

EFFET DE LA REUTILISATION DES EAUX USEES BRUTES ET EPUREES SUR LA CROISSANCE, LE DEVELOPPEMENT DE LA LAITUE ET SA QUALITE HYGIENIQUE.

Mounia ABOUELOUAFI¹, Abdelbasset BERRICHI², Hassan ELHALOUANI¹, Khadija DSSOULI¹, Mohammed REDA TAZI² et Jalila BOULGHALEG²

1 Laboratoire d'écologie générale et d'hydrobiologie

2 Laboratoire de biologie des plantes et des microorganismes

UFR Sciences de l'environnement en milieu aride et semi aride, Département de Biologie, Faculté des Sciences, B.P. 524, Université Mohamed 1^{er} Oujda Maroc.

Auteur correspondant ; e-mail : aberrichi@Sciences.univ-oujda.ac.ma

RESUME

La mise en évidence de l'effet de l'irrigation sur les paramètres de croissance et rendement de la culture de la laitue et l'appréciation de sa qualité sanitaire constituent les principaux objectifs du présent travail. Les irrigations avec les eaux usées brutes, l'eau potable additionnée aux fertilisant, 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 17 % 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 laitues dont la

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

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

SUMMARY

The description effect of irrigation on the parameters of growth and output of the culture of lettuce and the assessment of its medical quality constitute the principal objectives of this work. The irrigations with rough worn water, water drinkable added with fertilizer, 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 17 % as far as the total cover of the needs for the plant. Bacteriological analysis showed that the contamination of the culture by the fecal germs varies according to the water type used for the irrigation. The number of the fecal germs obtained starting from the organ edible 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 study show that the irrigation with purified water makes it possible to produce lettuces whose contamination lower than the threshold is prescribed by the FAO/OMS (1985; 1989).

key Words : Worn water – Passive way - Active way - Growth - fecal Germs – Parasite.

INTRODUCTION

Dans les conditions d'aridité que connaît le Maroc, la demande en eau augmente fortement sous l'effet, entre autres, de la croissance démographique, des progressions des superficies irriguées et de l'activité économique. Ainsi, en 1990, les

disponibilités en eau par habitat et par an n'étaient déjà que de 1150 m³, celles projetées à l'horizon 2025 atteignant 690 m³. Mais comme le potentiel hydrique mobilisable actuel ne dépasse pas 21 milliards de m³, seul 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 qui constitue un sérieux handicap à toute production agricole. Le recours à l'irrigation devient donc une nécessité stratégique visant l'amélioration de la sécurité alimentaire et des conditions de vie de la population rurale par la stabilisation sinon l'augmentation des rendements. Actuellement, environ 85 % des ressources en eau mobilisées sont utilisées dans l'agriculture irriguée.

Dans ce contexte de rareté de l'eau, un intérêt particulier est de plus en plus réservé à la valorisation des eaux usées comme ressources supplémentaires. Celles-ci constituent pour un pays comme le Maroc une part appréciable du potentiel hydrique dont certains usages pourraient se satisfaire sous réserve d'une adéquation appropriée de leur qualité.

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 m³. Au Maroc, 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 m³ (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 régie 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 de cette partie est d'évaluer d'une part l'effet fertilisant des eaux usées brutes et épurées préalablement traitées par lagunage sur la culture de la laitue en comparaison avec l'eau potable avec et sans addition de fertilisants minéraux. Le suivi du comportement des cultures vis à vis de l'irrigation, selon les cinq traitements précités, est entrepris par la détermination des rendements et des paramètres culturaux de croissance.

MATERIEL ET METHODES

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 est 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/cm² de radiations solaires globales.

2.3. 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).

Le suivi de la croissance de la laitue a porté sur quatre paramètres essentiels à savoir : le nombre de feuilles, la surface foliaire, le diamètre et la hauteur. Trois plants par traitement, choisis aléatoirement, ont fait l'objet de ces mesures en plus de la pesée de toute la récolte.

2.4. Matériel végétal :

Pour la culture de la laitue (*Lactuca sativa*), la variété utilisée est la «Madrilène». Elle est cultivée en pépinière le 24/04/01, les plants de la laitue ont été repiqués en plein champ, au stade trois à quatre feuilles quatre semaines après. La récolte a été effectuée après deux mois du semis.

2.5. 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 480 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 stade pomaison, avec les mêmes doses et qui sont de 100-

200-100.

2.6. 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 statistix.

RESULTATS ET DISCUSSION

1. Effet des traitements sur le nombre de feuilles et la surface foliaire

Les figures 1 et 2 présentent le nombre de feuilles et la surface foliaire de la laitue pour les cinq traitements. Malgré les niveaux relativement différents des histogrammes, l'analyse statistique n'a révélé aucune différence significative entre le nombre de feuille des différents traitements. Le même résultat statistique a été obtenu pour la surface foliaire.

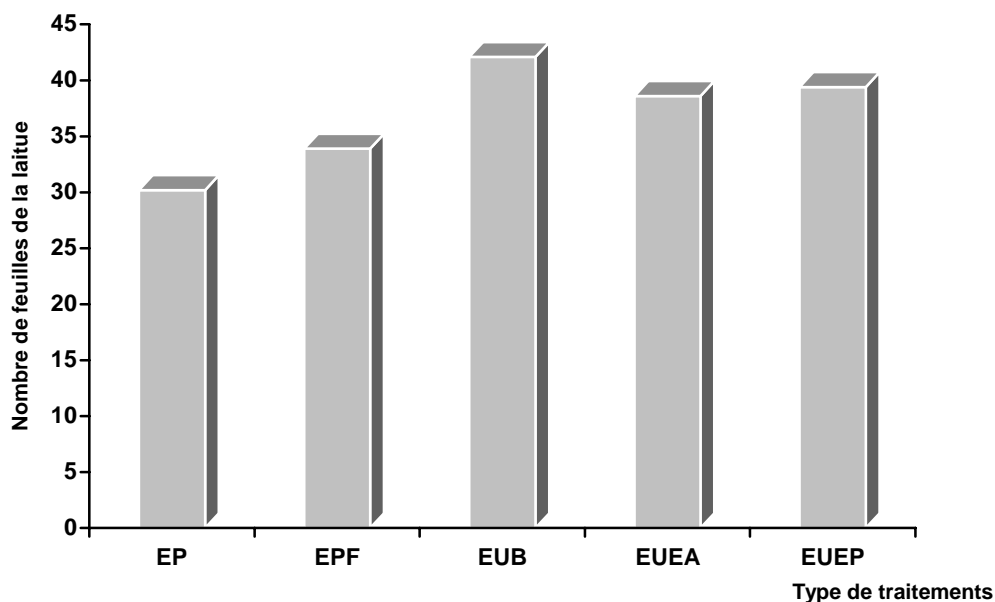


Figure 1: Variation du nombre de feuilles de la laitue en fonction du type de traitements

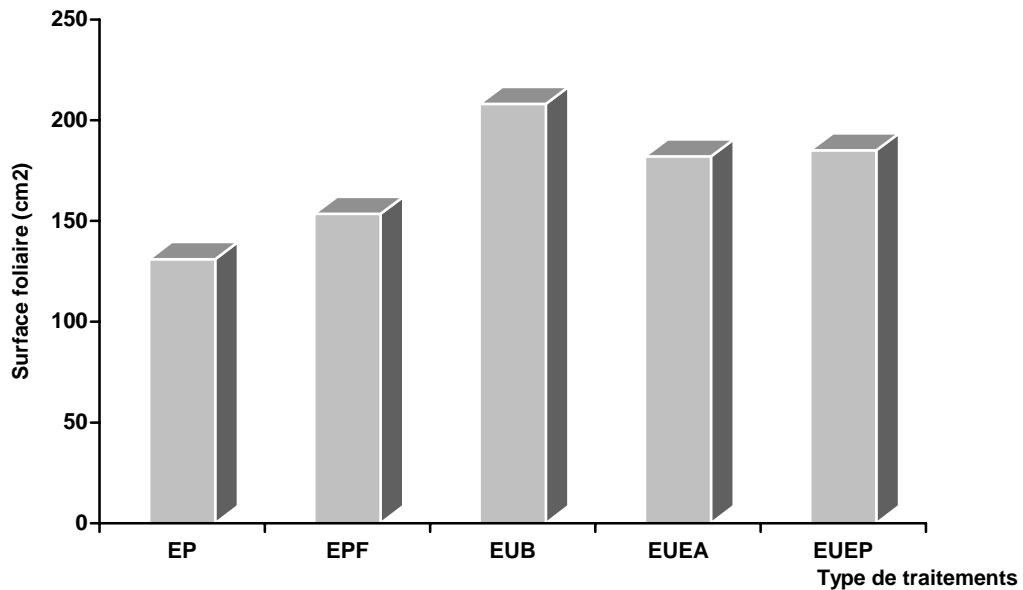


Figure 2 : Variation de la surface foliaire de la laitue en fonction du type de traitements

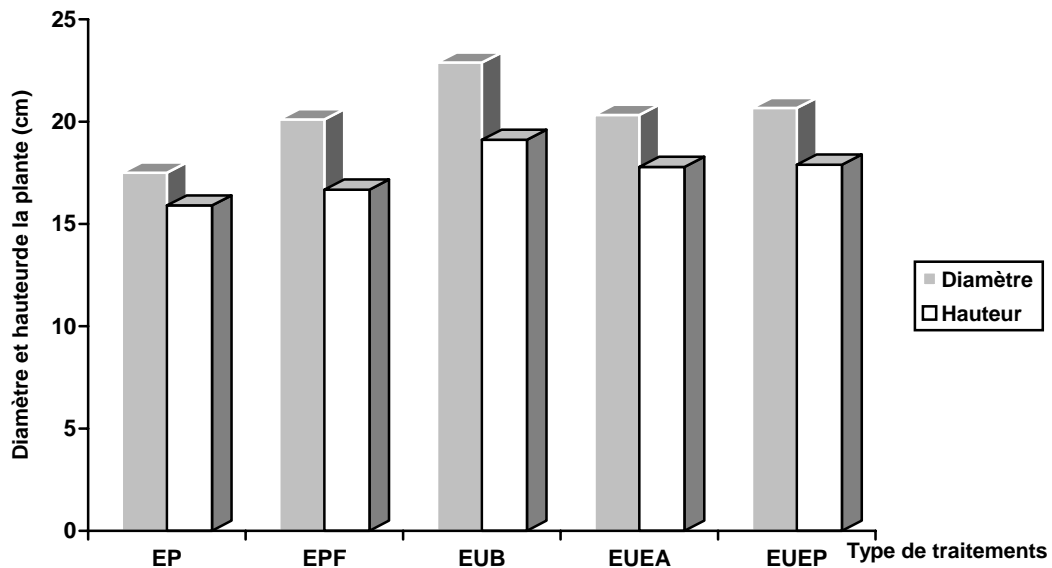


Figure 3 : Variation du diamètre et de la hauteur de la laitue en fonction du type de traitements

2. Effet des traitements sur le diamètre et la hauteur des plants de la laitue

La figure 3 montre un effet légèrement bénéfique de l'utilisation des eaux usées brutes ou épurées et l'eau potable avec fertilisants sur à la fois le diamètre et la hauteur de la laitue. Ainsi, l'augmentation du diamètre de la pomme de laitue a atteint 22,9 ; 20,7 ; 20,3 et 20,1 cm respectivement pour les EUB, EUPE, EUEA et EPF, et 19,1 ; 17,9 ; 17,8 et 16,7cm respectivement pour la hauteur. Pour les cinq traitements, l'étude statistique a montré une différence hautement significative pour le diamètre et hautement significative pour la hauteur.

3. Effet des traitements sur le rendement

L'essai de culture de la laitue est conduit avec une densité de plantation de 25.000 plants/ha, le poids moyen par plant de la laitue est déterminé en focalisant la mesure sur un échantillonnage représentant 50% des plants récoltés. L'examen de la figure 4, illustrant la variation du poids moyen par plant de laitue en fonction du type de traitement, montre clairement l'effet positif des EUB, EUEA, EUPE et EPF par rapport à EP. De ce fait, la production globale de la laitue a enregistré un rendement de l'ordre de 8,25 T/ha ; 7,68 T/ha ; 7,20 T/ha ; 6,93 T/ha et 6,10 T/ha respectivement pour les EUB, EUPE, EPF, EUEA et EP. Soit une amélioration du rendement qui se situe entre 26,4 % et 12,3 % par rapport à l'eau potable. Statistiquement on note une différence hautement significative du rendement entre les traitements.

3.4. Apport des eaux d'irrigation en éléments fertilisants

Le tableau I 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 laitue.

Il ressort que les eaux usées brutes couvrent largement les besoins de la culture en éléments minéraux azotés et potassiques alors que la couverture en phosphore est

assurée à 41 % seulement. L'irrigation avec EUEP apporte à la culture la totalité du potassium qui lui est nécessaire et des quantités variantes de 77% d'azote et de 17% de phosphore.

TABLEAU I : Apport des eaux d'irrigation en éléments nutritifs et besoins théoriques de la culture de laitue en N, P, K

	Apport en fertilisants (Kg/ha)			Besoins théoriques ((Kg/ha)
	EUB	EUEP	EUE	
N	384	154	139	200
P	163	67	72	400
K	749	1170	1126	200

D'autre part, si le potassium véhiculé par EUEA est très abondant par rapport à l'exigence nutritionnelle de la plante, l'azote et le phosphore sont parfois apportés dans des proportions insuffisantes pour les besoins de la plante. Les données du tableau 1 permettent de calculer leurs domaines respectifs de variation qui sont de 70 % et 18 %.

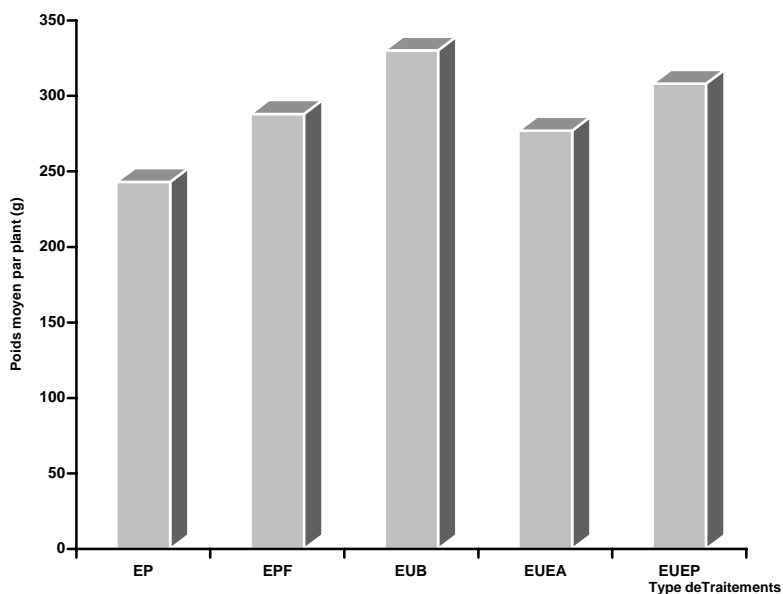


Figure 4 : Variation du poids moyen par plant de laitue en fonction du type de traitements

5. Qualité hygiénique de la culture

5.1. Qualité parasitologique de la laitue

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 feuilles de la laitue (tableau II).

Tableau II : Teneurs en œufs d'helminthes sur les organes comestibles.

Germes	Type d'eau d'irrigation		
	EUB	EUEP	EUE
Asc	7.8	Abs	Abs
Strog	1.2	0.9	0.8
Tae	0.6	Abs	Abs
Tric	0.6	Abs	Abs
Strgy	0.3	Abs	Abs
Total	10,5 oeufs/l		

Les résultats de l'analyse parasitologique, répertoriés dans le tableau 2, montrent que toutes les parcelles irriguées par les EUB sont contaminées principalement par les Ascaris dont la proportion avoisine 74 % de l'ensemble des genres dénombrés.

5.2. Qualité bactériologique de la laitue

Les résultats des analyses bactériologiques des feuilles de laitue sont consignés dans le tableau III. L'examen des données montre que le nombre de bactéries est élevé dans les parcelles irriguées avec les eaux usées brutes. Cette teneur, en germes fécaux, engendrée lors de l'irrigation avec les eaux épurées n'a pas subi de réduction.

TABLEAU III : Analyse bactériologique des feuilles de laitue (nombre de germes/gramme de feuille)

	EUB	EUEP	EUE
CF	3,2 10 ⁶	1,5 10 ⁶	1,2 10 ⁶
SF	1,4 10 ⁵	1,8 10 ⁴	8,104

DISCUSSION

L'effet bénéfique des eaux d'irrigation sur le diamètre, la hauteur ainsi que le poids de la laitue est vraisemblablement dû à la disponibilité en quantité importante d'éléments minéraux, surtout l'azote, l'élément essentiel pour la plante qui stimule sa croissance végétative et par conséquent augmente sa productivité. Une contribution supplémentaire à cette fertilisation pourrait être liée à l'existence d'azote sous sa forme organique dans les eaux usées brutes et une biomasse bactérienne et algale dans les eaux usées épurées (Rhallabi et al., 1988).

Les rendements de la culture de la laitue paraissent très faibles puisque la meilleure valeur n'excède pas 8,25 T/ha lors d'une irrigation avec les eaux usées brutes. En se référant aux résultats de l'étude préliminaire réalisée sur la laitue, il semble que les basses valeurs du rendement seraient inhérentes d'une part à la faible densité de plantation qui est de 25.000 plant/ha par rapport à 100.000 plants/ha et d'autre part aux conditions climatiques dans lesquelles la culture a été conduite (période mai à juillet) où le risque de montée en graines est énorme. Néanmoins, en terme de pourcentage d'amélioration du rendement (Fdil et al., 1995) ont pu obtenir une augmentation de la productivité d'environ 40% avec une irrigation par des eaux usées brutes ou épurées. A

titre indicatif les résultats relatifs à la culture du chou irriguée avec les eaux usées brutes, épurées et décantée indiquent d'après (Rhallabi et *al.*, 1988) des augmentations de rendements respectives de 79%, 65% et 45% par rapport à l'eau potable.

La 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'explication de la forte contamination de la laitue réside dans la proximité de l'organe comestible à la surface du sol qui constitue le lieu d'accumulation de la charge parasitaire.

En définitif, 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).

Cette étude a montré également que les teneurs en CF et SF trouvées au niveau du végétal, dépassent largement les normes préconisées par la FAO/ OMS (1985/1989) fixées à 5 CF/g de fruit (Drapeau et Jankovic, 1977). Il ressort de ces résultats que la laitue, légume feuille, consommé à l'état cru, présente un grand risque de contamination. Cette situation est vraisemblablement due, d'une part, au contact direct de la laitue avec le sol et l'eau d'irrigation et d'autre part à la densité et l'irrégularité de la surface des feuilles (ondulations foliaire) qui assurent une protection des germes contre la destruction par le rayonnement solaire (Rosas et *al.*, 1990).

De ce fait, l'amélioration de la qualité bactériologique de la culture étudiée est tributaire de la disponibilité d'une eau d'irrigation répondant aux exigences sanitaires et aux limites recommandées.

CONCLUSION

Les résultats recueillis dans ce travail ont montré que l'irrigation avec les EUB,

EUEA et EUEP exerce un effet positif sur l'augmentation du diamètre, de la hauteur et du rendement de la laitue. L'effet bénéfique des eaux d'irrigation sur les paramètres agronomiques de la laitue est probablement lié à l'abondance d'azote, l'élément minéral préféré de cette plante.

Les apports des eaux usées brutes et épurées en éléments minéraux varient selon les traitements et l'élément minéral mis en cause de 17 % jusqu'à la couverture totale des besoins de la plante.

De point de vue qualité parasitologique, les résultats obtenus montrent que l'irrigation avec les eaux épurées permet de produire des fruits dont la contamination est inférieure au seuil prescrit par l'OMS (<1 œuf / l).

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

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. 8ème session
- Drapeau A.J. & Jankovic S., 1977** - Manuel de microbiologie de l'environnement. Ed. OMS-Genève.

- Feachem, R.G., 1983** . Sanitation and disease : Health aspects of excreta and wastewater management. John Wiley, Chichester.
- FAO., 1985** - Water quality for agriculture. Irrig. Drainage paper, N° 29.
- Fdil F., Naji S., Berdai H., El Maaroufy M., 1995** - Actes du colloque national sur le traitement et la réutilisation des eaux usées. Casablanca.
- OMS., 1989** - L'utilisation des eaux usées en agriculture et aquaculture : Recommandations à avisées sanitaires. Rapport d'un groupe scientifique de l'OMS. Organisation mondiale de la santé, Série de rapports techniques 778
- Rhallabi N., Moundi B., Maraghich M., Thoreau F., El Hamouri B., 1988** - Traitement des eaux usées domestiques dans un chenal algal à haut rendement et leur réutilisation pour l'irrigation du chou. Ministère de l'agriculture et de la réforme agraire – Royaume du Maroc.
- 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.