EVALUATION DE LA CAPACITE DE PHYTODESSALEMENT DU SOL PAR UNE CULTURE TEST DE *BRASSICA OLERACEA*.

BENBESSIS Y.[1,2], **SALHIN.**[2],**BALLA K.**[2],**BENGLIA Z.**[2],**et HALILAT M.T.**[2]

[1]*Ecole Ecole Normale Supérieure de Ouargla, Deparetement Des Sciences De La Nature Et De La Vie*
[2]*Université Kasdi Merbah Ouargla Laboratoire De Bio-Ressources Sahariennes : Préservation Et Valorisation, Faculté Des Sciences De La Nature Et De La Vie Ouargla 30 000 Algérie.*
yaminabenbessisse@gmail.com

Résumé: La salinisation du sol est un facteur biologique majeur qui entrave la production agricole. La culture des plantes résistantes à la solution saline est une technique biologique utilisée pour restaurer les sols affectés par la salinité dans les zones arides. Pour réhabiliter les sols dégradés et pour mettre en valeur des sols salins, cette étude vise à évaluer l'utilisation potentielle de l'halophyte *Brassicaoleracea* (chou fourrager) pour l'assainissement d'un sol expérimentalement salinisé. Les plantes ont été soumises à différentes concentrations de chlorure de sodium (50 mM/l de NaCl et 100 mM/l de NaCl).Nous avons étudiél'évolution de la conductivité électrique dans le sol et le taux de sodium, potassium et calcium accumulés dans le sol et dans le végétal. Les résultats obtenus ont abouti à un pH du sol modéré et une CE du sol élevée.La salinité du sol a connu une augmentation avec l'accroissementde la concentration du NaCl de l'eau d'irrigation, tandis-que le taux de sodium et du potassium ont diminué pour les différentes concentrations de chlorure de sodium, alors quele calcium a été maintenu dans le sol. Le chlorure de sodium a une relation directe avec la quantité de chlorophylle (a) et la quantité d'eau dans les feuilles, ces deux paramètres ont été affectés par le degré de la salinité dans le sol et le rapport du taux de sodium et de potassium dans les feuilles est élevé. Il est donc évident que la culture de *BrassicaOleracea*est une culture efficace et stratégique pour la phytoremédiation des sols salés.

Mots clés: Chou fourrager *(Brassicaoleracea)* ,phytodessalement, salinité, CE , Na^+, Cl^-.

تقييم قدرة نزع الملوحة للتربة لزراعة الكرنب العلفي (*Brassicaoleracea*)

ملخص:تعتبر ملوحة التربة عاملا بيولوجيا رئيسيا يعوق الإنتاج الزراعي. زراعة النباتات المقاومة للملوحة هي تقنية البيولوجية المستخدمة لاستعادة التربة المتضررة بالملوحة في المناطق القاحلة. بغرض إعادة تأهيل الأراضي المتدهورة و لإستصلاح التربة المالحة، تهدف هذه الدراسة إلى تقييم إمكانية استخدامالكرنب العلفي (*Brassicaoleracea*) كنبات لعلاج ملوحة التربة تجريبيا. بحيث يعرض النبات لتراكيز مختلفة من كلوريد الصوديوم (50ملي مول\ل و 100 ملي مول\ل) ثم تابعنا تطور الكاتيونات المتراكمة في التربة والنبات. النتائج التي تم الحصول عليها كانت في تربة درجة الحموضتها معتدلة و مالحة. في التربة زادت درجة الملوحة مع زيادة تركيز كلوريد الصوديوم في مياه الري بينما انخفض الصوديوم و البوتاسيوم في مختلف تراكيز كلوريد الصوديوم. تم الحفاظ على نسبة الكالسيوم في التربة. كلوريد الصوديوم لديه علاقة مباشرة مع كمية الكلوروفيل (أ) وكمية المياه في أوراق هذين المعلمين تأثرا بارتفاع درجة الملوحة في التربة ونسبة الصوديوم والبوتاسيوم في الأوراق مرتفعة. ولذلك فمن الواضح أن زراعة الكرنب العلفي (*Brassicaoleracea*) هو محصول فعال واستراتيجي من أجل التحسين النباتي للتربة المالحة .

كلمات دالة:الكرنب العلفي (*Brassicaoleracea*), معالجة الترب المالحة, الملوحة, درجة الملوحة CE, Na^+Cl^-.

1. INTRODUCTION

Il a été postulé que les sols affectés par la salinité couvrent environ 6% (plus de 800 millions d'hectares) des terres du monde, ce qui est principalement dû à des causes naturelles (accumulation de sel sur de longues périodes dans les régions arides et semi-arides). Les causes induites ont affecté en 2008 environ 2% (32 millions d'hectares) des zones arides et 20% (45 millions d'hectares) des terres irriguées dans le monde [1].

La salinité de l'eau et celle des sols sont parmi les principaux facteurs limitant la productivité végétale [2], en particulier dans les régions arides et semi-arides, où les faibles précipitations et les systèmes d'irrigation inappropriés sont incapables de lessiver les sels de rhizosphère.

Pour surmonter ce problème plusieurs méthodes ont été mises en place pour récupérer ces sols et ont été regroupés en approche : hydraulique, physique, chimique et biologique [3].

La méthode biologique consiste à cultiver des plantes tolérantes aux sels et halophytes pour exploiter et mettre en valeurs les sols salés.Plusieurs auteurs [4] ,[5] ,[6],[7], [8], [9], [10] et

[11] ont prouvé l'efficacité des plantes hyper accumulatrices de Na+ à déssaliniser le sol sur lequel elles sont cultivées.
L'objectif de ce travail est de partager les résultats d'une étude de l'évaluation de la capacité de la culture de chou fourrager à diminuer la salinité du sol.

2. MATERIELS ET METHODES

L'objectif de ce travail est d'étudier lacapacité du choux fourrager (*Brassicaoleracea*) à diminuer la salinité du sol irrigué par différentes eaux d'irrigation salines avec trois doses croissantes de NaCl.

2.1. Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé est le chou fourrager. Les semences provenant de la région de Ouargla, sont récoltées dans les palmeraies du Ksar en 2016.

2.2. Substrat de culture

L'expérimentation a été réalisée sur un sol sableux prélevé dans l'exploitation de l'Université de Ouargla, lieu où on a réalisé l'expérimentation.
La culture a été faite dans des pots en plastique de 39,5 cm de longueur et de 12,5cm de largeur et 15cm de hauteur remplis par une quantité de 5kg d'un mélange sol et terreau (3 volumes de sol / 2 volumes de terreau).

2.3. Protocole expérimental

L'expérimentation a duré 84 jours et aété réalisée sous abri (serre en plastique), à l'exploitation de la Faculté des Sciences de la nature et de vie del'Université de Ouargla. Le dispositif expérimental adopté est en bloc aléatoire complet, constitué de neuf pots, à savoir 3 répétitions par traitement. Les plantes sont soumises à trois traitements:
a) T1 : eau de robinet +0g/l de Na Cl
b) T2 : eau de robinet +50mMol/l de Na Cl.
c) T3 : eau de robinet + 100mMol/l de Na Cl.
Tous les deux jours, ces plantules sont arrosées à raison de 800 ml par pot**.**

2.3. Suivi de l'évolution de la salinité

Les analyses physicochimiques du sol ont été réalisées au départ et à l'arrêt de culture, et la composition chimique de la matière végétale est déterminée à l'arrêt de la culture.
Les paramètres mesurés sont :
Pour le sol:pH, CE, Na^+, Ca^{++}, K^+qui ont été mesurés dans le sol avant mise en culture (T0) et le sol après la mise en cultureet le treatement par le NaCl(T1,T2 et T3).
Pour la plante:chlorophylle totale, chlorophylle a, chlorophylle b, Na^+, K^+.

3. RESULTATS ET DISCUSSIONS

3.1.Le sol

3.1.1.Le pH

Selon le projet PNUD/FAO, le sol de l'expérimentation a un pH neutre inferieur à 7,5.
Le pH a connu une augmentation sans importance en comparaison avec le sol avant la mise en culture et le sol après la mise en culture, donc l'irrigation de chou fourrager avec une eau saline ne provoque pas une alcalinisation du sol[12].

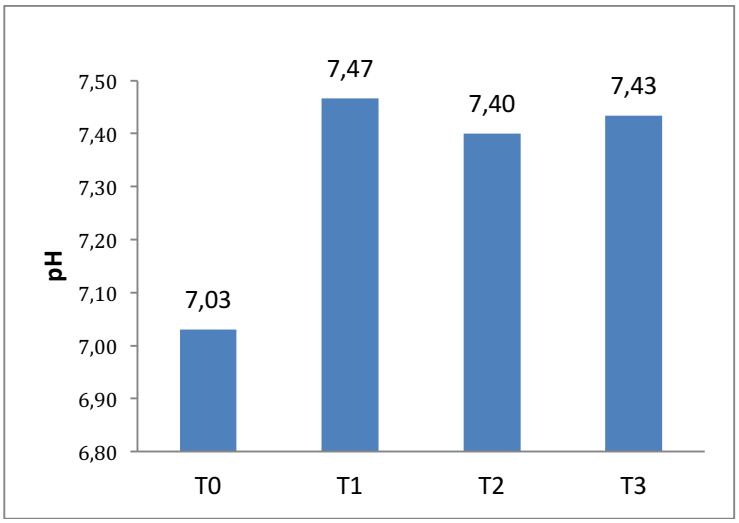

Figure 1. Evolution du pH du sol irrigué avec une eau de différentes concentrations en NaCl

3.1.2.Conductivité électrique

Selon l'échelle de Durand**,** le sol utilisé pour l'expérimentation est un sol très salé sauf les cultures résistantes donnent un rendement satisfaisant[13].

La conductivité électrique a connu une augmentation pour tous les traitements, c'est vrai que l'irrigation provoque une salinisation du sol, mais cette augmentation varie d'un traitement à l'autre,oùelle est de l'ordre de 2% pour l'eau de robinet et l'augmentation de 50 mmol/l deNaCl entraine une augmentation de la conductivité électrique de 10%, et lorsque l'augmentation est de100mmol/l,la conductivité électrique est supérieure à celle de départ de plus de 30% et le sol devient extrêmement salin [13].

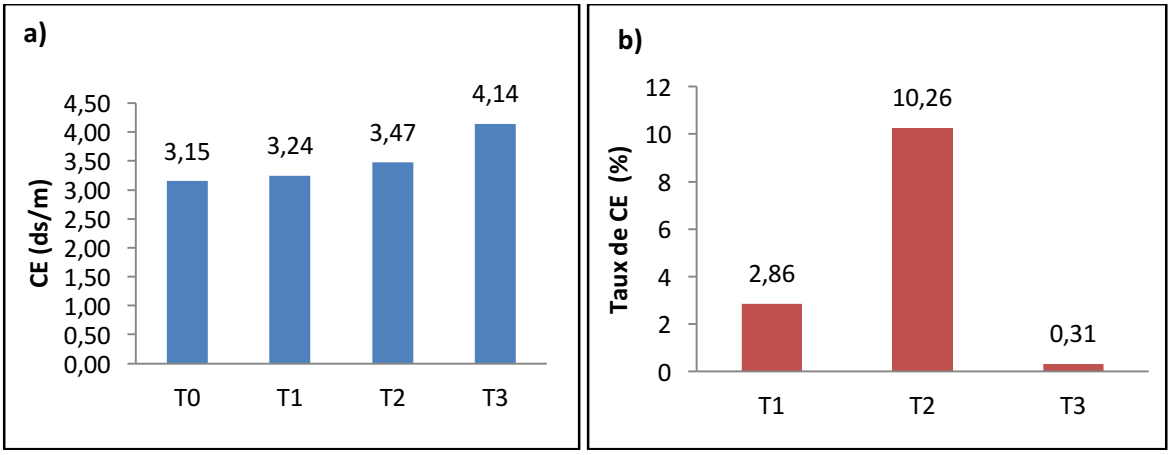

Figure 2. a) : Evolution de la conductivité électrique du sol irriguéavec une eau de différentes concentrations en NaCl**.b) :** Taux de l'augmentation de la à conductivité électrique du sol irrigués en différentes concentrations en NaCleau

3.1.3.Le sodium:

Le taux de sodium du sol a connu une diminution par rapport autémoin "sol avant la mise en culture" pour le traitement 1 et le traitement 2 mais une augmentation pour le traitement 3.

Donc le chou fourrager cause une diminution importante du sodium dans le sol et ce dernier ne peut connaitre un enrichissement en NaCl, sauf lorsque la concentration de l'eau d'irrigationenNaCl estsupérieure à 100mMol/l.

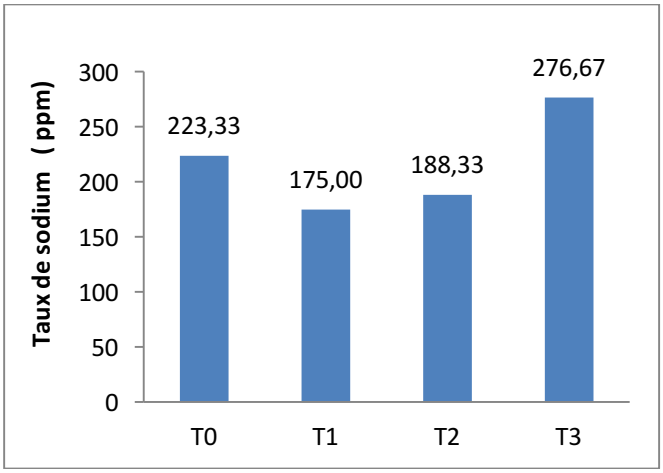

Figure 3. Evolutiondu taux de sodium du solirrigué avec une eau de différentes concentrations en NaCl.

3.1.4.Le potassium :

La comparaison du taux de potassium dans le sol entre le témoin et le traitement 1 "irrigation avec eau de robinet" montre une élévation, ce que signifie que l'irrigation aenrichit le sol en potassium, tandis que l'ajout de 50mmol/l de NaCl et de 100mmol/l provoque une diminution de cet élément, ce que signifie que les prélèvements du potassium par la culture de chou fourrager ontaugmente avec l'augmentation de la concentration de NaCl.

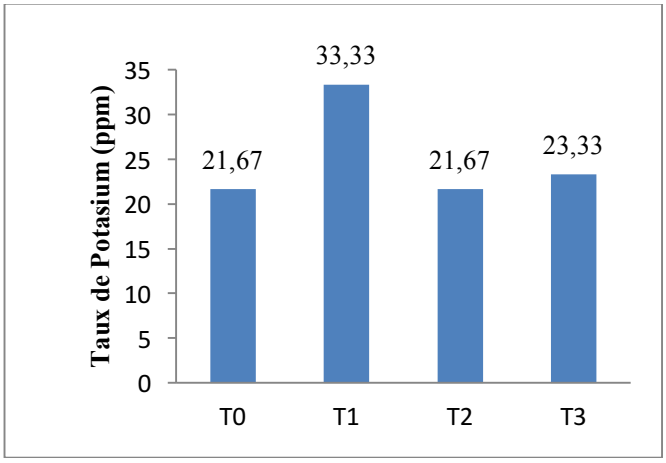

Figure 4. Evolution du taux de potassium du sol irrigué àdifférentes concentrations enNaCl

3.1.5. Rapport K^+/Na^+

En général le rapport K^+/Na^+dans le sol est inférieur à 1.Ce rapport a augmenté par l'irrigation en eau de robinet (T1),alors qu'il adiminué avec l'augmentation de la concentration de NaCl.L'ajout de 100mMol/l de NaCl provoque une diminution importante du rapport K^+/Na^+qui est inférieur à celui du sol avant la mise en culture (T0), ceci signifie que les prélèvements de potassium par la plante deviennent très importants par rapport aux intrants,par contre, ils sont inférieurs pour le sodium, d'où l'appauvrissement du sol en potassium.

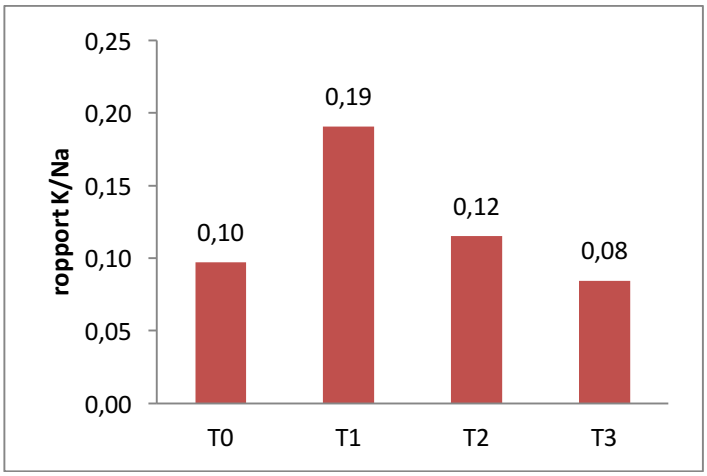

Figure 5. Evolution du rapport K^+/Na^+du sol irriguéàdifférentes concentrations enNaCl

3.1.6.Le calcium

Le taux de calcium dans le sol a diminué après la mise en culture,ce qui prouve que les prélèvements du calcium par la culture de chou fourrager sont supérieurs à l'enrichissement par l'eau d'irrigation, mais cette diminution n'est pas accentuée chez le traitement 3 (ajout de 100mmol/l de NaCl), ce qui affirme que l'augmentation de la concentration de NaCl, le chou fourrager augmente les prélèvements du Na^+ et K^+ au détriment de prélèvement de Ca^{++}.

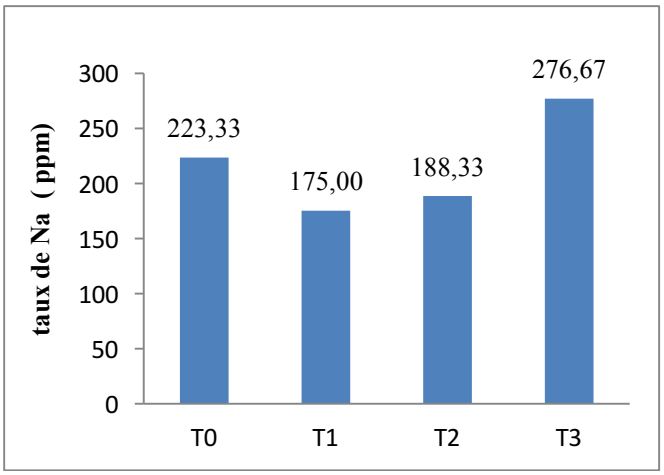

Figure 6. Evolution du taux du calcium du sol irrigué en eau à différentes concentrations en NaCl.

3.2. La Plante

3.2.1. Teneur enchlorophylle

L'augmentation de la salinité provoque une diminution du taux de chlorophylle totale, plus de détails, la salinité a un effet négatif sur lachlorophylle"**a**"ou cettedernière a connu une diminution avec l'augmentation de la concentration de NaCl, par contre la salinité a provoqué une augmentation de chlorophylle "**b**".

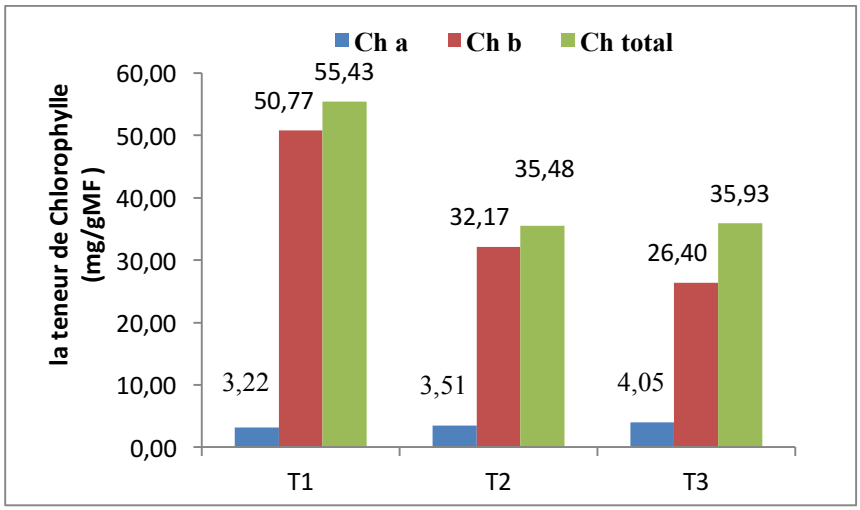

Figure 7. Evolution de la teneur de chlorophylle a , b et totale chez le chou fourrager irrigué en eau à différentes concentrations en NaCl (mg/g MF).

3.2.2. Le Sodium

La teneur en sodium est en augmentation avec l'augmentation de la concentration en NaCl de l'eau d'irrigation ce qui prouve que le chou fourrager est une plante accumulatrice de sodium, et confirme la diminution de sodium dans le sol.

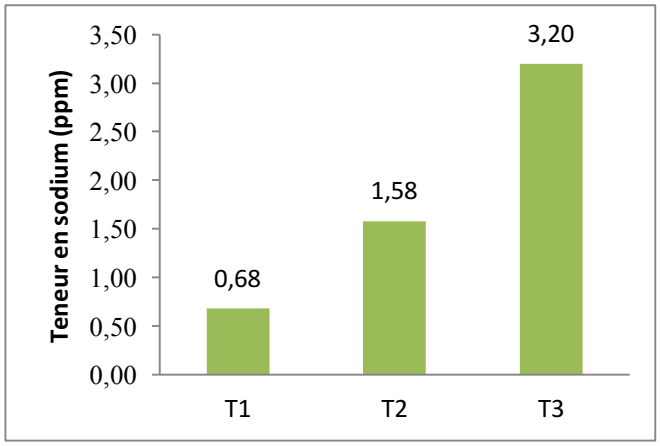

Figure 8. Evolution de la teneur de sodium chez le chou fourrager irrigué en eau à différentes concentrations en NaCl.

3.2.3. Le potassium

La figure ci-dessous montre que la teneur en potassium est en augmentation avec l'augmentation de la concentration de NaCl, mais les variations entre traitementsn'apparaissent pas importantes comme chez le sodium, la différence entre les traitements 1 et 2 est de l'ordre de 0,05ppm/g matière sèche mais le traitement 3 présente une différence nette qui est de l'ordre de 0,47ppm/g matière sèche.

Figure 9. Evolution de la teneur de potassium chez le chou fourrager irrigué en eau à différentes concentrations en NaCl.

Cette caractéristique d'aptitude du végétal à augmenter la teneur en K+ est corrélée avec la tolérance au sel [14].

3.2.4. Rapport K+/Na+

Le rapport K^+/Na^+ dans le végétal diminue avec la salinité de l'eau de l'irrigation mais il est supérieur à 1 pour traitement 1 (irrigation par eau de robinet) et proche de 1 pour le traitement 2 (ajout de 50mMol/ de NaCl), le traitement 3 à une concentration plus de 100mMol/l en NaCl présente un rapport faible, l'accumulation de sodium dans le végétal est en faveur, ce qui montre que le chou fourrager est une plante accumulatrice de sodium.

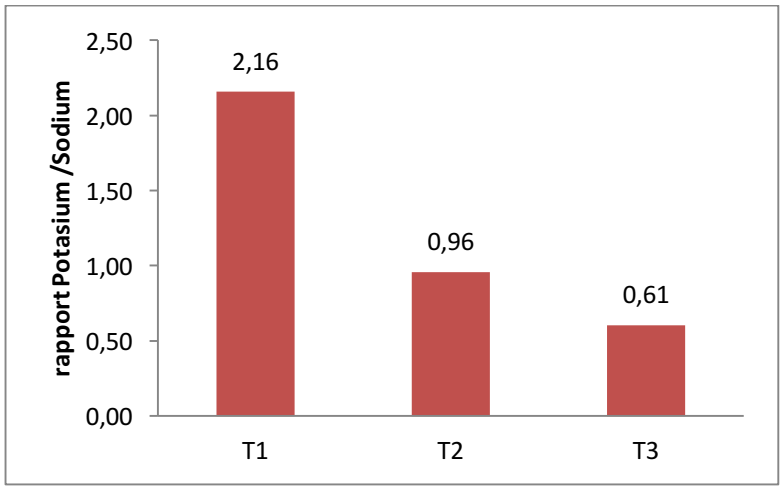

Figure 10. Evolution de rapport potassium/ sodium chez le chou fourrager irrigués en eau à différente concentration en NaCl.

4. CONCLUSION

Le chou fourrager est une culture halophyte accumulatrice de sodium.Malgré l'irrigation par une eau concentrée en NaCl, le sol n'a pas connu une alcalinisation.C'est vrai que la conductivité électrique du sol est en augmentation à cause de l'irrigation avec une eau saline, mais cette augmentation nechange pas la classe du sol qu'après l'irrigation par une eau à plus de 100 mMol/l NaCl.La culture de chou fourrager a diminué le taux de sodium dans le sol malgré l'ajout systématique par l'irrigation.

La phytodéssalinisation est une technique émergente qui peut être utilisée pour faire face aux problèmes de salinité / sodicité dans les régions arides et semi-arides. Cependant, son

application nécessite une optimisation, y compris le choix de l'halophyte pratique. Peut-être ces cultures ne peuvent pas phytodéssaliniserles sols extrêmement sodiques / salins mais elles peuvent minimiser l'effet néfaste de l'irrigation par des eaux chargés en NaCl.

REFERENCES

[1] Munns R., Tester M., 2008.- Mechanisms of salttolerance. *Annu. Rev. Plant Biol.*, 59:651-681.
[2] Zid E., Grignon C., 1986.-Effets comparés de NaCl, KCl et Na_2SO_4 sur la croissance et la nutrition minérale de jeunes *Citrus aurantium* L. *Oecol. Plant.* 7(4), p. 407–416
[3] Shahid S.A., 2002.- New technologies for soil reclamation and desert greenery. In: Proceedings of the Joint KISR – PEC
[4]Zhao K.F., Zhang W.J., Fan H., Song J., Jiang X.Y., 2001.- Biological measures in amelioration and utilization of saline soils. *Soil Bull.*, 32: 115-119.
[5] Zhao K.F., Fan H., Song J., Sun M.X., Wang B.Z., Zhang S.Q., Ungar I.A., 2005.- Two Na+ and Cl- hyperaccumulators of the Chenopodiaceae. *J. Integr. Plant Biol.*, 47(3): 311-318.
[6] Graifenberg A., Botrini L., Giustiniani L., Filippi F., Curadi M., 2003.- Tomato growing in saline conditions with biodesalinating plants: *Salsola soda* L. and *Portulacaoleracea*L..*Acta Hort.*, 609: 301-305.
[7] Tester M., Davenport R., 2003.- Na+ tolerance and Na+ transport in higher plants. *Ann. Bot.*, 91: 503-527.
[8] Ravindran K.C., Venkatesan K., Balakrishnan V., Chellappan K.P., Balasubramani T., 2007.- Restoration of saline land by halophytes for Indian soils. *Soil Biol. Biochem.*, 39: 2661-2664.
[9] Rabhi M., Barhoumi Z., Atia A., Lakhdar A., Hafsi C., Hajji S., Abdelly C., Smaoui A., 2009.- Evaluation of the capacity of three halophytes to desalinize their rhizosphere as grown on saline soils under non-leaching conditions. *Afr. J. Ecol.*, 47: 463-468.
[10] Rabhi M., Karray-Bouraoui N., Medini R., Attia H., Athar H., Lachaâl M., Abdelly C., Smaoui A., 2010a.- Seasonal variations in the capacities of phytodesalination of a salt-affected soil in two perennial halophytes in their natural biotope. *J. Biol. Res.*, 14: 181-189.
[11] Rabhi M., Ferchichi S., Jouini J., Hamrouni M.H., Koyro H.W., Ranieri A., Abdelly C., Smaoui A., 2010b.- Phytodesalination of a salt-affected soil with the halophyte *Sesuviumportulacastrum*L. to arrange in advance therequirements for the successful growth of a glycophytic crop. *Bioresour. Technol.*, 101: 6822-6828.
[12] PNUDE, 1990.- Evaluation globale de la dégradation du sol dans le monde (GLASODISRIC/ PNUE/FAO, 1990
[13] Durand J.H., 1983.-Les sols irrigables, Etude pédologique. Ed. Département de géographie de l'université de Paris – Sorbonne, 389p.
[14] Taleisnik-Gertel E., Tal M., 1986.- Potassium utilisation and fluxes in wild salt-tolerant relatives of the cultivated tomato. *Physiol. Plant.* 67, p. 415–420.