

**INFLUENCE DU NA<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> SUR LE COMPORTEMENT  
D'UNE ESPECE HALOPHYTE  
(*Atriplex halimus* subsp. *schweinfurthii*)**

NEDJIMI B. <sup>(1)</sup> et Y. DAOUD Y. <sup>(1)</sup>

(1) Université de Djelfa, Institut des Sciences de la Nature et  
de la Vie, BP 3117 Djelfa, Algérie.

(2) Ecole Nationale Supérieure Agronomique,  
Département de Sciences du sol, El-harrach, Algérie

**R E S U M E**

Les paramètres de croissance, la composition minérale et la valeur nutritionnelle ont été caractérisés et analysés après 30 jours de culture in vitro d'*Atriplex halimus* subsp. *schweinfurthii*. Les résultats montrent que les graines de cette espèce sont caractérisées par leur rapidité de germination et leur faible sensibilité aux fortes concentrations en NaCl. Le seuil de sensibilité de la germination se situe à 12.96 g/l, correspondant à une pression osmotique de 0.782 MPa. Le seuil de sensibilité de la production de matière sèche de la partie aérienne est de 7.49 g/l (0.242 MPa).

L'enrichissement du milieu en NaCl se traduit dans tous les organes par une diminution du taux de la matière azotée totale et une augmentation du taux de sodium. La valeur nutritionnelle de la matière sèche est peu affectée par la salinité. Cette espèce peut être employée localement pour le repeuplement des terres affectées par la salinité, en vue de leur réhabilitation, notamment en tant que parcours.

**Mots-clés :** salinité, *Atriplex halimus* subsp. *Schweinfurthii*, germination, culture in vitro, matière sèche, nutrition minérale, steppe.

## SUMMARY

*Atriplex halimus* subsp. *schweinfurthii* is a perennial halophyte, which is widely distributed in the Algerian salt steppes. This study reports the effect of sodium chloride (NaCl) on the germination, growth, ion content and nutritional value of the species under *in vitro* conditions. Results showed that seeds were characterized by speed of germination and low sensitivity to the high concentrations of NaCl. Optimal growth was observed at 5 g/l NaCl and declined with a further increase in salinity; the threshold of sensitivity of the shoot dry matter was 7.49 g/l (0.242 MPa). The nutritional value of dry matter was little affected by salinity, N concentration decreased with increasing salinity, while Na<sup>+</sup> increased. This variety can be used locally as a fodder for livestock and could be useful in sand dune stabilization.

**Keys words :** Salinity, *Atriplex halimus* subsp. *Schweinfurthii*, Germination, In vitro culture, Mineral nutrition, Steppe.

## ملخص

تعالج هذه الدراسة تأثير الإجهاد الملحي المحدث بملح كلور الصوديوم على الإنبات، تراكم (*Atriplex*) المادة الجافة، التحليل الكيميائي وعلى القيمة العلفية لنبات القطف. النتائج المتحصل عليها بينت أن بذور هذا النوع تميزت بضعف حساسيتها (*halimus*) لمختلف تراكيز كلور الصوديوم المستخدمة، عتبة المقاومة أو الحساسية بالنسبة للإنبات قدرت بـ 12.96 غ/ل. أظهرت النتائج بأن تركيز 5 غ/ل حفز زيادة المادة الجافة، فوق هذا التركيز كلور الصوديوم أثر سلبا على نمو النبات، بالمقابل لاحظنا تراكم معتبر لعنصر الصوديوم، بينما لم يؤثر هذا الملح كثيرا على القيمة العلفية (نسبة الأزوت). من خلال هذه النتائج يمكن استعمال هذا النبات لإستغلال الأراضي المالحة الغير صالحة لزراعة معظم النباتات الفلاحية.

**الكلمات المفتاحية :** الملوحة، القطف، الإنبات، المادة الجافة، القيمة العلفية، الزراعة النسيجية.

## INTRODUCTION

L'accroissement de la pression animale sur les surfaces pastorales et le prélèvement des produits ligneux destinés à la satisfaction des besoins en combustibles provoquent une dégradation de la steppe algérienne (Le houérou, 1995). La reconstitution du couvert végétal ne peut plus être assurée dans la majorité des cas par les mécanismes naturels de régénération et nécessite le recours à des techniques d'aménagement et de gestion des terres (Nefzaoui et Chermiti, 1991).

Sur les 20 millions d'hectares de parcours steppiques en Algérie, 15 millions sont des parcours palatables (HCDS, 2001) qui se répartissent, en fonction de leur état de dégradation, en 3 millions d'hectares de parcours en bon état, 5.5 millions d'hectares de parcours moyennement dégradés, 6.5 millions d'hectares de parcours dégradés. L'offre fourragère des parcours est estimée à un milliard d'unités fourragères, elle ne peut satisfaire que 15% des besoins alimentaires du cheptel ovin existant.

Les sols des zones steppiques sont caractérisés par la présence d'accumulations salines diverses, les sels solubles présentent souvent une concentration suffisante pour affecter les propriétés des sols et le comportement des végétaux (Halitim, 1988). La végétation steppique est représentée par quatre grands types de formations (Djebaili, 1984), les parcours à graminées (steppe à Alfa [*Stipa tenacissima*], steppe à sparte [*Lygeum spartum*]), les parcours à chamaephytes (steppe à Armoise blanche [*Artemisia herba alba*]), les parcours à espèces halophytes (steppe à *Atriplex halimus* et *Salsola vermiculata*), les parcours dégradés (steppe à *Noaea micronata* et *Piganum harmala*).

*Atriplex halimus* (Chénopodiacées) est une espèce spontanée, pérenne des régions méditerranéennes arides et semi-arides (Nedjimi et Daoud, 2006). Riche en protéines, elle constitue une source importante en matière azotée pour le cheptel, essentiellement en période de disette (El-Shatnawi et Turuk, 2002).

Ce travail a été entrepris pour étudier expérimentalement la tolérance à la salinité d'une espèce autochtone d'*Atriplex halimus* subsp. *schweinfurthii* à intérêt fourrager.

## MATERIEL ET METHODES

Les semences d'*Atriplex halimus* proviennent de la région d'El Mesrane (Djelfa), plus précisément de la zone du chott Zahrez (3°03'E longitude, 34°36'N latitude et 830m d'altitude) où les nappes d'*Atriplex* occupent une surface importante de l'ordre de 16 400 ha. La conductivité électrique de la solution du sol a été mesurée au niveau du premier horizon du sol (0 – 20 cm), au voisinage des touffes d'*Atriplex* qui ont été échantillonnées pour la semence, 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 graines sont désinfectées par un séjour de 20 minutes dans l'Ethanol à 70 %, suivi de 10 mn dans une solution d'hypochlorite de sodium à 8% , ensuite elles sont rincées 5 fois à l'eau distillée stérile (Bajji *et al.*, 1998).

Le facteur de variation étudié est la concentration en NaCl. Ce sel a été retenu en raison de sa prédominance dans les sols salés de la zone d'étude (Halitim, 1988). Les concentrations en NaCl retenues suivent une croissance arithmétique dont l'incrément est de 5 g de NaCl/l. La gamme de concentrations étudiées englobe le seuil de sensibilité du genre *Atriplex* à ce sel et qui se situerait autour de 10 g de NaCl/l (Khan *et al.*, 2000). C'est ainsi que 11 concentrations salines sont étudiées (0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50 g/l).

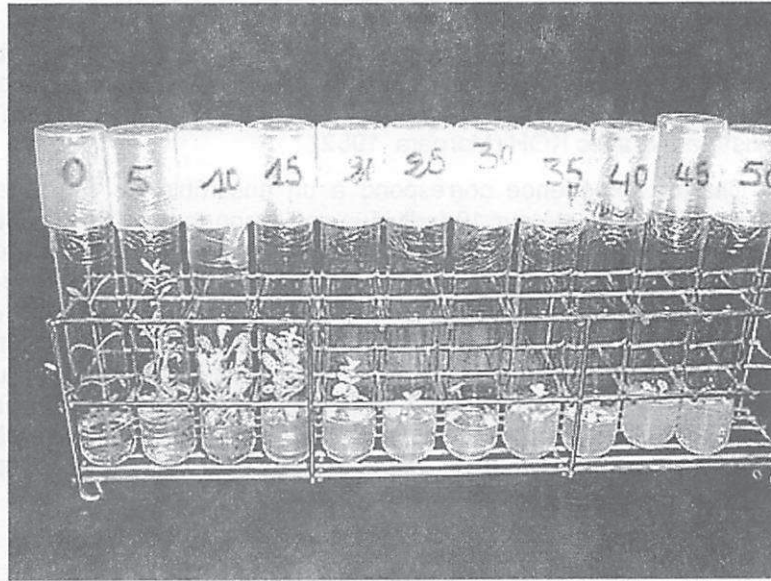
Les graines sont mises à germer par lot de 100 graines pour chaque traitement, dans les boîtes de Pétri de 9 cm de diamètre, fermées hermétiquement et tapissées de papier filtre stérilisé, en raison de 25 graines/boîtes, soit 4 répétitions par traitement (Bajji *et al.*, 1998). Le papier filtre est humecté au départ, et ensuite toutes les 24 heures avec 5 ml d'eau déminéralisée stérile (Témoin) ou avec les différentes solutions de NaCl. Le test germinatif est conduit dans une chambre de culture dont la température et la photopériode sont contrôlées. La température est réglée à 25°C ± 1°C, sous un éclairage de 25 µE/s/m<sup>2</sup> assuré par une série de Néons fluorescents. La photopériode est de 16 heures de lumière, et 8 heures d'obscurité. L'humidité relative est de 70 % (Pourrat et Dutuit, 1993). Les graines germées sont dénombrées toutes les 24 heures. Comme critère de germination, l'apparition d'une radicule de 1mm environ a été utilisée (Bajji *et al.*, 1998). Le dispositif expérimental utilisé est le Bloc aléatoire complet à un seul facteur de variation avec 4 répétitions.

Au bout de 05 jours, les plantules ayant entre 10 et 15 mm de hauteur ont été repiquées à raison d'une plantule par tube sur les milieux de culture qui présentent des concentrations croissantes en chlorure de sodium

(Pourrat et Dutuit, 1993). Elles sont ensuite mises en culture pendant 30 jours dans les mêmes conditions que pour la germination (photo 1). Chaque tube à essai contient 20 ml du milieu de culture qui contient les macro-éléments et les micro-éléments de Murashige et Skoog (1962), les vitamines de Morel et Wetmore (1951), 0.1mM Fer- EDTA, 20g/l de saccharose (source de carbone) et 8 g/l d'Agar qui permet de solidifier le milieu. Le pH est ajusté à 5.8 avec KOH (Margara, 1982).

Chaque expérience correspond à un ensemble de 11 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 NaCl. Les mesures ont lieu 30 jours après la mise en culture et portent sur 10 plants pour chaque traitement. Pour éliminer l'accumulation de sel en surface, les plantes ont été lavées à l'eau distillée. Le poids de la matière sèche est obtenu après séchage des échantillons pendant 48 heures à 60 °C. Le sodium est dosé par spectrophotométrie de flamme en émission sur le produit d'une attaque Nitro-perchlorique des tissus en présence de l'acide Sulfurique. L'Azote est dosé d'après la méthode de Kjeldahl.

Les résultats sont soumis à une analyse de la variance à un facteur de variation, avec le test de Newman et Keul au seuil de 5% pour identifier les groupes homogènes.

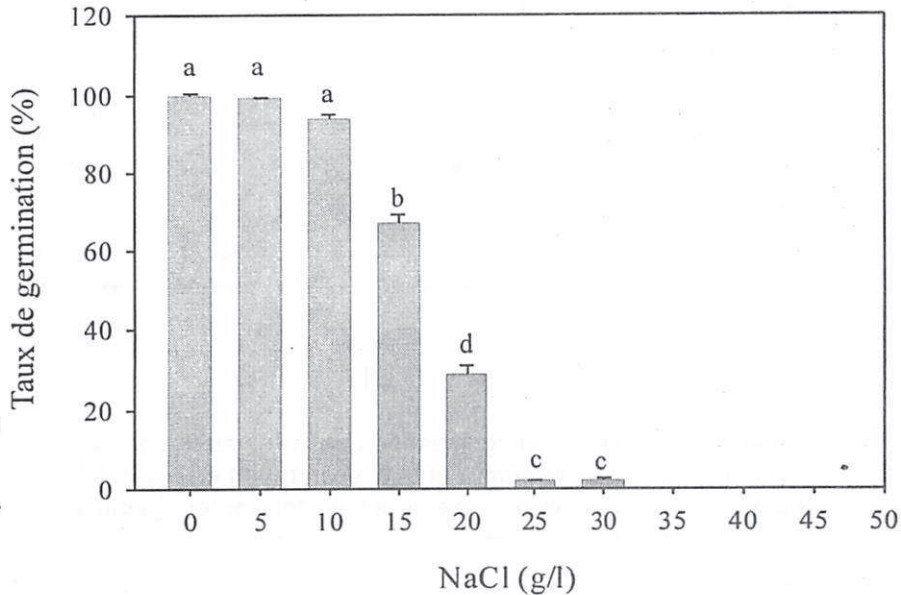


**Photo 1.** Croissance des vitro semis d'*Atriplex halimus* subsp. *chweinfurthii*, après 30 jours de culture sur le milieu de Murashige et-Skoog (1962) [cliché NEDJIMI, 2002]

## RESULTATS ET DISCUSSION

### Le test germinatif

En absence de sel, le taux de germination est de 100 % (figure 1). Pour des concentrations de NaCl de 5 et 10g/l, les pourcentages de germination sont de 99 % et 94 %. Pour une concentration en NaCl supérieure ou égale à 20 g/l, il se produit une forte diminution du taux de germination qui s'annule pour des concentrations en NaCl de 35 g/l. Le test de Newman et Keuls au seuil de 5% montre que les traitements correspondant aux concentrations 0, 5 et 10 g/l NaCl font partie du groupe A, le taux de germination à 15 g/l NaCl est classé dans le groupe B, le groupe C correspond à une concentration de 20 g/l, et à partir du 25 g/l tous les traitements se classent dans le groupe D. Ces résultats signifient que le NaCl diminue d'une manière significative le taux de germination entre le 10 et le 15 g/l. C'est dans cet intervalle que se localise le seuil de sensibilité de cette espèce au NaCl.

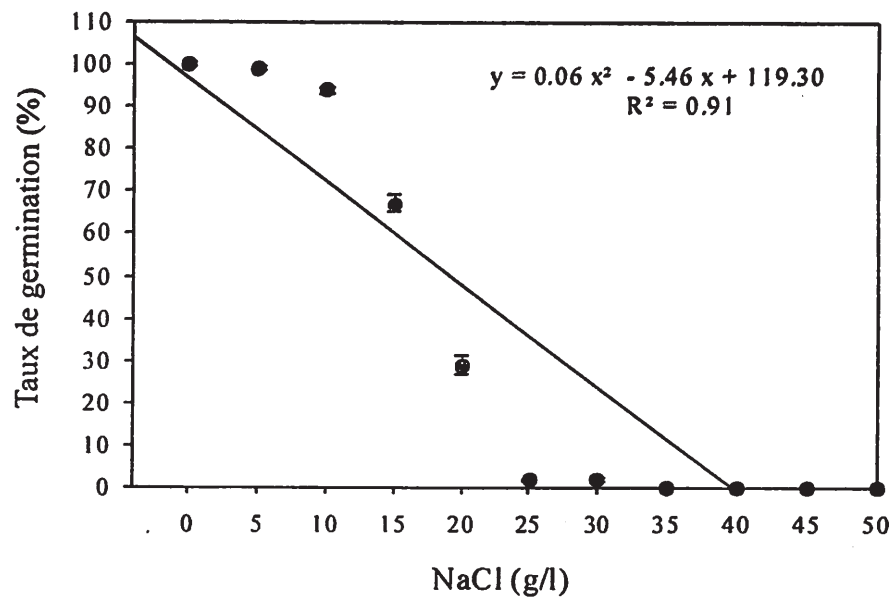


**Figure 1.** Effet des traitements de NaCl sur le taux de germination des graines d'*Atriplex halimus* subsp. *schweinfurthii*, Les barres verticales représentent la moyenne  $\pm$  S.E. ( n=4 ,  $P<0.05$ ).

La recherche de la meilleure fonction d'ajustement statistique de la relation entre le taux de germination ( $y$ ) et la concentration en NaCl ( $x$ ) aboutit à une équation de la forme polynomiale suivante (figure 2) :

$$y = 0.06 x^2 - 5.46 x + 119.30 \quad R^2 = 0.916, \quad n = 11$$

Le coefficient de détermination montre que 91,63 % de la variance des taux de germination sont expliqués par le gradient de concentration en NaCl. La recherche du seuil critique admissible, ou seuil de toxicité, sera calculé pour une réduction du taux de germination de 25 % (Maas, 1990). Le résultat obtenu donne une concentration en NaCl de 12,96 g/l.

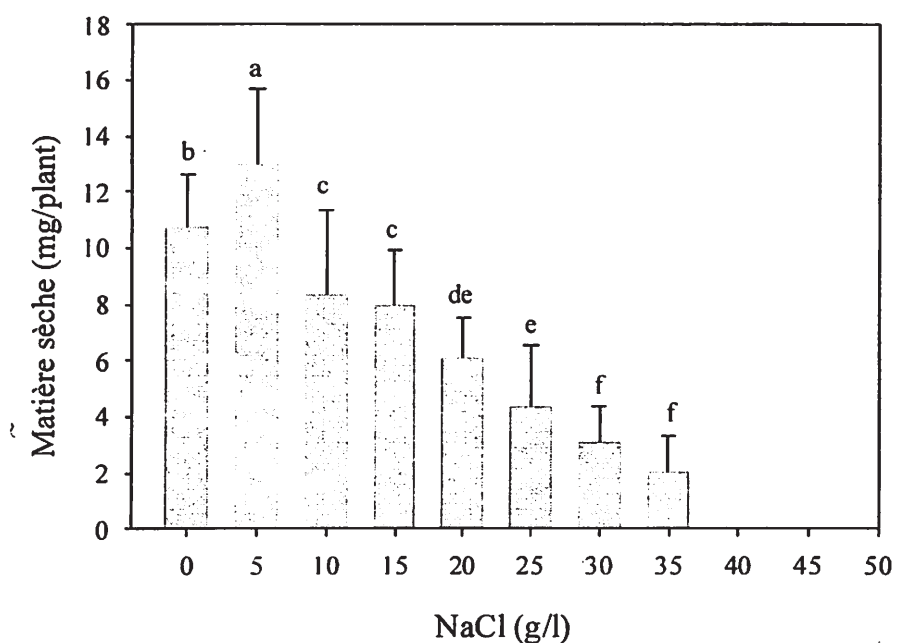


**Figure 2.** Relation entre le taux de germination des graines d'*Atriplex halimus* subsp. *schweinfurthii* et la concentration en NaCl (les points indiquent les valeurs mesurées, la courbe représente la fonction polynomiale du second degré).



### La matière sèche

L'addition du NaCl se manifeste par une augmentation de la matière sèche de la partie aérienne à 5 g/l (figure 3). Cet effet stimulant disparaît à partir de 10 g/l NaCl, où l'on observe une diminution de la quantité de matière sèche produite. Selon le test de Newman et Keuls, le sel affecte négativement la production de la matière sèche d'une manière significative entre 5 et 10 g/l de NaCl.



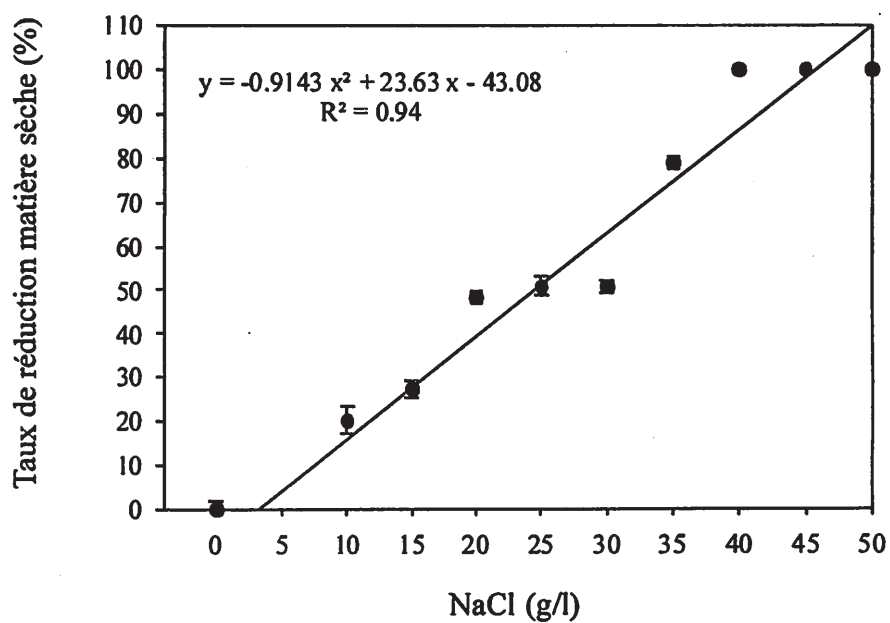
**Figure 3.** Effet des traitements de NaCl sur la matière sèche produite des jeunes plants d'*Atriplex halimus* subsp. *schweinfurthii*, mesurée après 30 jours de culture. Les barres verticales représentent la moyenne  $\pm$  S.E., n=10 ( $P < 0.05$ ).

Pour situer de façon plus précise le seuil de sensibilité de la production de la matière sèche, le taux de sa réduction est calculé par rapport au témoin (y) et en fonction des concentrations croissantes du milieu de culture en NaCl (x). Le taux de réduction de la matière sèche au niveau

de la partie aérienne est illustré par la figure 4, qui présente une relation statistique de forme polynomiale :

$$y = -0.91 x^2 + 23.63 x - 43.08 \quad R^2 = 0.94, \quad n = 10.$$

Selon cette équation, le seuil critique admissible qui provoque une réduction de 25 % de la matière sèche correspond à une concentration de 7,49 g/l NaCl.



**Figure 4.** Evolution du taux de réduction de la matière sèche produite des jeunes plants d'*Atriplex halimus* subsp. *schweinfurthii*, par rapport au témoin et en fonction de la concentration saline du milieu (les points indiquent les valeurs expérimentales).

### Le sodium

La figure 5 montre que la teneur en sodium des tissus de la partie aérienne augmente avec la concentration en NaCl du milieu de culture. Elle augmente très nettement à 5 g/l où sa teneur est multipliée par cinq par rapport au témoin (1,82 % contre 9,33 %), elle se poursuit jusqu'à 35 g/l où le sodium représente 17,26 % de la matière sèche de la partie aérienne.

Au niveau des racines, il se produit une augmentation progressive des teneurs en sodium au fur et à mesure que la concentration en NaCl du milieu de culture augmente. L'augmentation relative la plus forte (5,13 %) est obtenue par le traitement à 35 g/l de NaCl. Globalement, il s'avère que pour tous les traitements, les teneurs en Na<sup>+</sup> enregistrées sont plus importantes au niveau de la partie aérienne que racinaire.

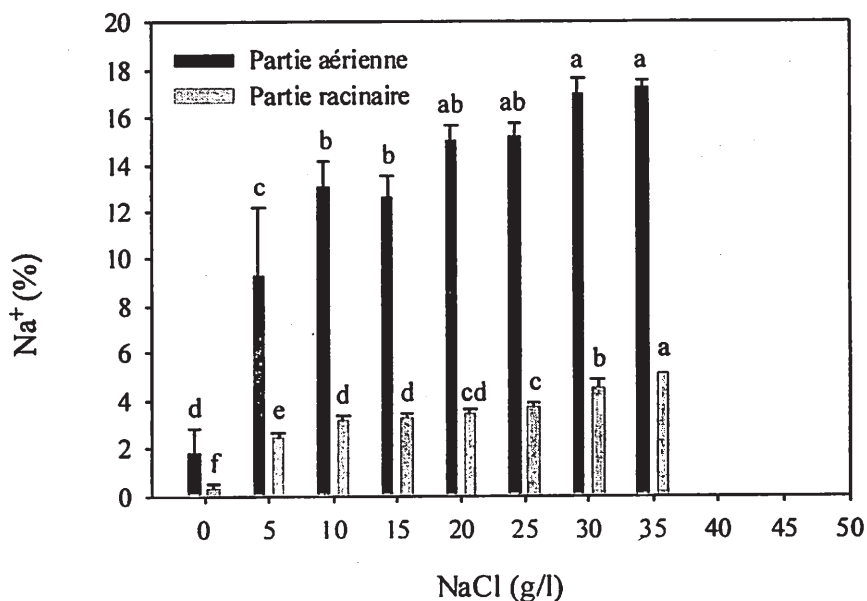
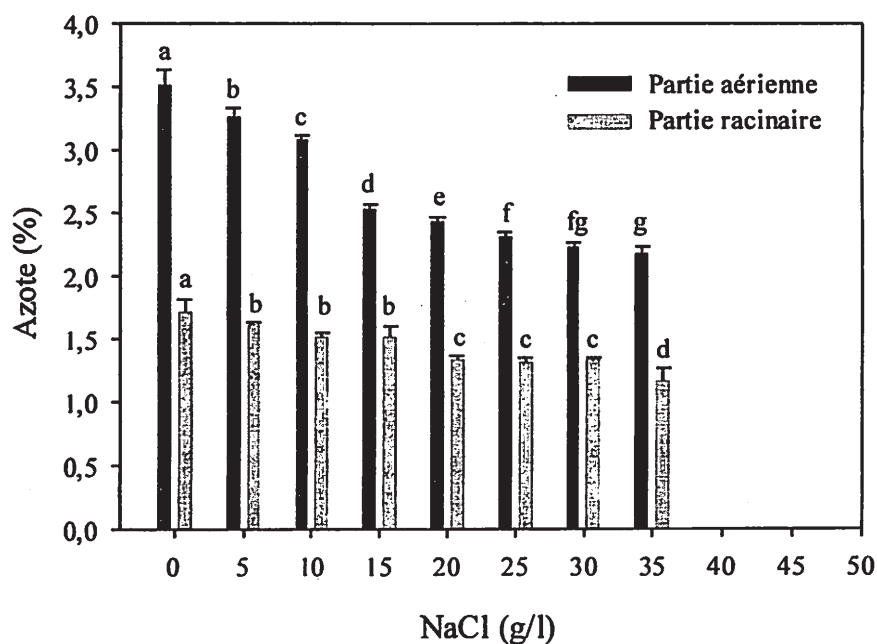


Figure 5. Effet des traitements de NaCl sur la teneur en sodium (Na<sup>+</sup>) des tissus de la partie aérienne et racinaire des jeunes plants d'*Atriplex halimus* subsp. *schweinfurthii*, mesurée après 30 jours de culture. Les barres verticales représentent la moyenne ± S.E., n=3 (P<0.05).

### L'azote

Afin de mettre en évidence l'importance de cet élément dans la détermination de la qualité fourragère de l'*Atriplex halimus*, nous avons déterminé la fraction azotée totale dans la partie aérienne, et également pour un aspect nutritionnel du végétal nous l'avons dosé au niveau racinaire. Les résultats sont illustrés par la figure 6.

Les teneurs enregistrées dans la partie aérienne diminuent progressivement lorsque la concentration du milieu de culture augmente. Dans les tissus racinaires, il se produit une diminution modérée et régulière de la teneur en azote lorsque la concentration en NaCl augmente.



**Figure 6.** Effet des traitements de NaCl sur la teneur en azote des tissus de la partie aérienne et racinaire des jeunes plants d'*Atriplex halimus* subsp. *schweinfurthii*, mesurée après 30 jours de culture. Les barres verticales représentent la moyenne  $\pm$  S.E., n=3 ( $P<0.05$ ).

## DISCUSSION

Chez *Atriplex halimus*, la vitesse et le taux de germination ne sont affectés qu'à partir de 10 g/l NaCl, le taux de germination est à l'ordre de 94 %, ce taux atteint 75 % pour une concentration en NaCl de 12,96 g/l qui correspond à une pression osmotique de 0.782 MPa, soit un potentiel osmotique de 3,89. Ce niveau de potentiel engendré seulement par la pression osmotique correspond au point de flétrissement temporaire (généralement fixé à un pF de 3,70) de la majorité des espèces végétales cultivées. Ce seuil de tolérance chez *Atriplex halimus* est sensiblement plus faible que celui signalé par Thuault (1984) chez *Atriplex arenaria* et *Atriplex littoralis*. Ce seuil de sensibilité (12,96 g/l de NaCl) correspond à une conductivité électrique de 22,34 dS/m à 25°C, soit un niveau de salinité très élevé par rapport au seuil de tolérance de la majorité des espèces végétales cultivées (Maas, 1990). Une concentration de l'ordre de 5 g/l (0.161 MPa) semble stimuler la croissance du végétal (production de la matière sèche aérienne). Au delà de cette concentration, le chlorure de sodium exerce un effet dépressif sur la croissance du végétal. L'analyse des teneurs en sodium montre qu'il s'accumule préférentiellement dans la partie aérienne. Il s'agirait d'une restriction de l'entrée du sodium dans le secteur métabolique actif qui est considérée comme étant un mécanisme fonctionnel de tolérance aux sels solubles (Chen et al., 1998). Par ailleurs, bien que la teneur en matières azotées totales diminue lorsque la concentration saline augmente, la qualité fourragère de l'*Atriplex halimus* est peu affectée. En effet, pour tous les traitements salins étudiés, les valeurs de la matière azotée totale restent supérieures à celle du son d'orge (10,50 %) recherché en zone steppique.

## CONCLUSION

La germination et la production de matière sèche sont relativement tolérantes au stress salin qui provoque une augmentation du taux du sodium. La valeur nutritionnelle, évaluée par la teneur en matière azotée totale de la matière sèche, est peu affectée par la salinité. Ce travail montre qu'*Atriplex halimus* subsp. *schweinfurthii*, qui est un arbuste autochtone à intérêt fourrager, tolère des concentrations salines élevées. Il peut donc être utilisé dans la protection des sols contre l'érosion, dans la valorisation des sols salés, et pour la production fourragère dans les milieux steppiques.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 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.
- CHEN D.M., KEIPER F.J., & DE FILIPPIS F., 1998.-** Physiological changes accompanying the induction of salt tolerance in *Eucalyptus microcorys* shoots in tissue culture. *J. Plant Physiology* 152 : 555-563.
- DJEBAILI S., 1984.-** Steppe Algérienne Phytosociologie et écologie. OPU, Alger 177 p.
- EL-SHATNAWI M.J. & TURUK, M., 2002.-** Dry matter accumulation and chemical content of saltbush (*Atriplex halimus*) grown in Mediterranean desert shrublands. *New Zealand J. Agri. Res.* 45: 139–144.
- HALITIM A., 1988.-** Sols des régions arides d'Algérie. OPU, Alger 384 p.
- hcds., 2001.-** Problématique des zones steppiques Algériennes et perspectives de développement. Rap. Synth. 10 p.
- KHAN M.A., UNGAR I.A., & SHOWALTER A.M., 2000.-** Effects of salinity on growth, water relations and ions accumulation of the subtropical perennial halophyte, *Atriplex griffithii* var. *stockii*. *Annals Botany* 85: 225-232.
- LE HOUEROU H.N., 1995.-** Bioclimatologie et biogéographie des steppes arides du Nord de l'Afrique, Diversité biologique, développement durable et désertisation. *Options méditerranéennes*.10 : 1-397.
- MAAS E.V., 1990.-** Crop salt tolerance. Engineering practice. *ASCE (New York)* 71: 262-304.
- MARGARA I., 1982.-** Bases de multiplications végétatives, les méristèmes et l'organogenèse. Ed. INRA, Paris 262 p.
- MOREL G., & WETMORE R.H., 1951.-** Fern callus tissue culture. *Amer. J. Botany* 38 : 141-143.
- MURASHIGE T., & SKOOG F., 1962.-** A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture. *Physiol. Plantarum* 15 : 473-497.

- NEDJIMI B. & DAOUD Y., 2006.-** Effect of Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> on the growth, water relations, proline, total soluble sugars and ion content of *Atriplex halimus* subsp. *schweinfurthii* through in vitro culture. *Anales Biologia* 28 : 35–43.
- NEFZAOUI A., & CHERMITI A., 1991.-** Place et rôles des arbustes fourragers dans les parcours de zones arides et semi-arides de la Tunisie. *Options méditerranéennes* 16: 119-125.
- POURRAT Y., & DUTUIT P., 1993.-** Effects of the sodium and calcium concentrations on the in vitro growth of *Atriplex halimus* L. plantlets. *J. Plant nutrition* 16: 1417-1429.
- THUAULT R., 1984.-** Cultures d'organes et rhizogénèse de deux hlophytes *Atriplex arenaria* W. et *Atriplex littoralis* L. Thèse Doct. 3<sup>ème</sup> cycle, Biol Végét, Univ. Caen. ; 194 p.