

## ESSAI DE VALORISATION DES EAUX SOUTERRAINES SALINES POUR L'AMÉLIORATION DE LA NUTRITION DES PLANTES DANS LES RÉGIONS ARIDES

Oustani Mabrouka

Université Kasdi Merbah Ouargla

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

### Résumé

Dans les régions arides, la réussite des productions végétales dépend des eaux souterraines qui constituent la seule ressource utilisable vu le manque et/ou l'insuffisance des précipitations. Dans ces régions, les besoins en eau des cultures sont élevés, alors que l'eau disponible présente souvent une forte minéralisation, défavorable à son utilisation directe en irrigation. L'analyse des eaux d'irrigation nous a permis de classer ces eaux dans la classe des eaux de forte salinité à salinité excessive. Les diminutions des paramètres de croissance végétative et ceux de rendements sont en relation directe avec la concentration saline des eaux naturelles. Une des possibilités pour l'amélioration des rendements et la qualité des produits agricoles est d'assurer l'intégralité des besoins en eau et en éléments nutritifs des plantes et ce-ci par la transformation des eaux naturelles en solutions nutritives. En fait, l'addition d'éléments nutritifs sous forme de fertilisants organiques à ces eaux naturelles salines ou sodiques permet de diminuer l'effet de la salinité. En outre, la transformation des eaux naturelles salines en solution nutritives modifie de façon significative les paramètres de croissance et de ceux de rendement. Les résultats obtenus sont très proches des situations irriguées avec des eaux initialement de bonne qualité.

**Mots clés:** Salinité, Eaux souterraines, Solution nutritive, Rendement des cultures, Régions arides.

### INTRODUCTION

Dans les zones arides et semi-arides, la salinité des sols et celle des eaux d'irrigation est l'un des principaux facteurs qui limite la productivité végétale et le rendement agricole (Zid Grignon 1991; Zhu, 2001; Baatour et al, 2004), ce qui constitue une menace sérieuse pour la sécurité et l'équilibre alimentaire (Kinet et al, 1998; Balkhodja et Bidai, 2004).

Les conditions climatiques de ces régions sont caractérisées par une faiblesse et une forte irrégularité des précipitations (Rezgui et al, 2004) associées à une importante évaporation favorisant l'accumulation des sels dans le sol (Abdelly, 2004).

Néanmoins, la perte de rendement des cultures dans les zones arides est due non seulement à l'insuffisance de l'eau liée aux conditions climatiques, mais également à l'utilisation irrationnelle des eaux de mauvaise qualité notamment sous l'angle de la forte minéralisation défavorable à leur utilisation directe en irrigation.

En fait, dans le cas de stress salin, une double problématique se pose à l'organisme végétal : d'un côté, en abaissant le potentiel hydrique du sol, menace l'approvisionnement en eau des plantes. De l'autre côté, les effets nutritionnels de la salinité qui incluent à leur tour deux actions primaires du sel sur les plantes : la toxicité directe due à l'accumulation excessive des ions dans les tissus et un déséquilibre nutritionnel provoqué par l'excès de certains ions.

Ainsi, des concentrations salines trop fortes dans le milieu provoquent une altération de la nutrition minérale des plantes (Levigneron et al, 1995).

L'accumulation des ions  $\text{Na}^+$  et  $\text{Cl}^-$  dans la plante limite l'absorption des ions indispensables tels que  $\text{K}^+$  et  $\text{Ca}^{++}$  et  $\text{NO}_3^-$ . Des expériences ont démontré que c'est principalement les déficits de ces ions qui semblent le plus préjudiciable aux retards de croissance constatés.

A l'instar des plantes glycophytes, la pomme de terre est très sensible à la salinité et son niveau de tolérance varie de 1,5 à 2 g/l de NaCl (Maas, 1986). À la concentration de 3 g/l, ce sel

diminue de 50 % la croissance de la plante (Bouaziz, 1980). Ainsi, la salinité peut être l'un des facteurs majeurs déterminant le rendement de la pomme de terre dans les zones arides. Or cette plante stratégique, constituée le second aliment le plus consommé dans le monde après le blé d'où l'importance de la pomme de terre dans la sécurité alimentaire et la réduction de la pauvreté dans le monde.

Un défi principal que doit relever les agriculteurs dans les régions arides consiste à trouver des solutions pour combattre les effets néfastes de la salinité des sols et des eaux sur la pomme de terre et de minimiser leur impact environnemental et économique dans ces régions connues par la fragilité de leur écosystèmes.

Dans ce contexte, la fertilisation organique semble être une des solutions les plus aptes à résoudre le problème de la salinité dans la solution du sol.

En fait, la transformation des eaux de composition défavorable en solutions nutritives impose l'apport des éléments nutritifs utiles, qui par le jeu d'antagonisme, peut éviter l'absorption des ions en excès dans ces eaux salines et qui sont souvent nécessaire qu'en petites quantités ( tel que le  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ).

Par ailleurs, dans le complexe sol – sels – matière organique, Guenzi (in Dommergues et Mangenot, 1970) ; (Mallouhi, 1982) soulignent que l'effet de la salinité sur les végétaux peut être atténué en présence de la matière organique qui peut masquer l'action défavorable des sels et améliorer la nutrition des plantes

Cependant, le maintien d'un taux optimum de matière organique impose des restitutions organiques régulières, équilibrées et raisonnables afin de conserver dans un premier temps la fertilité du sol sur le triple plan biologique, physique et chimique, et dans un deuxième temps la protection de qualité de l'environnement (Chaussod, 1996).

L'objectif du présent travail est d'analyser chez la pomme de terre (retenue comme plante test ), les effets de doses croissantes d'un fertilisant organique riche en éléments nutritifs (fumier de volailles) sur les paramètres de croissance et ceux de rendement, toute en déterminant la dose optimale de l'apport organique à apporter permettant une meilleure production de cette plante et ce ci en fonction de l'importance de degré de la salure dans le sol et dans les eaux d'irrigation au niveau des trois sites expérimentaux.

## **CHOIX DE SITES D'ETUDE**

Le choix des sites d'étude s'est porté, sur des zones caractérisées par une faible fertilité naturelle (notamment en ce qui concerne la faible teneur de ses sols en matière organique et leurs fortes concentrations en sels au niveau de l'eau d'irrigation et au niveau du sol). L'expérimentation a été menée en plein champ sur des parcelles conduites en goutte à goutte. 2 sites expérimentaux dans la station de L'I.T.D.A.S et 1 site dans la ferme BABZIZ.

## MATERIEL PEDOLOGIQUE

Les résultats d'analyse physico-chimique du sol au niveau de ces sites sont présentés dans le tableau 1.

**Tableau 1** : Résultats d'analyse (physico-chimique) des 3 échantillons de sol des sites étudiés

Paramètre	Site	Sol non salé (Site T.I.D.A.S 1)	Sol peu salé (Site I.T.I.D.A.S 2)	Sol très salé (Site BABZIZ)
Granulométrie	Sable fin (%)	53.18	41.20	20.60
	Sables grossier (%)	45.30	46.77	60.58
	Argile et limon (%)	1.52	12.02	18.82
Réaction du sol (pH eau : 1/2.5)		7.12	7.71	7.39
Conductivité électrique C.E à 25°C (ds/m)		0.96	2.02	4.37
Calcaire total (%)		1.80	2.8	18.8
Matière organique (%)		0.28	0.86	0.63
Carbone organique (%)		0.16	0.50	0.36
Azote total (%)		0.0013	0.0018	0.0014
Potassium total (ppm)		8.53	28.4	27.3

### Eau d'irrigation

En ce qui concerne la caractérisation analytique de l'eau d'irrigation des sites d'étude, les résultats d'analyse sont illustrés dans le tableau 2.

**Tableau 2** : Résultats de l'analyse de l'eau d'irrigation dans les trois sites expérimentaux

Paramètre Site	CE(ds/m)	pH	Eléments en ppm					
			Ca <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
Sites 1,2 (I.T.D.A.S)	2.49	7.12	87.39	318.3	31.22	19.34	17.12	18
Site (BABZIZ)	5.46	7.32	131.11	739.72	29.15	39.33	51.36	12

D'après l'évaluation de la qualité des eaux des irrigations établie par Durand pour l'Algérie (Daoud et Halitim, 1998), l'eau de l'irrigation dans les trois sites appartient aux classes suivantes :

- Eau très fortement salé : Sites 1, 2 (I.T.D.A.S);
- Eau à salinité excessive : Site (BABZIZ).

### Matériel organique (Fumier de volailles)

Le fumier de volailles utilisé dans le cadre de notre étude provient d'un élevage de poulet de chair. Il s'agit d'un mélange de fientes et des coupeaux de bois, il est âgé de 4 mois. Les principales caractéristiques de ce type de fumier sont indiquées dans le tableau 3.

**Tableau 3.**Résultats de la caractérisation physico-chimique de fumier de volailles

Caractéristiques	Résultats
pH	6.45
C.E à 25°C (ds/m)	1.76
Matière organique (%)	68.13
Carbone organique (%)	39.61
Azote total %	3.6
C/N	11
Ca <sup>++</sup> %	2.7
K <sup>+</sup> %	1.7
P %	1.60

L'examen analytique des données du tableau 3 montre qu'il s'agit d'un fertilisant organique très riche en C, N, P, K. Le rapport C/N calculé est de l'ordre de 11, ce qui indique une stabilisation convenable de ce type de fumier.

### Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé comme plante test dans notre expérimentation est la pomme de terre (variété Spunta). Le choix de cette espèce est basé d'une part à sa bonne réponse à la fertilisation organique sur la quelle se base l'objectif de cette étude, d'autre part parce qu'elle montre une forte sensibilité à la salinité (soit au niveau du sol ou au niveau de l'eau d'irrigation).

Le dispositif expérimentale adopté est de type bloc factoriel deux facteurs en bloc, comportant trois niveaux de salinité: sol peu salé, sol salé et sol très salé et 3 doses croissantes de fumier de volailles : dose (20t/ha), dose (40t/ha), dose (60t/ha), avec un traitement T1 (correspond à la dose minéral théorique recommandée pour la pomme de terre) et un traitement témoin T0 (sans apport).

L'analyse statistique a été faite à l'aide logiciel "STATITCF " qui permet d'effectuer l'analyse de la variance pour les différents traitements, ainsi que le test de Newman et Keuls pour le classement et les comparaisons multiples de moyennes.

## RESULTATS ET DISCUSSION

### I. Effet du fumier volaille sur les paramètres de croissance végétative et de rendement

#### I.1. Paramètres de croissance végétative

##### I.1 .1. Nombre de tiges par plant

Les résultats de mesures de nombre de tiges par plant sont présentés dans le tableau 4

**Tableau 4 .** Effet du fumier volaille sur le nombre de tiges par plant en fonction de degré de la salure dans les trois sites expérimentaux

Niveau de salinité Doses de fumier de volailles	Site1: Sol peu salé	Site 2: Sol salé	Site 3: Sol très salé	Moyenne	Signification statistique
D0 (Témoin sans apport)	2,92	3,31	2,92	3,05 B	Effet fumier : H.S
D1 (Engrais mineral)	3,05	3,78	3,67	3,50 A	
D2 (20t/ha FV)	3,35	4,01	3,46	3,61 A	Effet salinité :N.S
D3 (40t/ha FV)	3,75	3,92	4,39	4,02 A	
D4 (60t/ha FV)	4,15	4,03	3,57	3,92 A	Effet F × S: N.S
Moyenne	3,44	3,81	3,60	3,62	

L'analyse de la variance (tableau 4) a montré un effet hautement significatif des doses du fumier de volailles sur le nombre des tiges par plant. Ce dernier passe de 3.05 tiges par plant obtenues avec la dose D0 à 4.02 tiges par plant obtenues avec la dose D3 (40t/ha de FV), avec un taux d'augmentation de 24%.

Le test-Newman-Keuls relative à l'effet des doses de fumier de volailles a révèlé deux groupes homogènes (A et B) présentés par les différentes doses à savoir :

- ⇒ Le groupe (A) est formé par les quatre doses : la D1 (Engrais Minéral), la dose D2 (20 t/ha), la dose D3 (40 t/ha) et la dose D4 (60 t/ha).
- ⇒ Le groupe (B) est formé par la dose D0 (sans Apport).

Par ailleurs, l'analyse de la variance du facteur salinité et de l'effet de l'interaction des deux facteurs fumier et salinité n'ont montré aucun effet significatif sur le nombre de tiges par plant.

### I.1.2. Nombre de feuilles/plant.

Les résultats de mesures du nombre de feuilles/plant sont présentés dans le tableau 5.

**Tableau 5.** Effet du fumier volaille sur le nombre des feuilles par plant en fonction de degré de la salure dans les trois sites expérimentaux

Niveau de salinité du sol Doses de fumier de volailles	Site1: Sol peu salé	Site 2: Sol salé	Site 3: Sol très salé	Moyenne	Signification statistique
D0 (Témoin sans apport)	23,80	26,67	20,96	23,81 C	Effet fumier : T.H.S
D1 (Engrais mineral)	23,94	26,14	24,57	24,88 C	
D2 (20t/ha FV)	29,60	32,50	27,82	29,97 B	Effet salinité : S
D3 (40t/ha FV)	37,30	36,03	38,03	37,12 A	
D4 (60t/ha FV)	43,00	34,39	32,60	36,66 A	Effet: F × S: H.S
Moyenne	31,53 A	31,15 A	28,80 B	30,49	

Les résultats de l'analyse de la variance ont manifesté un effet très hautement significatif des doses de fumier de volailles sur le nombre de feuilles/plant. Ce nombre varie de 23.81 feuilles/plant obtenues avec la D0 (sans apport) à 37.12 feuilles /plant obtenues avec la dose D3 (40 t/ha), soit une augmentation de l'ordre de 36 %. Le test-Newman-Keuls a permis de dégager trois groupes homogènes distinctes :

- ⇒ Groupe (A) représenté par la dose D3 (40 t/ha FV) et la dose D4 (60 t/ha FV).
- ⇒ Groupe (B) représenté par la dose D2 (20 t/ha FV).
- ⇒ Groupe (C) représenté par les deux doses D1 (Engrais Minéral) et la dose D0 (sans apport).

Quant au facteur de la salinité, l'analyse de la variance a montré un effet significatif sur le nombre des feuilles par plant. Ce nombre varie de 28.80 feuilles/plant obtenues dans le site 3 (sol très salé) à 31.53 feuilles/plant obtenue avec le site 2 (sol peu salé), soit une augmentation de l'ordre 9 %.

Le test-Newman-Keuls a révélé deux groupes homogènes :

- ⇒ Groupe (A) représenté par les sites : site 1(sol peu salé) et 2 (sol salé).
- ⇒ Groupe (B) représenté par le site 3 (sol très salé) avec 28.80 feuilles/plant.

## I.2. Paramètres de rendement

### I.2. 1. Calibre des tubercules (cm)

Les résultats de mesures du diamètre des tubercules sont présentés dans le tableau 6.

**Tableau 6** : Effet du fumier de volaille sur le diamètre des tubercules (cm) en fonction de degré de la salure dans les trois sites expérimentaux

salinité Doses de fumier de volailles	Niveau de du sol	Site1: Sol peu salé	Site 2: Sol salé	Site 3: Sol très salé	Moyenne	Signification statistique
D0 (Témoin sans apport)		4,79	4,6	5,74	5,04 D	Effet:dose fumier :H.S
D1 (Engrais mineral)		5,05	5,14	6,09	5,42 C	
D2(20t/ha FV)		5,55	5,49	6,51	5.85 B	Effet salinité: H. S
D3(40t/ha FV)		5,83	6,01	6,48	6.1 B	
D4(60t/ha FV)		6,41	6,22	6,84	6,49 A	Effet: F × S: N.S
Moyenne		5,53 B	5,49 B	6,33 A	5,78	

L'analyse de la variance montre un effet très hautement significatif des doses de fumier sur le diamètre des tubercules. Ce paramètre varie 5.04 cm obtenu avec la dose D0 (sans apport) à 6.49 cm obtenu avec la dose D4 (60 t/ha FV), soit une augmentation de l'ordre 22%.

Le test-Newman-Keuls a fait ressortir quatre groupes homogènes :

- ⇒ Groupe (A) où figure la dose D4 (60 t/ha FV).
- ⇒ Groupe (B) où figure la dose D3 (40 t/ha FV) et D2 (20t/ha).
- ⇒ Groupe (C) où figure la dose D1 (Engrais Minéral).
- ⇒ Groupe (D) où figure la dose D0 (sans apport).

L'analyse de la variance (tableau 6) a montré un effet très hautement significatif de la salinité sur le diamètre des tubercules. Le diamètre le plus élevé a été obtenu dans le site 3 (sol très salé) avec un diamètre de 6.33 cm et le diamètre le plus faible a été obtenu dans le site 2 (sol salé) avec un diamètre de 5.49 cm. Alors qu'on a enregistré un diamètre de 5.53 cm dans le site 1 (sol peu salé). Le test-Newman-Keuls a fait ressortir deux groupes homogènes :

- ⇒ Groupe (A) représenté par le site Sol 3 (très salé).
- ⇒ Groupe (B) représenté par le site Sol 1 (peu salé) et le site 2 (Sol salé).

### 1.2.2. Rendement total (qx/ha)

Les résultats de calcul de rendement (qx/ha) sont présentés dans le tableau 7.

**Tableau 7** : Effet du fumier de volaille sur le rendement total (qx/ha) en fonction de degré de la salure dans les trois sites expérimentaux.

sol Doses de fumier de volailles	Niveau de salinité du			Moyenne	Signification statistique
	Site1: Sol peu salé	Site 2: Sol salé	Site 3: Sol très salé		
D0(Témoin sans apport)	194.32	194.32	265.60	218.08 E	Effet:dose fumier :H.S
D1 (Engrais mineral)	246.63	195.50	299.28	247.14 D	
D2(20t/ha FV)	258.63	215.64	358.70	277.66 C	Effet salinité: H. S
D3(40t/ha FV)	292.59	232.33	486.67	337.20 B	
D4(60t/ha FV)	299.40	266.33	528.43	364.71 A	Effet: F × S: N.S
Moyenne	258.31 B	220.82 C	387.74 A	288.96	

Le rendement total est influencé d'une façon hautement significative avec les doses de fumier. Il varie de 218.08 qx/ha obtenu avec la dose D0 (sans apport) à 364.71 qx/ha obtenu avec la dose D4 (60 t/ha FV), soit une augmentation de l'ordre de 40 %. Les autres traitements ont enregistré 247.14, 277.66 et 337.20 qx/ha respectivement pour les doses D1( Engrais Minéral), D2 ( 20 t/ha FV ) et la dose D3 (40 t/ha FV).

Le test-Newman-Keuls a révélé ainsi quatre groupes homogènes :

- ⇒ Groupe (A) où figure la dose D4 (60t/ha FV).
- ⇒ Groupe (AB) où figure la dose D3 (40t/ha FV).
- ⇒ Groupe (BC) où figure la dose D2 (20t/ha FV).
- ⇒ Groupe (C) où figure la dose D1 (Engrais Minéral).
- ⇒ Groupe (E) où figure la dose D0 (Sans apport).

En ce qui concerne le facteur salinité, l'analyse de la variance (tableau 7), a montré un effet hautement significatif de la salinité sur rendement total. Ceci passe 220.82 qx/ha obtenu dans le site 2 (Sol salé) à 387.74 qx/ha obtenu dans le site 3 (Sol très salé), soit une augmentation de l'ordre 43% en faveur du sol très salé. L'effet de la salinité a révélé trois groupes homogènes :

- ⇒ Groupe (A) représenté par le site 3 ( Sol très salé ) avec 387.74qx/ha.
- ⇒ Groupe (B) représenté par le site 1 ( Sol peu salé) avec 258.31qx/ha.
- ⇒ Groupe (C) représenté par le site 2 (Sol salé) avec 220.82qx/ha.

## DISCUSSION ET CONCLUSION

### Paramètres de croissance végétative.1

L'effet des différentes doses de fumier de volailles sur les paramètres de croissance végétative (nombre des tiges et nombre des feuilles par plant) est hautement significatif. Il ressort d'après l'analyse statistique que les doses D3 (40 t/ha FV) et D4 (60 t/ha FV) enregistrent les meilleurs résultats concernant les paramètres de croissance végétative.

Ces résultats vérifient bien ceux de Barannikova et Melnikova (1991), qui ont trouvé le nombre de tiges par plant de la pomme de terre augmente significativement avec l'augmentation de doses de fumier organique appliquées au sol. Le fumier de volailles est un fertilisant organique très riche en azote. D'après (Abd el Monaim, 1999), l'azote joue un rôle important pendant la croissance végétative et la tubérisation.

D'après Marti et Mills (2002) ont démontré qu'il ya un effet significatif du taux d'azote sur le rendement en feuille de la pomme de terre. Cet élément a un effet sur l'augmentation de l'indice foliaire et sur le taux de la photosynthèse chez cette plante.



## 2. Paramètres de rendement

A partir des résultats obtenus, on constate que la différence des rendements en quantité et en qualité dépend à la fois de la dose de fumier appliquée et du niveau de la salinité. D'après les résultats relatifs aux effets des différentes doses de fumier de volailles sur les paramètres de rendement (calibre et le rendement total en qx/ha), on a constaté que les doses de fumier ont influé d'une façon significative sur les deux paramètres.

L'analyse de la variance a dégagé un effet très hautement significatif des doses de fumiers sur le diamètre des tubercules. Les meilleurs résultats ont été enregistrés par les doses D4 et D3 avec un gain respectif de 29 % et 21 % par rapport au témoin D0 (sans apport).

Quant aux effets de la salinité, l'analyse de la variance a décelé un effet très hautement significatif. Le meilleur résultat a été enregistré au niveau du site 3 (Sol très salé).

Les résultats de l'effet de l'interaction (Fumier x Salinité) le rendement total qx/ha, nous ont permis de conclure que l'apport des doses croissantes de fumier a conduit à une amélioration significative du rendement notamment dans le site le plus salé. En fait, le meilleur rendement a été enregistré par le traitement D4 (60 t/ha FV) x site 3 (sol très salé), avec un rendement maximal de 528 qx/ha. La pomme de terre résiste donc aux fortes salinités, particulièrement lorsque l'apport de fumier est relativement élevé.

Nous constatons que nos résultats sont en concordance avec les travaux de Martineau et Lavoie (2004), qui ont montré dans des travaux précédents que le rendement total de la pomme de terre est significativement plus élevé dans les parcelles ayant reçues du fumier de volailles par rapport aux autres types de fumiers.

Le fumier de volailles introduit au sol au niveau des trois sites expérimentaux a provoqué une forte amélioration des paramètres de rendement par rapport au traitement engrais minéral et au traitement témoin (sans apport) et ce quel que soit le niveau de la salinité dans les trois sites expérimentaux. Ce résultat peut être expliqué par l'action favorable et conjuguée de l'apport de fumier de volailles sur l'ensemble des propriétés physiques, chimiques et biologiques du sol.

En fait le fumier de volailles est un fumier très riche en éléments nutritifs macronutriments et micronutriments (azote, potassium, phosphore, calcium, et oligo-éléments) (Sahnoune, 1989, Oustani, 2006), ce qui a mis à la disposition de la plante un bon ravitaillement nutritif.

Par ailleurs, le test de classement des moyens a montré que le site 3 correspondant au sol très salé a été classé au premier rang des paramètres rendements, malgré la plus forte salinité d'eau et du sol au niveau de ce site. Ceci peut être expliqué par le fait que l'apport organique sous forme de fumier de volailles en dehors de sa richesse en éléments nutritifs, a provoqué l'abaissement du pH du sol. Ceci en relation avec la dissolution et libération des éléments nutritifs (notamment le phosphore et les oligo-éléments) qui ont été probablement bloqués par la présence d'un taux de calcaire relativement élevé au niveau de ce site.

D'après Chahhata (1993), l'utilisation du fumier de volailles en conditions d'irrigation avec des eaux très salées donne de bons rendements en cultures maraîchères. Les agriculteurs en Arabie Saoudite comptent beaucoup sur ce type de fumier pour atténuer les effets néfastes de la salinité des eaux d'irrigation, ainsi que ceux des sols Ammar (in Oustani, 2006).



## CONCLUSION GENERALE

Notre étude a été axée sur l'influence des différentes doses de fertilisation organique à base de fumier de volailles sur les paramètres de croissance végétative et ceux des paramètres de rendement en conditions salines des régions arides.

Les résultats obtenus ont montré une augmentation significative des paramètres de croissance végétative et ceux de rendement en présence des doses croissantes de fumier de volailles par rapport au engrais minéral et au témoin sans apport, et ce ci quelque soit le niveau de la salinité du sol et celle de l'eau d'irrigation. Toutefois, cette augmentation a été plus marquée dans le cas de site 3 correspondant au fort niveau de salinité (sol très salé irriguée par l'eau la plus salée. Ainsi, l'effet de l'interaction (Salinité x Fumier) a montré que le meilleur rendement a été enregistré par le traitement D4 (60 t/ha FV) x site 3 (sol très salé), avec un rendement maximal de 528 qx/ha.

Les résultats obtenus nous permettent de recommander la dose de 60t/ha de fumier de volailles, comme une dose optimale sous les conditions salines des régions sahariennes. Néanmoins, pour bien exploiter ces résultats et maximiser la rentabilité du fumier de volailles en conditions d'irrigation par des eaux chargées en sels une étude économique est donc indispensable.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ABDELLY HAYEKT C., 2004** – effets de la squaline sur Letat hydrique foliaire, la conductance stomatique, la transpiration et le rendement en grains chez 3 populations de mil. Revue des régions arides m tome 1, N° spécial.273-284
- AMMAR A.F., 1989**- Plant growth in desert soils irrigated with sea water. Thèse El Azhar Univ 253 p.
- BARANNIKOVA, Z.D and MELNIKOVA, I.E., 1987**-The effect of different level of nitrogen fertilization in the yielding and quality of potato, pp 46 - 52.(in Russian).
- BELKHODJA M., BIDAI Y., 2004**-Analyse de la proline pour l'étude de la résistance d'une halophyte *Atriplex halimus* L à la salinité.
- BERTHOMIEU P., COPNEJERO G., NUBLAT A., BRACHENBURY W.J., LAMBERT C., WJ SAVIO C., 2004**- Functional analysis of *ATHKT1* in *Arabidopsis* shows that  $Na^+$  recirculation by the phloem is crucial for tolerance *Embo Journal* mVol N°18 pp 56 -206.
- BOUAZIZ E., 1980**- Tolérance à la salure de la pomme de terre. *Physiol. Vég.* 18, p. 11–17.
- CHAHHATA M A., 1993** – Les engrais organiques et les nouvelles terres 149p (en arabe)
- CHAUSSOD R., 1996**- La qualité biologique du sol: évaluation et implication. *Étude et gestion du sol*, N°3, Vol 4, pp 264-275.
- DAOUD Y., et HALITIM A, 1998** - Contribution à l'étude dynamique de l'eau et de sol dans un sol irrigué du haut Chélib. Thèse Doct, Univ. Rennes, 163 p.
- DOMMERGUES Y et MANGENOT F., 1970** - Ecologie microbienne du sol .Masson et Cie Editeurs,Paris,796 p.
- HANNACHI C., Debergh P., Zid E., Messai A., Mehouchi T., 2004**- Tubérisation sous stress salin de vitroplants de pomme de terre (*Solanum tuberosum* L.) *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 2004 **8** (1), 9–13.
- KINET M., BENREBIHA S., BOUZID S., 1998**-Reseau *Atriplex* .Atelier biotechnologies et écologie pour la sécurité alimentaire en régions arides et semi arides. *Cahiers Agriculture*, Vol.N°6 pp 505-509.
- MAAS EV., 1986**- Salt tolerance of plants. *Appl. Agric. Res.*1, p. 12–26.
- MADEC P., 1966**–Croissance et tubérisation de la pomme de terre. *Ed Bull soc .Fr.* 246p.
- MALLOUHI N., 1982**- Contribution à l'étude de l'influence de la salinité sur l'évolution de la matière organique. Thèse Doct. INPL, Nancy 127 p.
- OUSTANI M. 2006**- Contribution à l'étude de l'influence des amendements organiques sur les propriétés microbiologiques des sols sableux non salés et salés dans les régions Sahariennes (Cas de Ouargla) .Thèse Magister. Université .Ouargla. 187p
- SAHNOUNE M., 1986**- Contribution à l'étude des litières de volailles comme amendement organique en cultures maraichères, sous trois étages bioclimatiques (Sub –humide, semi aride, et saharien) en Algérie. Thèse Magist, INA
- ZHU J.K., 2001** –Plant Salt tolerance. *Trends in plant science*, vol.6,N°2:66-71.
- ZID E., GRIGNON C., 1991**-Les tests de sélection précoce pour la résistance des plantes aux stress .Cas des stress salin et hydrique .l'amélioration des plantes pour l'adaptation aux milieux arides. *jon Libbey Eurote*