). La culture a été réalisée sur deux sols différents : sol de Maamora et de Bouznika (proche de la STEP). Les résultats obtenus montrent que:

- l'apport croissant des eaux usées dans l'irrigation de la plante influe de façon considérable sur tous les paramètres agronomiques étudiés. Ainsi, les meilleurs gains en termes de poids frais de l'hypocotyl ont été obtenus à partir de 75% d'eau usée. Les valeurs maximales enregistrées sont de l'ordre de 32% et 29% respectivement sur les sols de Maâmora et de Bouznika.

- Le bon développement végétatif de la plante dans le sol de Maâmora est dû à la différence de structure des deux sols. Néanmoins, on note une augmentation du nombre de feuilles altérées.

Mots clés: Eau usée, sol, betterave rouge, paramètre agronomique, station d'épuration.

ABSTRACT

The present work is within the scope of the valuation of the wastewater treatment plant (WWTP) Bouznika (Morocco) via the culture of a mark and

garden plant: red beet (*Beta vulgaris L.*). The culture was carried out on two different soils: Soil Maamora and Bouznika (close to STEP). The results obtained show that:

- The increasing contribution of wastewater in irrigation plant influences significantly on all agronomic parameters studied. So, the best gains in terms of fresh weight of hypocotyl were obtained from 75% of wastewater. The recorded peak values are of the order of 32% and 29% respectively on Maâmora and Bouznika soils.
- Good vegetative growth of the plant in the soil of Maâmora is due to the difference in structure of the two floors. Nevertheless, there is an increase in the number of altered leaves.

Keywords: Wastewater, soil, red beet, agricultural setting, treatment plant.

INTRODUCTION

La valorisation des eaux usées traitées est considérée comme un composant essentiel dans la politique de gestion intégrée des ressources hydriques. En effet, la richesse des eaux usées épurées en éléments fertilisants contribuera au recyclage de ces éléments et la diminution de l'usage excessif des engrais (Mouhani et al., 2012).

Cependant, pour qu'elle soit inscrite dans un cadre de développement durable, la mise en valeur de la réutilisation de ces eaux usées exige une étude prudente et intégrée qui tient compte surtout des aspects environnementaux. Des travaux antérieurs réalisés dans notre laboratoire ont montré que l'apport d'eau usée fourni des quantités importantes en matières organiques et en éléments fertilisants majeurs (N, P, K), en éléments fertilisants secondaires (Ca, Na, Mg,...) et en oligoéléments (Fe, Cu, Co, Ni, Zn,...) permettent une amélioration des paramètres agronomiques des plantes cultivées (Hbaiz, 2012; Lebki, 2014).

Lors de cette étude, nous avons mené une culture sous serre de betterave rouge sur deux sols différents, irrigués par des concentrations croissantes en eau usée prélevée de la STEP de Bouznika (Maroc). Les paramètres étudiés sont: poids frais de l'hypocotyl, poids sec de l'hypocotyl, diamètre de l'hypocotyl, surface foliaire de la plante, nombre de feuilles par plante et nombre de feuilles altérées par plante.

MATERIEL ET METHODES

Matériel

Eau usée

L'eau brute utilisée provient de la station d'épuration (STEP) des eaux usées brutes de la ville de Bouznika (Maroc). Le prélèvement a été effectué en une seule prise au mois d'Avril 2014. L'analyse physico-chimique montre que ces eaux sont caractérisées par un pH légèrement acide (6,82) et riche en éléments fertilisants. Le tableau 1 rassemble les résultats de l'analyse physico chimique des eaux usées.

Tableau 1: Caractéristiques des eaux usées de la STEP de Bouznika, exprimés en mg/l

Paramètres	Eau usée de la S.T.E.P	Normes marocaines S.E.E.E
pH	6,82	6,5 – 8,4
Salinité totale	9452	7680
*CE	12,32	12
MES	235	200
DCO	238	90
DBO ₅	93	30
NO ₃ ⁻	21	30
Cl ⁻	1800,5	2000
SO ₄ ²⁻	264	250
HCO ₃ ⁻	500,2	518
Na ⁺	271,4	69
K ⁺	130,4	-
Mg ²⁺	241,2	-
Ca ²⁺	474	-

*Valeur exprimée en mS/cm à 25°C

S.E.E.E : Secrétariat d'Etat chargée de l'Eau et de l'Environnement.

Sols

Pour effectuer notre expérimentation, on a utilisé deux substrats différents, il s'agit des sols de Maâmora et de Bouznika.

- L'analyse granulométrique des deux sols montre des textures différentes. En effet, le sol de Maâmora est caractérisé par une texture sableuse avec dominance de sable fins (66,6%), ce qui lui confère une structure meuble et une

capacité de rétention en eau très faible (Hcc = 9%). Aussi sa teneur en calcaire est faible (0,8%), ce qui lui permet de le classer parmi les sols non calcaires (Missante, 1964). Par contre, le sol de Bouznika se caractérise par une texture fine limono argileuse (77,4%) avec une capacité de rétention en eau assez élevée (Hcc = 25%).

- Les paramètres physicochimiques, obtenus selon la méthode d'analyse des sols (Aubert, 1978), révèlent une nette différence entre les deux types de sols qui se manifeste par la richesse du sol de Bouznika en carbone organique (1,27%), en matière organique (2,22%), en potassium assimilable, en calcium et en magnésium et des teneurs moyennes en azote total et en phosphore assimilable. Ce qui le qualifie de sol isohumique, calcimanésique brun et hydromorphe (Vilain, 1989; Loudyi, 1989). A l'inverse, le sol de Maâmora est pauvre en matière organique (0,7%) et en sels minéraux.

Matériel végétal

Pour illustrer l'effet des eaux usées sur le rendement agricole, on a réalisé une culture d'une plante maraichère : la betterave rouge (*Beta vulgaris L*), dont l'hypocotyl se développe dans le sol.

Méthodes

Conditions de culture

Des graines de betterave rouge, désinfectées puis séchées, ont été mises à germer dans des pots désinfectés par l'eau de javel à 10% et contenant les sols de Maâmora et de Bouznika préalablement préparés.

L'irrigation est effectuée avec des pourcentages croissants en eau usée (0%, 25%, 50%, 75% et 100%).

Les paramètres agronomiques mesurés

Après 15 semaines de culture, la récolte a été réalisée. Les paramètres déterminés sont au nombre de six: poids frais, poids sec, diamètre de l'hypocotyl, surface foliaire de la plante, nombre de feuilles par plante et nombre de feuilles altérées par plante.

RESULTATS ET DISCUSSION

Effet des eaux usées sur la germination des graines de betterave rouge

Le tableau 2 rassemble les résultats obtenus de l'apport des eaux usées sur le taux de germination des semences de la betterave rouge.

Tableau 2 : Effet des eaux usées sur le taux de germination des semences de betterave rouge cultivée sur Sol de Maâmora et sol de Bouznika.

	% d'eau usée	0	25	50	75	100
Taux de germination de betterave en %	Sol Maâmora	78	74,4	69,2	67,9	66,5
	Sol Bouznika	75	70,3	66,8	66,7	64,9

Nous signalons que le pourcentage de germination a été calculé après quinze jours d'incubation et les résultats mentionnés sont les moyennes de trois répétitions de germination.

Les résultats obtenus montrent que l'apport croissant des eaux usées dans les deux sols, diminue le taux de germination des graines de la betterave rouge. Ce phénomène peut être interprété par la richesse des eaux usées en sels minéraux qui diminuent la disponibilité en eau et donc peut empêcher le gonflement des graines.

Effet des eaux usées sur les paramètres agronomiques de la betterave rouge

Les tableaux 3a et 3b regroupent l'effet des eaux usées sur les différents paramètres agronomiques étudiés après 15 semaines de culture de betterave rouge, respectivement sur sol de Maâmora et sol de Bouznika.

Tableau 3a : Effet des eaux usées sur les paramètres de croissance de la betterave rouge sur le sol de Maâmora.

Surface foliaire (cm²)	66,5	69,8	73,7	76,1	88,4
Nombre de feuilles par plante	7	8,33	9,33	11	13
Nombre de feuilles altérées par plante	2	3,2	3,5	3,66	5
Diamètre moyen de l'hypocotyl (mm)	58,3	60,2	60,8	61,5	62,7

Tableau 3b : Effets des eaux usées sur les paramètres de croissance de la betterave rouge sur le sol de Bouznika. R=Rendement en %.

% d'eau usée	0	25	50	75	100
Poids frais de l'hypocotyl (g)	83,4	97,5	100,3	104,4	108,2
		R= 16%	R= 20%	R= 25%	R= 29%
Poids sec de l'hypocotyl(g)	15	16	17,1	19,5	21
		R=6,6%	R=14%	R=30%	R=40%
Diamètre moyen de l'hypocotyl (mm)	55,8	58,5	59,1	60,9	62
Surface foliaire (cm ²)	64,5	67,4	70,1	73,5	76,7
Nombre de feuilles par plante	8,33	8,66	9,33	10,33	12,66
Nombre de feuilles altérées par plante	2	3,1	3,3	3,66	4

Poids frais

L'évolution de ce paramètre est représentée dans la figure 1.

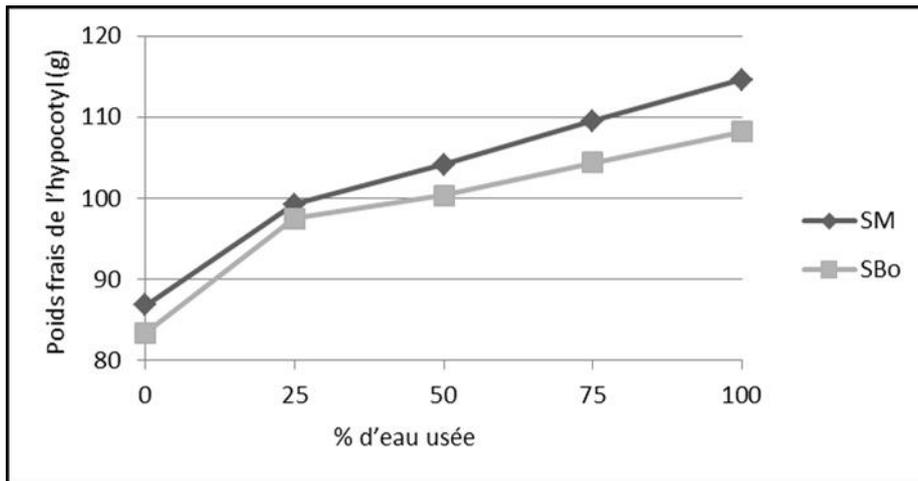


Figure 1: Effet des eaux usées sur le poids frais de l'hypocotyl chez la betterave rouge cultivée sur sol de Maâmora (SM) et sol de Bouznika (SBo).

L'analyse du graphe montre que l'irrigation de la betterave rouge par l'eau usée avec des concentrations de l'ordre de 25% ; 50% ; 75% et 100% a permis une augmentation proportionnelle des poids frais moyen des hypocotyls dans les

deux sols. Cette augmentation est due à l'abondance des éléments fertilisant présents dans les eaux usées qui sont nécessaires au bon développement des différents organes tel que l'hypocotyl. Par ailleurs, la culture de la plante étudiée se développe de façon plus au moins importante sur le sol de Maâmora que sur le sol de Bouznika. On note une légère différence de (3%) au niveau des valeurs obtenues pour une irrigation avec 100% d'eau usée. Ceci peut être expliqué par la différence de la composition des deux sols. En effet, le sol de Maâmora est caractérisé par une texture sableuse lui conférant d'être bien aéré et donc un bon écoulement des eaux usées et par conséquent un meilleur développement de la plante. Ce phénomène a été aussi observé dans des études récentes menées dont le poivron (Hbaiz, 2014) et le concombre (Lebkiri et al., 2013) cultivées sur deux sols ayant les mêmes caractéristiques. En outre, les travaux réalisés par Baize (1988) ont montré que la granulométrie joue un rôle essentiel.

Poids sec de l'hypocotyl

La figure 2 présente l'évolution du poids sec de l'hypocotyl selon l'apport d'eau usée.

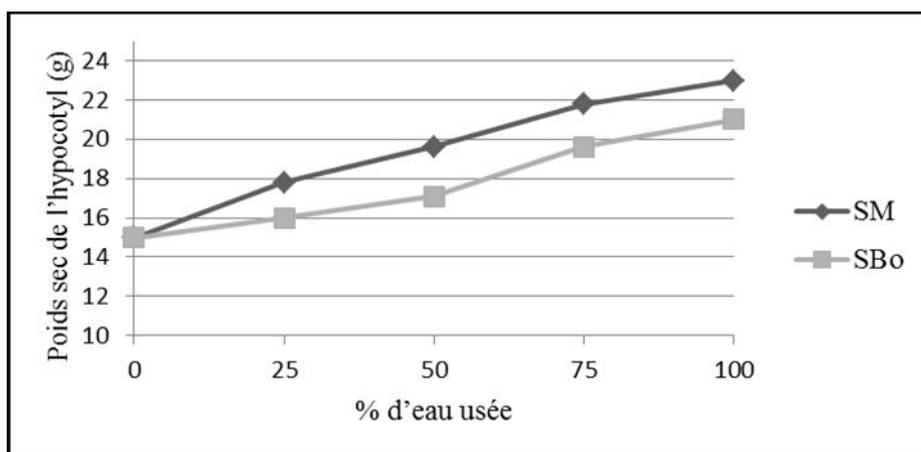


Figure 2: Effet des eaux usées sur le poids sec de l'hypocotyl chez la betterave rouge cultivée sur sol de Maâmora (SM) et sol de Bouznika (SBo).

Ce paramètre évolue de la même façon que le poids frais de l'hypocotyl. Il croît proportionnellement avec l'apport des eaux usées et atteint des valeurs maximales pour la dose de 100% dans les deux sols, ce qui améliore le rendement sur les deux plans quantitative et qualitative.

Diamètre de l'hypocotyl

La figure 3 montre l'évolution de ce paramètre.

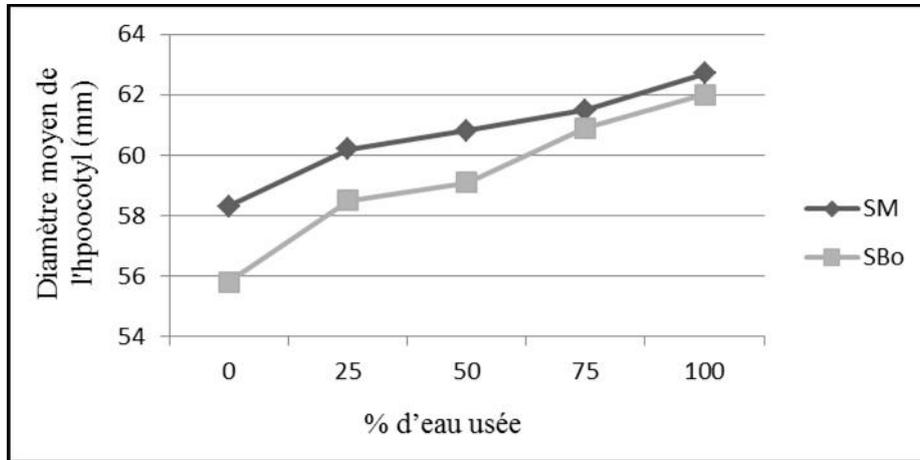


Figure 3: Effet des eaux usées sur le diamètre de l'hypocotyl chez la betterave rouge cultivée sur sol de Maâmore et sol de Bouznika.

A première vue et les dans les deux sols étudiés, l'apport croissant des eaux usées entraîne une augmentation linéaire du diamètre de l'hypocotyl. Il atteint des maxima de 62,7 et 62mm pour les sols de Maâmore et de Bouznika respectivement. Ceci s'explique par la richesse des eaux usées en sels minéraux et en substances nutritives essentielles au développement de la plante. Néanmoins on note que ce paramètre évolue presque de la même façon dans les deux sols.

Surface foliaire

Après avoir scanné les feuilles de la plante, la surface foliaire est mesurée à l'aide d'un logiciel Mesurim. Les résultats obtenus sont représentés dans la figure 4.

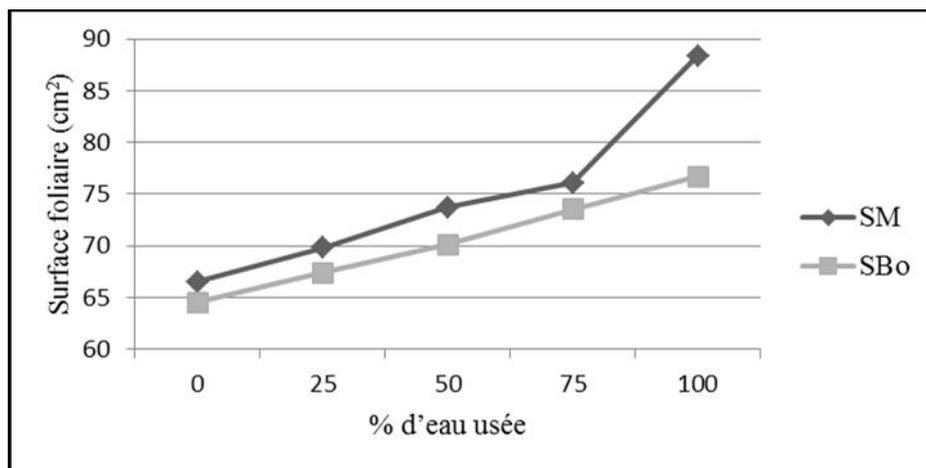


Figure 4: Effet des eaux usées sur la surface foliaire chez la betterave rouge cultivée sur sols de Maâmora et de Bouznika.

L'apport d'eau usée entraîne une augmentation significative et similaire de la surface foliaire de la betterave rouge dans les deux sols. Les maxima ont été atteints à 100% pour les deux sols. Ce qui augmente l'intensité photosynthétique et donc la production de la matière organique.

Nombre de feuilles et nombre de feuilles altérées par plante

Le tableau 4 montre l'évolution du nombre de feuilles et du nombre de feuilles altérées chez la betterave rouge en fonction du pourcentage d'eau usée utilisée dans l'irrigation.

Tableau 4 : Effet des eaux sur l'évolution du nombre de feuilles et du nombre de feuilles altérées chez la betterave rouge

	% d'eau usée	0	25	50	75	100
Nombre de feuilles	Sol de Maâmora	7	8,33	9,33	11	13
	Sol de Bouznika	8,33	8,66	9,33	10,33	12,66
Nombre de feuilles altérées	Sol de Maâmora	2	3,2	3,5	3,66	5
	Sol de Bouznika	2	3,1	3,3	3,66	4

Le tableau 4 montre que le nombre de feuilles par plante varie avec la concentration des eaux usées de l'irrigation. En effet : pour le sol de Maâmora le nombre de feuilles par plante augmente linéairement avec la concentration en eau usée. Il passe de 7 chez le témoin à 13 pour une concentration de 100% en eau usée. Aussi pour le sol de Bouznika, le nombre de feuilles passe de 8,33 chez le témoin pour atteindre un maximum de 12,66 avec 100% d'eau usée.

Pour les deux types de sol, l'irrigation avec les eaux usées brutes entraîne une altération remarquable des feuilles, elle atteint 5 et 4 feuilles altérées avec 100% d'eau usée respectivement pour le sol de Maâmora et de Bouznika.

Ce phénomène peut être expliqué par l'excès de sels minéraux apportés qui entraîne la chute des feuilles constatées lors de la culture.

CONCLUSION

Dans ce travail, nous avons évalué l'influence de l'apport des eaux usées d'une station d'épuration sur la productivité d'une plante maraîchère : la betterave rouge (*Beta vulgaris L.*) cultivée sur deux sols différents.

Les résultats obtenus indiquent que l'apport d'eau usée, riche en éléments fertilisants azotés et phosphorés, permet une nette amélioration de tous les paramètres de croissance de la betterave rouge. Cependant, il faut noter que l'utilisation d'eau usée accentue l'altération des feuilles de betterave rouge.

Ainsi, les textures et les caractéristiques physico-chimiques des sols jouent un rôle important dans le bon ou mauvais développement. En effet les meilleurs résultats ont été enregistrés sur le sol de Maâmora.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AUBERT G. (1978). Méthodes d'analyse des sols. Marseille : G.R.D.P., 191 p.
- BAIZE D. (1988). Guide des analyses courantes en pédologie, I.N.R.A, France. Imprimée par Jouve, Paris, 172p.
- HBAIZ E. (2012). Pouvoirs fertilisants des eaux usées et des boues d'une station d'épuration et leurs impacts toxicologiques chez une plante maraîchère : Cas du Poivron, Thèse, faculté des sciences, université Ibn Tofail, Kenitra, Maroc.
- HBAIZ E.M., OUIHMAN E.M., LEBKIRI M., EZZARHOUNY D., LEBKIRI A., RIFI E.H. (2014). Effet des eaux usées d'une station d'épuration sur la croissance du poivron (*Capsicum annuum L.*) cultivé sur deux sols différents, J. Mater. Environ. Sci., Vol. 5, N°5, 1376-1381.
- LEBKIRI M. (2014). La bioaccumulation de quelque éléments métalliques les organes d'une plante irriguée par des eaux usées et fertilisée par des boues d'une STEP, Cas du concombre, Thèse, Faculté des sciences, Université Ibn Tofail, Kenitra, Maroc.

Evaluation de l'impact des eaux usées d'une station d'épuration sur le développement de la betterave rouge (Beta Vulgaris L.) cultivée sur deux sols différents

- LEBKIRI M., HBAIZ E.M., SABER S., LEBKIRI A., IBN AHMED S., RIFIAND E., EZZARHOUNY D. (2013). Effect sewage of wastewater from the treatment plant on the growth in cucumber (*cucumis sativus L.*), Plant Sci. Feed, Vol. 3, Issue 12, 122-127.
- LOUDYI B. (1989). Contribution à l'étude de la chimie du phosphore et de la fertilisation phosphatée des sols du plateau de Meknès (Maroc), Thèse de Doctorat, Université Laval, Québec, Canada.
- MISSANTE G., PAJOT C., WATTEEUW R. (1964). Carte de reconnaissance des sols de la plaine de Meknès-Fès, Rabat, INRA.
- MOUHANI H., HAMDI H., BENDOU A., BENZINE L. (2012). Impact de la réutilisation des eaux usées épurées en irrigation : analyse ionique des lixiviats, Laboratoire d'Ingénierie d'Energie et d'Environnement, ENSA, Agadir ; laboratoire de Mécanique des Fluides et d'Energétiques, FSSM Marrakech (Maroc), Rev. Sci. Eau / J. Water Sci., Vol. 25, N°1, 69-73.
- VILAIN V. (1989). La production végétale : maîtrise technique de production, Tec et Doc, Vol.2, Ed. Lavoisier, J.B. Bailliere, 355p.