

GERMINATION ET CROISSANCE D'*Atriplex halimus* SUBSP. *schweinfurthii* EN PRESENCE DE CaCl₂

NEDJIMI Bouzid^{1*}, BEKAI Zekhroufa¹, GUIT Brahim¹, TOUMI Mohamed² et
DAOUD Youcef³

⁽¹⁾Laboratoire d'Exploration et de Valorisation des Écosystèmes Steppiques
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Université de Djelfa, BP 3117 Djelfa 17000, Algérie

⁽²⁾Ecole Normale Supérieure Bachir El Ibrahimi, BP 92 Kouba 16050 Alger, Algérie

⁽³⁾Ecole Nationale Supérieure Agronomique, Département de Sciences du Sol
El-Harrach Alger 16000, Algérie. E-mail: bnedjimi@yahoo.fr

Résumé- *L'effet des doses croissantes du CaCl₂ sur la germination et la croissance d'*Atriplex halimus* subsp. *schweinfurthii* (Chenopodeaceae), est étudié après 30 jours de culture en pots dans un mélange tourbe-sable. Les résultats montrent que les graines de cette espèce sont caractérisées par leur rapidité de germination et leur faible sensibilité aux fortes concentrations du CaCl₂. Le seuil de sensibilité de la germination se situe entre 8 et 10 g/l, correspondant à des pressions osmotiques de 0.259 et 0.324 MPa. Une concentration de l'ordre de 8 g/l semble stimuler la croissance du végétal (matière sèche). Au-delà de cette concentration, le CaCl₂ exerce un effet dépressif sur la croissance du végétal, ce qui exprime le caractère d'une halophilie facultative de cette espèce. Ces résultats montrent que ce végétal peut être cultivé dans des milieux salés steppiques inadaptés à la majorité des espèces végétales cultivées, dans un objectif de protection contre la désertification et de production de matière fourragère.*

Mots-clés : *Atriplex halimus*, germination, salinité, steppe, fourrage.

GERMINATION AND GROWTH OF *Atriplex halimus* SUBSP. *schweinfurthii* IN PRESENCE OF CaCl₂

Abstract- *Atriplex halimus subsp. schweinfurthii (Chenopodeaceae) is a perennial halophyte, which is widely distributed in the Algerian salt steppes. This study reports the effect of calcium chloride (CaCl₂) on the germination and growth of this species cultivated in peat-sand mixture. Results showed that seeds were characterized by speed of germination and low sensitivity to the high concentrations of CaCl₂. The threshold of sensitivity of germination ranges between 8 and 10 g/l, corresponding to osmotic pressures of 0.259 and 0.324 MPa. Optimal growth was observed at 8 g/l CaCl₂ and declined with a further increase in salinity. This variety can be used locally as a fodder for livestock and could be useful in sand dune stabilization cultivated.*

Key words: *Atriplex halimus*, germination, salinity, steppe, forage production.

Introduction

L'existence dans plusieurs régions du monde de terres marginales et de ressources en eaux chargées en sels a constitué souvent une limite au développement de l'activité agricole dans ces zones. L'apparition de plantes tolérantes à la salinité, a permis de valoriser des surfaces croissantes de ces terres marginales, en particulier par les plantations d'arbustes fourragers.

Les halophytes sont des plantes naturellement tolérantes au sel et poussent aussi bien, voir mieux dans un environnement salin qu'en conditions normales. Elles représentent la limite supérieure des capacités adaptatives des organismes végétaux à la salinité [1]. Les halophytes, plantes dotées de caractéristiques requises pour tolérer le sel, semblent constituer un outil précieux pour valoriser les zones marginales fortement salées et menacées par la désertification [2].

En Algérie *A. halimus* est une espèce halophyte autochtone qui pousse généralement sur sols salés et en bordures des chotts et des sebkhas. Son importance fourragère s'explique par son contenu élevé en azote, son adaptation à la sécheresse et à la salure, le maintien de son feuillage vert durant toute l'année et par sa tolérance au pâturage [3,4].

La germination et les premiers stades de croissance sont cruciaux pour l'établissement des espèces se développant dans des environnements salins. Le stade plantule est le plus vulnérable dans le cycle de vie de la plante et c'est la germination qui détermine le temps et le lieu pour que la croissance de la plantule ébauche. Ce stade germinatif est souvent limité par la salinité du sol et se montre le plus sensible que les autres stades [5].

Le présent travail est une étude expérimentale sur la tolérance d'*A. halimus* au chlorure de calcium. Il s'agit de mettre en œuvre un essai de germination et une culture en pots dans un mélange tourbe-sable, pour déterminer les seuils de tolérance au CaCl_2 des différents paramètres étudiés relatifs au comportement du végétal.

1.- Matériel et méthodes

1.1.- Semence

Les semences d'*A. halimus* proviennent de la région d'El-Mesrane (Djelfa), plus précisément dans la zone du chott Zahrez (3°03'E longitude, 34°36'N latitude à 830m d'altitude). La conductivité électrique de la solution du sol est mesurée au niveau du premier horizon du sol (0-20 cm), en un point au voisinage des touffes d'*Atriplex* qui ont été échantillonnées pour la semence. Sachant que la variabilité spatiale de la salinité peut être élevée, la valeur suivante est présentée à titre indicatif, la conductivité électrique de l'extrait de pâte saturée est de 10.5 dS/m à 25°C.

Après décortication manuelle de leur valves fructifères (bractéoles), les semences sont désinfectées par un séjour de 20 mn dans l'éthanol à 70%, suivi de 5 mn dans une solution d'hypochlorite de sodium à 8%, ensuite elles sont rincées 5 fois à l'eau distillée stérile.

1.2. - Sel

Le facteur de variation étudié est la concentration en CaCl_2 . Ce sel est retenu en raison de sa prédominance dans les sols salés de la zone d'étude [6]. Les concentrations en CaCl_2 retenues suivent une croissance arithmétique dont l'incrément est de 2 g de CaCl_2 . La gamme de concentration étudiée englobe le seuil de sensibilité du genre *Atriplex* à la salinité et qui se situerait autour de 10 g/l de NaCl [7]. C'est ainsi que 06 concentrations salines sont retenues dans ce travail (0, 2, 4, 6, 8 et 10 g/l).

1.3. - Test germinatif

Les semences sont mises à germer par lot de 100 graines pour chaque traitement, dans les boîtes de pétri de 9 cm de diamètre, fermées hermétiquement et tapissées de papier filtre stérilisé, en raison de 25 graines/boîtes, soit 4 répétitions par traitement (fig. 1). Le papier filtre est humecté au départ et ensuite toutes les 24 heures avec 5 ml d'eau déminéralisée stérile (témoin) ou avec les différentes solutions de CaCl_2 . Le test germinatif était conduit dans un incubateur dont la température et la photopériode sont contrôlées. La température est réglée à $25\pm 1^\circ\text{C}$, sous un éclairage de $25\mu\text{E/s/m}^2$ assuré par une série d'ampoules types néons fluorescents. La photopériode est de 16 heures de lumière et 8 heures d'obscurité. Les semences germées sont dénombrées toutes les 24 heures. Comme critère de germination, l'apparition d'une racicule de 1mm environ a été utilisée [8]. Le dispositif expérimental utilisé est le bloc aléatoire complet à un seul facteur de variation. Le taux de germination a été calculé en utilisant la relation suivante :

$$\text{Le taux de germination (\%)} = (a)/(b) \times 100$$

a : nombre des semences germées

b : nombre total des semences

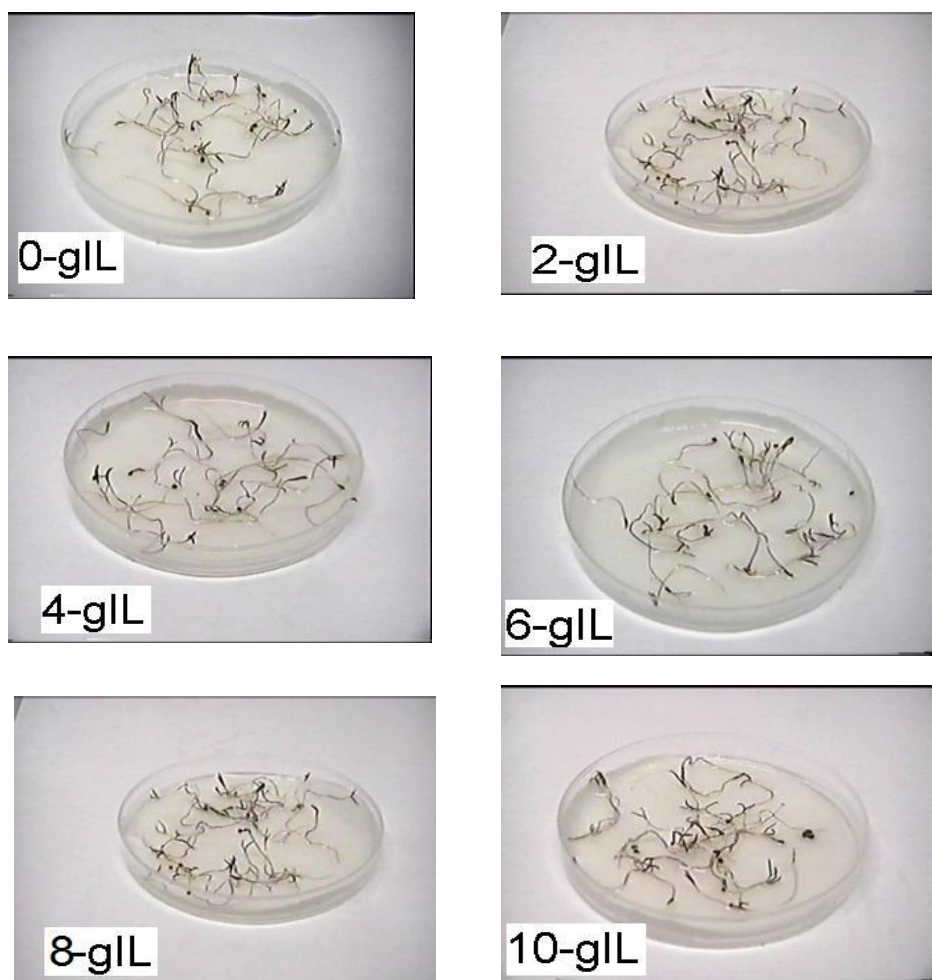


Figure 1.- Germination des graines d'*A. halimus* dans des boîtes de pétri tapissées de papier filtre humecté avec les différentes solutions de CaCl_2

1.4. - Culture en pots

Au 5^{ème} jour de germination, les plantules ayant entre 10 à 15mm de longueur ont été repiquées dans des pots en plastiques de 200 ml remplis d'un mélange tourbe-sable, à raison d'une plantule/pot. Elles sont ensuite mises en culture pendant 30 jours dans les mêmes conditions que pour la germination (fig. 2).

Le mélange utilisé est composé de 2/3 de tourbe et de 1/3 de sable stérilisé à l'autoclave (120°C pendant 20 mn). La tourbe utilisée présente les caractéristiques suivantes :

- Composition : tourbe de sphaignes, terreau d'écorces compostées, fumier;
- Matière sèche/produit brut: 30%,
- Matière organique / produit brut : 20%,
- pH = 5.9,
- La résistance = 2000 Ω / cm,
- La capacité de rétention en H_2O = 330g pour 100g MS.

Le sable utilisé présente la composition granulométrique suivante: sable grossier (57.20%), le sable fin (30.40%), les particules < 20 μ (12.40%).

Lorsque les plantules ont atteint le stade 4^{ème} paire de feuilles totalement étalées, elles sont arrosées quotidiennement avec 50 ml d'une solution correspondant aux différentes concentrations de CaCl_2 .

Chaque expérience correspond à un ensemble de 06 traitements, chaque milieu est testé sur 10 individus correspondant à 10 répétitions. Le dispositif expérimental utilisé est le bloc aléatoire complet dont les traitements correspondent aux concentrations de CaCl_2 .

Les mesures ont lieu 30 jours après la mise en culture et portant sur 10 plantules pour chaque traitement, l'indicateur de croissance considéré est la matière sèche totale obtenue après séchage des échantillons pendant 48 heures à 60 °C.

Les résultats sont soumis à une analyse de la variance (Anova) à un facteur de variation, avec le test de Newman et Keul au seuil de 5% pour identifier les groupes homogènes. Des calculs d'équation de régression sont réalisés pour chercher les relations entre certaines variables.

2.- Resultats

2.1.- Test germinatif

En absence de sel et avec 2g/l de CaCl_2 , le taux de germination égale à 100% (fig. 3). Pour une concentration de 4g/l CaCl_2 (correspondant à une pression osmotique de 0.129 MPa) le pourcentage de germination est de 99%. Avec 6g/l et 8g/l CaCl_2 (0.194 et 0.259 MPa respectivement), les graines présentent un taux de germination de 98%. Par contre avec 10g/l (0.324 MPa) de CaCl_2 le taux de germination est de 90%.



Figure 2.- Aspect général des plantules d'*A. halimus* subsp. *schweinfurthii* cultivées dans un mélange tourbe-sable, en présence de CaCl_2

Le test de Newman et Keuls au de seuil de 5% montre que les traitements correspondant aux concentrations 0, 2, 4, 6, 8g/l font partie du groupe (a) alors que le taux de germination de 10g/l est classé dans le groupe (b).

Ces résultats signifient que le CaCl_2 diminue d'une manière significative le taux de germination entre 8 et 10g /l. C'est dans cet intervalle que se localise le seuil de sensibilité de cette espèce au CaCl_2 .

La recherche de la meilleure fonction d'ajustement statistique de la relation entre le taux de germination (Y) et la concentration en CaCl_2 (X) aboutit à une équation de la forme polynomiale suivante (fig. 4):

$$Y = -0.16 X^2 + 0.79 X + 99.42 \quad R^2 = 0.86 \quad \text{ddl} = 4 \quad n = 4$$

Le coefficient de détermination montre que 86.49% de la variation des taux de germination sont expliqués par le gradient de concentration en CaCl_2 .

Les moyennes calculées sur quatre (04) répétitions par traitement pour les différents niveaux de salinité (fig. 5), présentent la même allure pour les différents traitements, la germination commence dès le premier jour, elle est rapide durant les premiers jours puis se ralentit pour atteindre un palier à partir du 6^{ème} jour. Au 2^{ème} jour les taux de germination sont de 76%, 63,2 %, 50 % et 52% pour des concentrations en CaCl_2 de 0, 2, 4, 6g/l; tandis qu'au 7^{ème} jour, il est noté des taux de germination de 100%, 100%, 100% et 98% pour des doses respectives de 0, 2, 4, 6g/l. L'augmentation des concentrations en chlorure de calcium diminue la vitesse de germination par rapport au témoin. Il faut bien noter que la capacité germinative est peu affectée.

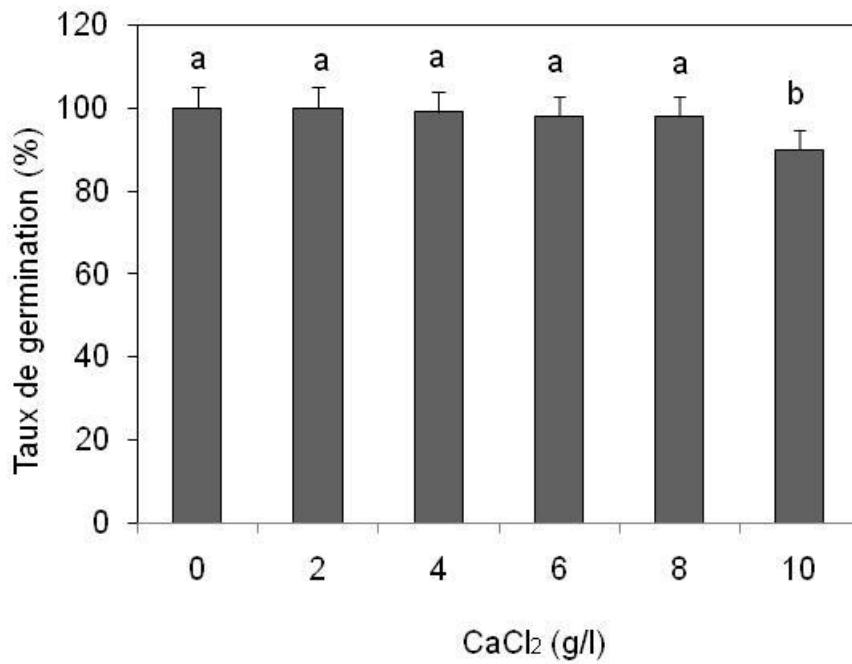


Figure 3.- Effet des doses croissantes de CaCl_2 sur le pourcentage de germination des graines d'*A. halimus* (Intervalle de confiance pour $P < 0.05$)

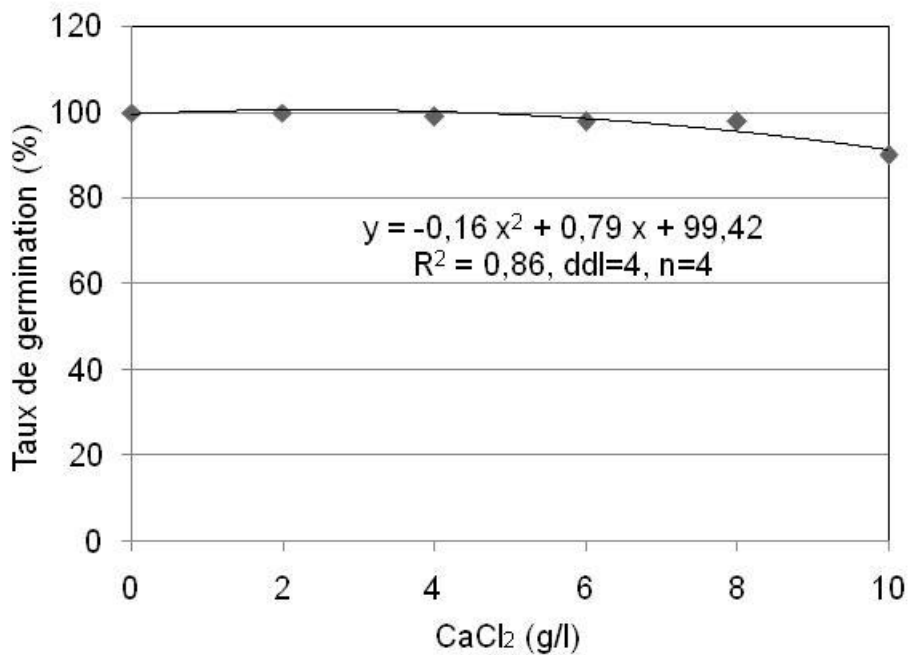


Figure 4.- Ajustement statistique entre le taux de germination des graines d'*A. halimus* et la concentration du milieu en CaCl_2

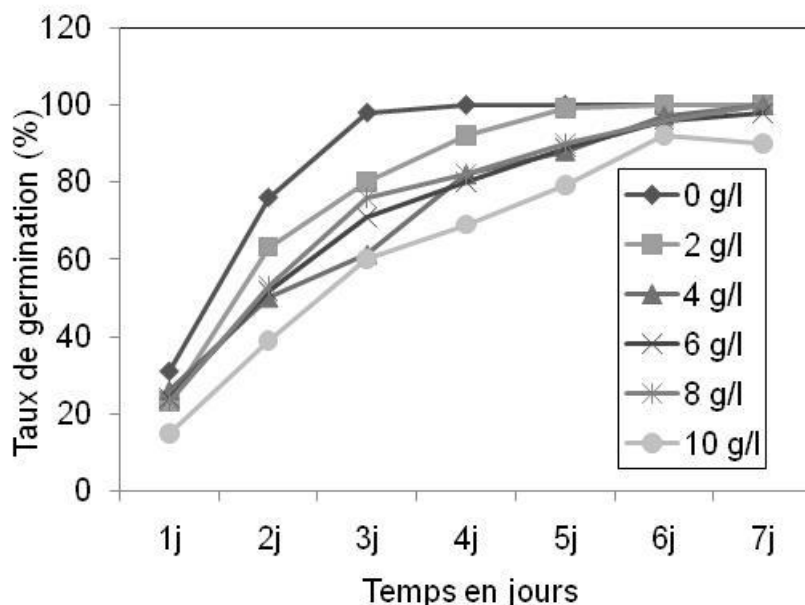


Figure 5.- Vitesse de germination des graines d'*A. halimus* en fonction du temps et en présence des doses croissantes en CaCl₂

2.2.- Matière sèche

La tolérance au sel peut être déterminée en suivant la croissance d'une manière globale par l'évolution d'un critère pondérale en fonction de la salinité du milieu. Au début de l'expérimentation, malgré le choc osmotique subi (0.324 MPa à 10 g/l CaCl₂), aucun flétrissement même temporaire n'est observé.

La figure 6, montre que l'addition de 8 g/l de CaCl₂ au milieu de culture conduit après 30 jours de culture à la croissance maximale correspond à une moyenne de 2.86 mg/plante, cette production est plus élevée que celle du témoin (1.46 mg/plante). Le passage à une concentration supérieure (10g/l CaCl₂) provoque une diminution de la quantité de matière sèche produite. Selon le test de Newman et Keuls, le sel affecte la production de la matière sèche d'une manière significative entre 8 et 10 g/l de Ca Cl₂.

3.- Discussion

Chez l'*A. halimus*, la vitesse et le taux de germination ne sont affectés qu'à partir de 10 g/l CaCl₂, le taux de germination est à l'ordre de 90%. L'augmentation des concentrations en CaCl₂ dans le milieu, diminue la vitesse de germination par rapport au témoin, mais ne semble pas affecter la capacité de germination des semences. Chez *A. amnicola* et *A. lentiformis*, la vitesse et le taux de germination ne sont affectés qu'à partir de 15g/l NaCl [5].

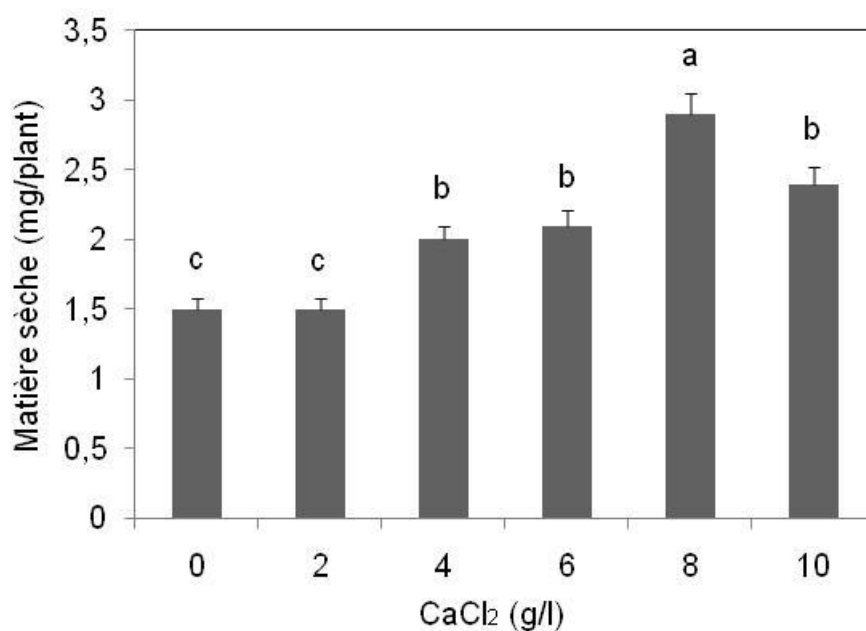


Figure 6.- Matière sèche totale en (mg/plant) des plantules d'*A. halimus* cultivées *in vivo* en présence des doses croissantes en CaCl_2 (intervalle de confiance pour $P < 0.05$)

L'étude de la croissance pendant le premier mois de vie de plantules d'*A. halimus* cultivées en présence de doses croissantes de CaCl_2 a permis de conclure que des petites variations de cet élément avec l'intervalle de 2g/l provoqueraient une augmentation de l'accumulation de la matière sèche. La valeur la plus forte a été obtenue par une concentration de 8g/l, ce n'est qu'à partir de 10g/l CaCl_2 qu'on observe une diminution de la teneur en matière sèche indiquant l'effet néfaste de l'accumulation des grandes quantités de Cl^- sur la croissance de la plante (indice de proximité de la zone de toxicité) [9]. Ce seuil de tolérance correspond à une pression osmotique de 0,324 MPa (9.01 dS/m à 25°C), soit un niveau de salinité qui n'est pas compatible avec le seuil de tolérance de la majorité des espèces végétales cultivées [10]. Bouda et Haddioui [5] ont montré que les productions maximales en matière sèche chez l'*A. nummularia* et *A. aminicola* sont obtenues avec une concentration de 10 g/l NaCl.

Ces résultats peuvent être expliqués par le rôle physiologique du calcium. En effet d'après Munns [9] est un élément majeur secondaire qui intervient dans la constitution des tissus. selon le même auteur par son action antitoxique il participe à la précipitation de certains acides organiques (acide oxalique) élaborés par les plantes, susceptible d'y produire des phénomènes de toxicité.

Conclusion

L'augmentation de la concentration en chlorure de calcium dans le milieu diminue la vitesse de germination par rapport au témoin, mais ne semble pas affecter la capacité germinative des semences (le taux de germination n'est affecté qu'à partir de 10 g/l CaCl_2). Les plantules d'*A. halimus* cultivées dans un mélange tourbe-sable en présence de CaCl_2 se comportent différemment par rapport au stade de germination, en effet pour une concentration de 8 g/l, il est observé une stimulation de la croissance des plantules. Il apparaît au vu des résultats que cette espèce, tolère des concentrations salines élevées

incompatibles avec la majorité des espèces végétales cultivées. Il peut être donc utilisée dans la protection des sols contre l'érosion, la valorisation des sols salés et pour la production fourragère dans les milieux steppiques.

Remerciements

Le Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique Algérien est vivement remercié (Projet CNEPRU code F02820100012).

Références bibliographiques

- [1].- Khan M. A., Duke N. C., 2001. Halophytes- A resource for the future. *Wetlands Ecology Management*, 6: 455-456.
- [2].- Nedjimi B., Daoud Y., 2006. Effect of Na₂SO₄ on the growth, water relations, proline, total soluble sugars and ion content of *Atriplex halimus* subsp. *schweinfurthii* through in vitro culture. *Anales de Biologia*, 28: 35-43.
- [3].- Le Houérou H. N., 2000. Utilization of fodder trees and shrubs in the arid and semiarid zones of west Asia and North Africa. *Arid Soil Research Rehabilitation*, 14: 101-135.
- [4].- Nedjimi B., 2012. *Atriplex halimus* subsp. *schweinfurthii* (Chenopodiaceae): A native species in salt steppes of Algeria – A Review. In: Lluvia Marín and Dimos Kovač (Eds.) *Native Species: Identification, Conservation and Restoration*. Nova Science Publishers, Inc. New York: 155-168.
- [5].- Bouda S., Haddioui A., 2011. Effet du stress salin sur la germination de quelques espèces du genre *Atriplex*. *Nature & Technologie*, 5:72-79.
- [6].- Halitim A., 1988. *Sols des régions arides d'Algérie*. Ed. O.P.U., Alger, 384p.
- [7].- Nedjimi B., Daoud Y., 2008. Influence du NaCl sur le comportement d'une espèce halophyte algérienne (*Atriplex halimus* subsp. *schweinfurthii*). *Annales de l'Institut National Agronomique*, 29 (1 et 2): 121-135.
- [8].- Bajji M., Kinet J.M., Lutts S., 1998. Salt stress effects on roots and leaves of *Atriplex halimus* L, and their corresponding callus cultures. *Plant Science*, 137: 131-142.
- [9].- Munns R., 2002. Comparative physiology of salt and water stress. *Plant Cell Environment*, 25: 239-250.
- [10].- Mass E.V., 1990. Crop salt tolerance. *Engineering practice*, 71: 262-304.