

## IMPACT DE LA REUTILISATION DES EAUX USEES EPUREES EN IRRIGATION SUR LA CROISSANCE DE LA PLANTE GAZON

MOUHANNI Hind<sup>1</sup>, BENDOU Abdelaziz<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Ecole Nationale de Commerce et de Gestion, Agadir

E-mail : [hmouhanni@yahoo.fr](mailto:hmouhanni@yahoo.fr)

-----  
Reçu le 13/12/2011, en ligne le 15/12/2011

### Résumé

Le potentiel actuel des eaux usées traitées par la station d'épuration (STEP) M'zar du grand Agadir, susceptible d'être utilisé sans restriction pour l'irrigation (catégorie A normes OMS), est de 10 000 m<sup>3</sup>/j et atteint 50 000 m<sup>3</sup>/j à moyen terme. Cette capacité de production des eaux usées épurées (EUE) permettra de combler entièrement les besoins en eau d'irrigation des espaces verts de la ville d'Agadir.

Cette étude concerne la faisabilité de la réutilisation des EUE de la STEP de M'zar pour l'irrigation de trois variétés du gazon des golfs. Elle présente la planification, le protocole et les résultats des essais, pendant les premiers 41 jours de croissance, qui montrent que l'irrigation avec EUE a un effet positif sur l'évolution du poids frais et du poids secs de la matière végétale de la plante gazon en faveur des apports en éléments fertilisants des EUE en comparaison avec les eaux de la nappe.

**Mots clés** : eaux usées épurées, eaux de puits, irrigation, poids frais et secs, gazon des golfs.

### Abstract

The present potential of the wastewater treatment plant M'zar of Agadir, available for irrigation purpose without any restrictions (category A of WHO norms), is of about 10 000 m<sup>3</sup>/day and will reach 50 000 m<sup>3</sup>/day in the medium term. This production capacity of treated wastewaters will fulfil the whole water needs for irrigation of the entire green spaces of Agadir.

This study concerns the feasibility of the reuse of the treated wastewaters, issued from the wastewater plant M'zar, for irrigation of three varieties of golf grass. It provides planning, protocol and test results, during the first 41 days of growth, which show that irrigation with treated wastewater has a positive effect on the evolution of fresh weight and dry weight of plant material of golf grass due to the nutrients in the treated wastewater compared with groundwater.

**Keywords**: treated wastewater, groundwater, irrigation, fresh and dry weight, golf grass.

## I. INTRODUCTION

La région d'Agadir est une région agricole qui se caractérise par un climat aride, des ressources en eau très limitées et des sols pauvres en éléments nutritifs. Le secteur agricole est le plus grand consommateur d'eau. De ce fait, l'utilisation des EUE en agriculture est une bonne alternative qui contribuera à préserver les ressources en eau de la région.

Le potentiel actuel des eaux usées traitées par la STEP M'zar du Grand Agadir, susceptible d'être utilisé sans restriction pour l'irrigation (catégorie A normes OMS), est de 10 000 m<sup>3</sup>/j et atteindra 50 000 m<sup>3</sup>/j à l'horizon de 2010.

La superficie totale des espaces verts (public, privé, terrains de golf) est estimée à 878 ha dont 30,5% est occupée par les terrains de golfs. Le besoin totale en eau d'irrigation à satisfaire est de l'ordre de 8 millions m<sup>3</sup>/an. Ce besoin peut être comblé entièrement par la capacité de production journalière de la STEP M'zar.

Une étude de faisabilité sur la réutilisation des EUE de la STEP de M'zar a été lancée par la Régie Autonome Multiservices d'Agadir (RAMSA). Cette étude s'intéresse à l'utilisation des EUE pour l'irrigation des golfs. Elle présente la planification, le protocole et les résultats préliminaires des essais qui sont menés pour évaluer les effets de la réutilisation des EUE pour l'irrigation des golfs. Une attention particulière est accordée au suivi des résultats du poids frais et sec des plantes gazon irriguées par les EUE et de celles irriguées par les eaux de la nappe phréatique, ainsi que l'analyse statistique des différents poids et leurs interactions avec les autres paramètres.

## II. MATERIEL ET METHODE

### II.1. Objectif

Cet essai consiste à déterminer l'effet de l'irrigation des trois variétés du gazon des golfs par les EUE en comparaison avec les eaux de la nappe sur l'évolution du poids frais et du poids secs de la plante gazon durant les premiers 41 jours de croissance.

### II.2. Protocole des essais

#### II.2.1 Site expérimental

Les essais in situ sont réalisés sur le site de la station d'épuration M'zar du Grand Agadir où deux zones de terrain ont été aménagées : une pour les essais utilisant les EUE à côté de la sortie station et l'autre pour l'utilisation des eaux de la nappe phréatique (eau de puits) à côté des filtres à sable.

#### II.2.2 Planification des essais

Afin d'étudier l'impact de la réutilisation des EUE sur le poids frais et le poids sec de la plante gazon. On a ensemencé trois variétés de gazon des golfs V1 (Pencross), V2 (Ray Grass Anglais) et V3 (fétuque rouge et ray gras anglais) sur des plateaux à alvéoles. Deux plateaux pour chaque variété, alors que chaque plateau contient 28 alvéoles.

Le suivi a débuté le 01 octobre 2007 par une semence des graines qui a été effectuée à la main, une graine dans une alvéole. Les premiers plants du gazon ont germé après cinq jours de semis. Les prélèvements des échantillons des plantes gazons sont effectués chaque 20 jour à partir du premier jour de germination. Au total, les 41 premiers jours de croissance résultent de 3 compagnes d'échantillonnage. Pour chaque compagne 10 échantillons de la plante gazon sont récoltés (répétition 10 fois).

Pour chaque plante de l'échantillon, on pèse son poids frais (plante, partie aérienne, partie racinaire), et on les sèche à l'étuve à une température de 80°C pendant 24 heures pour faire le poids sec une deuxième fois [2].

### II.3 Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé pour évaluer la qualité des EUE en comparaison avec les eaux de la nappe est le gazon des golfs, et dont trois variétés ont été choisis à savoir le Ray-grass, l'agrostide et la fétuque. Le tableau 1 présente les différentes semences (V1, V2 et V3) composées d'espèces pures ou mélangées.

### II.4 Caractéristiques des sols et des eaux d'irrigation

Les sols des alvéoles sont composés de 75 % de terre végétale et de 25 % de sable. Les analyses pédologiques des constituants du sol sont présentées dans le tableau 1.

D'après ces résultats, la terre présente une texture limoneuse avec peu d'argile et peu de sable, ce qui prouve que son amendement au sable va améliorer sa rétention en eau et en nutriments. Elle est légèrement pourvue en éléments nutritifs majeurs et en matière organique : l'azote total, le phosphore assimilable ainsi qu'en potasse échangeable. En outre, les sables sont très pauvres en tout élément fertilisant.

**Tableau 1** : Résultats des analyses de la terre végétale et du sable

paramètres	texture	pH	Mat org	Azote total	calcaire Tot.	CE 1/5	sels Sol	P2O5 ass.	K2O éch.
unité			%	%	%	dS/m	g/kg	ppm	ppm
T. végétale	Lsa	8,70	1,85	0,15	5,20	0,12	0,41	14,56	128,70
Sable	S	9,6	0,05	0,01	36,7	0,045	0,16	1	24,9

La salinité des deux types de sol est très faible, par ailleurs l'alcalinité des sables est plus élevée que celle de la terre végétale. Donc le sol ne peut provoquer aucun risque dommageable à la culture comme il ne lui fournit aucun élément nutritif ce qui impose aux gazons de profiter uniquement des éléments fertilisants contenus dans les eaux ou apportés par d'éventuels amendements [3].

Les eaux utilisées pour l'irrigation des parcelles expérimentales sont de deux types :

- les eaux de la nappe phréatique de la plaine du Sous, pompées à partir des puits de surface de la station.
- les eaux usées épurées de la station M'Zar, traitées par infiltration percolation sur des lits de sable.

Les analyses des eaux rapportés sur le tableau 2 ont montré que les eaux épurées ont une charge ionique importante vu les teneurs des chlorures, du sodium et des nitrates, pouvant affecter l'absorption d'autres cations (ex : magnésium). En revanche d'autres éléments minéraux indispensables pour la croissance du gazon dépassent les besoins comme le calcium qui contribue à regarnir le complexe d'échange du sol.

Les eaux de la nappe phréatique sont très pauvres en éléments nutritifs par rapport aux teneurs des eaux épurées. Ces dernières sont très riches en azote et en potassium et pauvres en phosphore. Il ressort de ces analyses que les eaux épurées peuvent avoir plusieurs effets positifs notamment sur la fertilité du sol et sur le rendement des cultures à condition qu'elles soient conformes aux recommandations OMS pour l'irrigation des cultures (catégories A).

**Tableau 2** : Résultats du bilan ionique des eaux épurées et des eaux de la nappe (puits) utilisées pour l'irrigation

	Eau de la nappe	Eau épurée
pH	7,4	7,1
EC à 25°C dS/m	0,58	3,15

	Eau de la nappe		Eau épurée	
	mg/l	(x10 <sup>-3</sup> ) mole/l	mg/l	(x10 <sup>-3</sup> ) mole/l
Chlorure Cl-	128	3,61	720	20,31
Potassium K+	2,89	0,07	43	1,1
Sodium Na+	30,52	1,32	487	21,21
Calcium Ca <sup>++</sup>	47,8	1,19	294,8	7,35
Magnésium Mg <sup>++</sup>	32,1	1,32	65,9	2,71
Azote total	1,5	0,1	44,6	3,18
Phosphore	0,39	0,01	8,85	0,28
Bicarbonate HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	191	3,13	317	5,19
Sulfate SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	10	0,1	85	0,88
Nitrate N-NO <sub>3</sub>	5,2	0,08	350	5,64
SAR : sodium adsorption ratio	0,84		6,66	

### III- RESULTATS ET DISCUSSION

D'après la figure 1, on constate que la production de la matière sèche pendant les premiers 20 jours est pareille pour les deux qualités d'eaux d'irrigation, sauf que la matière fraîche présente un avantage pour les eaux épurées en comparaison avec celle de la nappe.

Pendant les deuxièmes 20 jours, la matière sèche du gazon irriguée par les eaux de la nappe a présenté une légère augmentation du poids par rapport à la première, au contraire la matière fraîche a poussé rapidement en suivant celle irriguée par les eaux épurées [4][1].

Les figures 2 et 3 montrent pendant les premiers 20 jours que la matière fraîche et sèche subissent une légère augmentation pour les deux types d'eaux d'irrigation, excepte un dépassement de la matière fraîche du gazon irriguée par les eaux épurées.

Pendant les deuxièmes 20 jours, l'irrigation par les eaux épurées a donné des productions de la matière fraîche et sèche très marquées par rapport à celle des eaux de la nappe qui ressort une faible augmentation du poids que pour la matière fraîche ou sèche du gazon [1][5].

En général, les variétés V1, V2 et V3 ont présenté une meilleure adaptation à cette qualité d'eaux épurées vu que la plante gazon bénéficie des éléments fertilisants des eaux épurées surtout en azote nécessaire à la croissance. Au contraire les eaux de la nappe sont pauvres en éléments nutritifs alors que durant la période d'essai la plante ne reçoit aucun traitement. De ce fait, la faible évolution du poids du gazon irrigué par cette qualité d'eaux induit l'apport significatif de la fertilisation des eaux épurées.

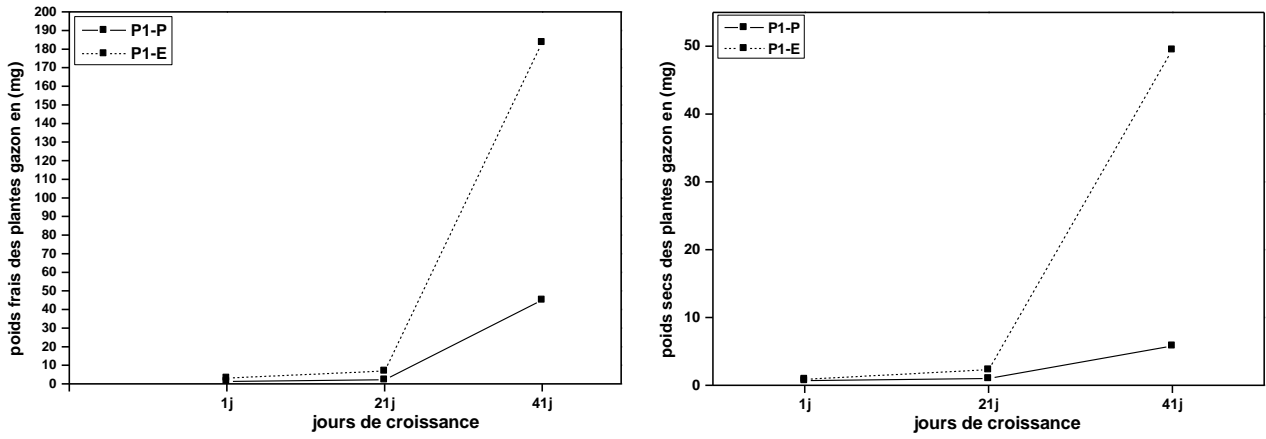


Figure 1 : Evolution du poids frais et du poids secs de la variété Penncross stolonifera (V1)

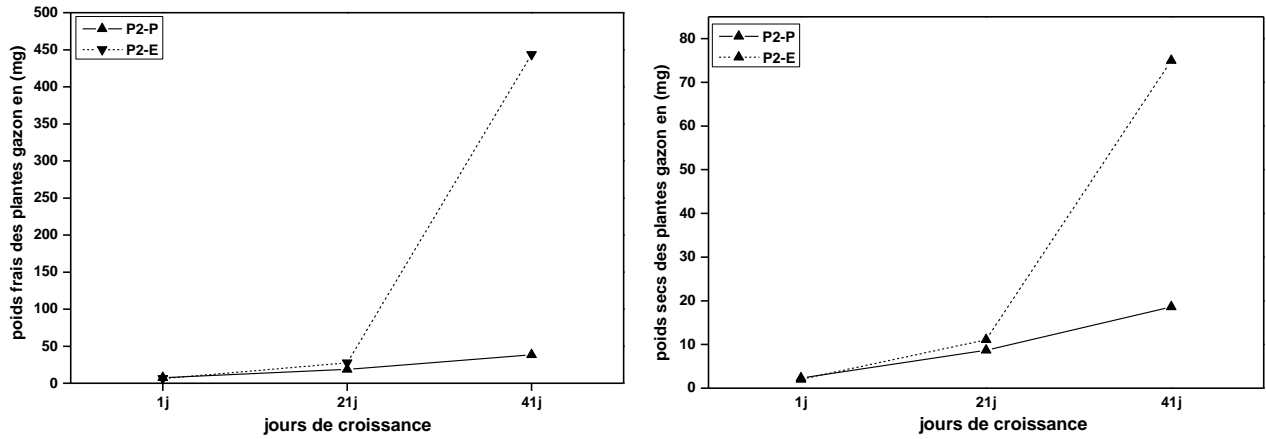


Figure 2 : Evolution du poids frais et du poids secs de la variété Ray Gras Anglais(V2)

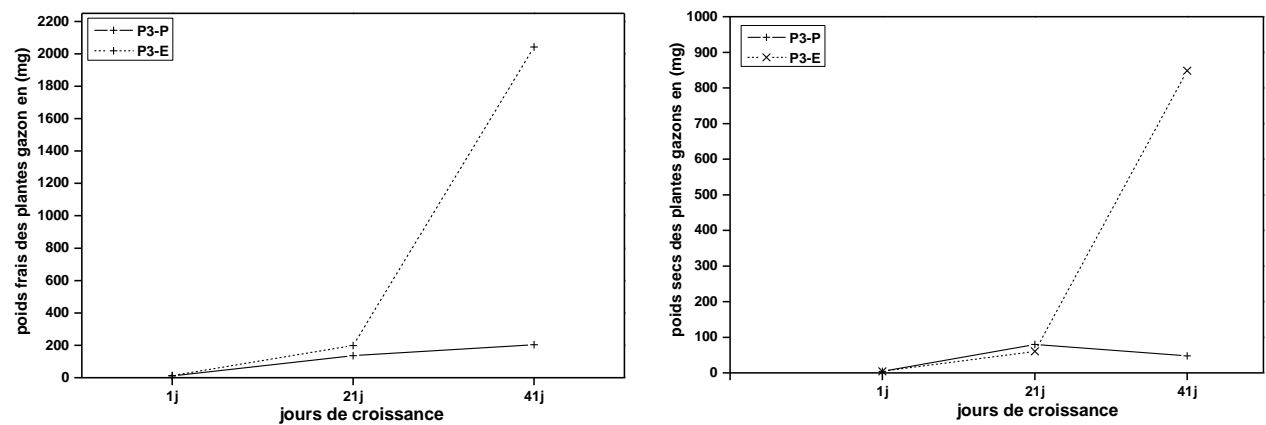


Figure 3 : Evolution du poids frais et du poids secs du Ray Gras Anglais et du fétuque rouge (V3)

**Tableau 3 :** Comparaison du poids frais et du poids secs de la plante gazon pour les deux types d'eaux au 41<sup>ème</sup> jour de croissance. EE : EUE ; EP : eaux de la nappe

	poids frais (mg)		Poids EE/EP	poids sec (mg)		Poids EE/EP
	EP	EE		EP	EE	
V1	45,1	103,4	2	5,8	49,5	9
V2	38,26	144,4	4	18,6	75	4
V3	203,6	2042	10	119,4	848,3	7

Le rapport EE/EP du poids frais a montré qu'après le 41 jours d'irrigation par les eaux épurées, le poids frais de la plante gazon a été multiplié par 2, 4 et 10 fois par rapport à celle irriguée par les eaux de la nappe respectivement pour les variétés V1, V2, et V3. Cet effet se traduit par une meilleure efficacité des eaux épurées valorisées par leur apport fertilisant surtout pour la variété V3 qui démontre une meilleure adaptation [5] [3].

Le rapport EE/EP du poids sec est lié directement à la rétention hydrique de la plante gazon. Le poids sec de la variété V1 irriguée par les eaux épurées est multiplié 9 fois par rapport à celle irriguée par les eaux de la nappe, alors qu'il est seulement dédoublé à l'état frais. Ceci signifie que la teneur en eau de la plante gazon est plus importante lorsque l'irrigation est assurée par les eaux de la nappe. Au contraire les eaux épurées qui favorisent la production de la matière végétale pour cette variété.

Néanmoins, les deux autres variétés n'induisent pas une grande différence de la teneur hydrique de la plante pour les deux types d'eaux d'irrigation surtout pour la variété V2 comme le montre les données du tableau 3.

**Tableau 4 :** Comparaison des teneurs en eau par rapport à la masse fraîche de la plante gazon au 41<sup>ème</sup> jour pour les deux types d'eaux d'irrigation.

	Eaux puits		TEF* %	Eaux épurées		TEF %
	poids frais	poids secs		poids frais	poids secs	
V1	45,1	5,8	87	103,4	49,5	52
V2	38,26	18,6	51	144,4	75	48
V3	203,6	119,4	41	2042	848,3	58

\*La teneur en eau (TE) est calculée par le rapport de la masse d'eau contenue dans l'échantillon et la masse fraîche de l'échantillon :  $TEF (\%) = (MF-MS).100/MF$  [3].

Ces résultats trouvés dans la présente étude sont similaires à ceux rapportés par Chenini *et al.* (2002) sur plusieurs cultures : le sorgho fourrager, l'aubergine et l'orge fourragère, par Boutalloult (1996) sur le melon et par Moujahid (1993) sur cinq espèces de gazon de même que Bencharki (1998) sur les fleur-coupée. Ces auteurs ont conclu que l'irrigation par les EUE conduit à une amélioration de la croissance végétative vue l'apport en azote minéral qui est le facteur principal de la croissance des végétaux. Son action est plus marquée sur la pousse des tiges, l'augmentation de la surface foliaire et la production de la matière sèche [3][2].

L'analyse statistique du poids frais et secs des plantes gazons consiste au tableau d'Anova et au test de Duncan et dont les résultats sont rapportés sur les tableaux 5 et 6.

Selon le tableau d'Anova, les résultats obtenus sont confirmés par cette analyse statistique qui a mis en évidence d'une part une différence très hautement significative pour les effets principaux qui sont la variété, le traitement et les jours ( $P < 0,01\%$ ) et d'autre part une différence très hautement significative pour toutes les autres interactions ( $P < 0,01\%$ ). La comparaison des moyennes des poids secs des 3 variétés en fonction des 2 traitements réalisés permet de distinguer 2 catégories significativement différentes au seuil 5%.

**Tableau 5:** Analyse de la variance factorielle pour la comparaison des moyennes du poids sec de trois variétés sous l'effet de deux traitements (deux types d'eaux d'irrigation).

Source de la variance	S. des carrés	Degr. de liberté	Moyen carré	Test.F
date	1,192375	2	0,596187	45,22***
variété	1,175765	2	0,587882	44,59***
traitement	0,403464	1	0,403464	30,60***
date*variété	1,543974	4	0,385994	29,28***
date*traitement	0,742812	2	0,371406	28,17***
variété*traitement	0,538796	2	0,269398	20,43***
date*variété*traitement	0,998624	4	0,249656	18,93***

\*\*\* : très hautement significative au niveau de 0,1%

**Tableau 6 :** Les moyennes des poids secs des trois variétés étudiées en fonction des deux traitements réalisés et leur classement et groupement d'après les résultats d'analyse du test de Duncan.

Variétés	Traitement	
	1	2
1	0,002a	0,017a
2	0,009a	0,029a
3	0,061a	0,31b

Il est constaté que la variété 3 arrive au premier rang avec des meilleurs résultats pour les deux traitements réalisés avec un moyen de 0,061 et 0,31 respectivement sous le traitement 1 et le traitement 2, suivi par la variété 2 et enfin la variété 1 avec des moyens du poids sec respectivement de 0,009 et 0,002 pour le 1 traitement et 0,029 et 0,017 pour le 2 traitement.

#### IV. CONCLUSION

Le comportement des trois variétés du gazon V1(Pencross), V2 (Ray Grass Anglais) et V3 (fétuque rouge et ray gras anglais) irriguées avec les deux types d'eaux, ont montré une meilleure croissance favorisée par les eaux épurées, ce qui est manifesté par :

- Un poids secs plus élevé par rapport au témoin irrigué avec les eaux de la nappe, ce qui ressort une production de la matière végétale.
- Une rétention hydrique moins importante que le gazon irrigué avec les eaux de la nappe.
- Le poids de la matière fraîche et sèche semble proche, ce qui rapporte un développement de la matière végétale et non une rétention d'eau.
- L'analyse de la variance factorielle et le test de Duncan montre une différence très hautement significative entre les deux traitements et les trois variétés surtout la variété V3 qui a montré des meilleurs résultats pour les deux traitements.

En général, l'irrigation avec les eaux épurées en comparaison avec les eaux de la nappe valorise l'apport de la matière fertilisante et surtout l'azote minéral qui favorise la croissance de la plante gazon en termes du poids secs qui témoigne la production de la matière végétale. Au contraire les eaux de la nappe ne reçoivent aucun apport nutritif durant l'essai et par la suite on ne constate qu'un poids frais qui fait plus que 50 % du poids

secs, ce qui explique que l'évolution du poids frais n'est qu'une rétention hydrique et non une production de la matière végétale.

## Références

- [1] MOUHANNI H., HAMDI H., BENDOU A., BENZINE L., "Réutilisation des eaux usées épurées pour l'irrigation du gazon des golfs : Impact sur la germination et la croissance du gazon", *Revue Internationale d'Héliotechnique Energie-Environnement* **38**, 27-33 (2008).
- [2] MOUJAHID H., "La réponse de cinq espèces de gazon à des traitements salins", Mémoire de troisième cycle option aménagement des espaces verts, IAV, (1993).
- [3] BOUTALLOULT B., "Impact de l'irrigation par des eaux usées épurées par infiltration percolation et par épuration sur la croissance, la consommation en eau et le rendement d'une culture du Melon sous serre irriguée avec deux types de goutteur", Mémoire de 3<sup>ème</sup> cycle en vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en agronomie, option horticulture, (1996).
- [4] AYERS,R.S.,WESTCOT,D., "La qualité de l'eau en agriculture", *Bulletin FAO d'irrigation et du drainage*, (1988).
- [5] BENCHARKI H., "Impact de l'irrigation par les eaux usées épurées par infiltration-percolation et par épuration sur une culture de Fleur-coupée (*Statice : Limonium sinuatum*) sous-serre", Mémoire de troisième cycle pour l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en agronome, option horticulture, (1998).
- [6] CHENINI,F., TRAD,M., REJEB,S., CHAABOUNI,Z., XANTHOULIS,D., "Optimisation et durabilité du traitement et de la réutilisation des eaux usées en agriculture. Rapport Ministère de l'agriculture, de l'environnement et des ressources hydrauliques", Institut National de Recherche en Génie Rural, Eaux et Forêts, Tunisie, 2002.