

IMPACTS DE LA CONCENTRATION ET DU TYPE DE SEL SUR LE POTENTIEL GERMINATIF ET LA PRODUCTION DE BIOMASSE CHEZ L'ORGE (*HORDEUM VULGARE*)

A.MASMOUDI, A.HEMEIR, M.BENAISSA

Département d'agronomie Biskra
masmoudi2001@yahoo.com

RÉSUMÉ

La présente étude a pour objectif de déterminer l'effet de la salinité représentée par la concentration et le type de sels sur la germination et la croissance de l'orge. Les sels utilisés sont : NaCl, KCl, MgSO₄ et Na₂SO₄ avec les doses 6, 12 et 18g/l combinées avec des doses 0, 0.5 et 1g/l d'un amendement calcique représenté par CaCl₂ et CaSO₄. Les paramètres étudiés sont le taux de germination, et la production de la biomasse qui comporte la partie aérienne et la partie racinaire. Les résultats obtenus montrent que l'augmentation de la salinité est néfaste sur les paramètres cités : diminution du taux de germination, réduction de la croissance de la partie aérienne et racinaire et une chute de la production de la matière fraîche. Cependant l'amendement calcique a montré un effet remarquable sur le végétal par rapport aux traitements non amendés en allégeant l'effet inhibiteur des sels. Concernant l'effet du type de sel, il semble que les sels KCl, MgSO₄ et Na₂SO₄ apparaissent moins toxiques que NaCl.

MOT CLES: orge, dose de sel, type de sel, amendement calcique.

ABSTRACT

This study is designed to determine the effect of salinity concentration and the type of salts on the germination and growth of barley. The salts used are: NaCl, KCl, MgSO₄ and Na₂SO₄ with doses 6, 12 and 18 g/l combined with doses 0, 0.5 and 1 g/l of calcium amendment represented by CaCl₂ and CaSO₄. The parameters studied are the germination rate, and production of biomass that has the air and the root part. The results obtained show that the increase in salinity is harmful on the quoted parameters: decrease in germination rate, reduction in the growth of the aerial and root part and a fall of the production of the fresh material. However the calcium amendment has shown a remarkable effect on the plant compared to treatments not amended by easing the inhibitory effect of salts. Concerning the effect of the type of salt, it seems that NaCl appear less toxic than KCl, MgSO₄ and Na₂SO₄ salts.

KEY WORDS: barley, salt dose, type of salt, calcium amendment

1 INTRODUCTION

La salinité du sol et de l'eau constitue le problème majeur dans beaucoup de pays du monde (SZABOLOCS, 1979) Les sols salés sont caractérisés généralement par des propriétés physiques, chimiques, et biologiques défavorables à la croissance des végétaux. En effet, les sels provenant de l'eau d'irrigation s'accumulent dans le sol en provoquant l'augmentation de la pression osmotique et diminuent en conséquence la disponibilité de l'eau pour les plantes (SCHLEIFF, 1979 ; CHARTZOULAKIS, 2003), ce qui résulte une réduction de la croissance (BERTRAND, 1981 ; BEN NACEUR, 2001 ; CUARTERO et al, 2003 ; FLOWERS et al, 2003 ; SLAMA, 2004 ; KADRI et al, 2009). En plus de l'effet osmotique général, il a été retenu que les concentrations excessives de sel ont une action perturbatrice sur la physiologie des plantes soit par un effet

direct de toxicité d'ions déterminés, soit par l'apparition de désordres nutritionnels provoqués par l'action de certains ions sur l'absorption et le métabolisme des éléments nutritifs (BOUGENDRE, 1973). D'une façon générale la relation entre le rendement relatif des cultures et la salinité est à peu près linéaire sur la base de comparaison entre le rendement de la même culture en sols salé et non salé (KATERJI, 1995). La tolérance des plantes vis-à-vis des sels varie avec leur stade de développement. D'une manière générale, elles sont beaucoup plus sensibles aux premières phases de la végétation en particulier la germination et l'émergence. Le problème principal des céréales dans la région aride est la salinité. La recherche dans ce domaine a une grande importance pour le développement des cultures céréalières dans cette région. L'objectif de notre travail est de déterminer l'effet de la concentration, du type de sels et l'amendement calcique ajoutée sur la germination et la

croissance de l'orge.

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

L'essai est réalisé dans des boîtes de pétri en plastique de 4.5cm de diamètre, un papier filtre est posé sur la base de chaque boîte. Vingt graines d'orge variété *Soufara* ont été introduites dans chaque boîte et irriguées ensuite par les solutions salées. La dose d'irrigation est 5 à 10 ml pour chaque 2 à 3 jour selon le besoin observé. Le taux de germination final a été déterminé à la fin des 15 jours ainsi

que les mesures de la partie aérienne, la partie racinaire et la production de la matière fraîche. Soixante solutions salées préparées sont utilisées dans cette expérimentation. Les sels utilisés sont NaCl(NC), KCl, MgSO₄(MGS) et Na₂SO₄(NS) avec les doses de 6, 12 et 18g/l. Deux (02) sources de Ca sont également utilisées comme amendement calcique CaCl₂(cc) et CaSO₄(sc) avec 03 doses 0, 0.5 et 1g/l (tab1). Le dispositif utilisé est split plot avec 60 traitements et 03 répétitions.

Tableau 1: Les traitements de l'essai

6g/l				12g/l				18g/l			
NaCl	KCl	Na ₂ SO ₄	MgSO ₄	NaCl	KCl	Na ₂ SO ₄	MgSO ₄	NaCl	KCl	Na ₂ SO ₄	MgSO ₄
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.5cc	0.5cc	0.5cc	0.5cc	0.5cc	0.5cc	0.5cc	0.5cc	0.5cc	0.5cc	0.5cc	0.5cc
0.5sc	0.5sc	0.5sc	0.5sc	0.5sc	0.5sc	0.5sc	0.5sc	0.5sc	0.5sc	0.5sc	0.5sc
1cc	1cc	1cc	1cc	1cc	1cc	1cc	1cc	1cc	1cc	1cc	1cc
1sc	1sc	1sc	1sc	1sc	1sc	1sc	1sc	1sc	1sc	1sc	1sc

3 RÉSULTATS ET DISCUSSION

3.1 Taux de germination

3.1.1 Effet de la dose des sels

La germination des semences est le principal facteur limitant la vie des plantes sous les conditions salines (AL-KARAKI, 2001). A travers l'analyse statistique, on observe que la dose des sels a un effet moyen significatif. Elle a donné trois groupes homogènes (fig 1). La dose 6g/l présente le taux de germination le plus élevé (87.33%), cependant la dose 18g/l présente le taux le plus faible (59.83%). L'augmentation de la salinité a un effet négatif sur le taux de germination (GHULAM et al, 1997 ; DUAN et al, 2004 ; TAVILI et BINIAZ, 2009).

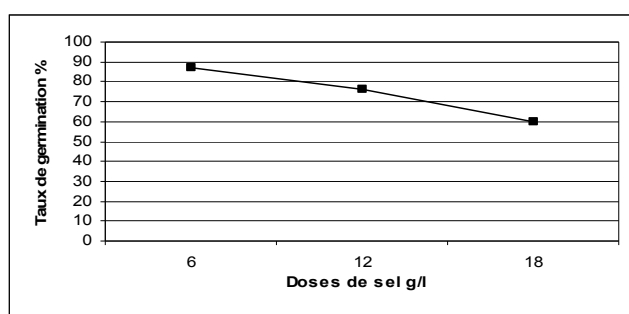


Figure 1: Evolution du taux de germination en fonction des doses des sels

3.1.2 Effet du type de sel

Les résultats obtenus montrent qu'il y a un effet significatif moyen exprimé par trois groupes homogènes (fig 2). MgSO₄

et Na₂SO₄ constituent le premier groupe. MgSO₄ possède le taux de germination le plus élevé (84.33%), par contre NaCl présente le taux le plus faible (62.89%), ce qui signifie probablement que l'absorption de l'eau est mieux dans les sels sulfatés que les sels chlorurés. D'autre part, le taux de germination en KCl est plus élevé qu'en NaCl du fait que le K réduit l'effet négatif de Cl plus que le Na (TAVILI et BINIAZ, 2009). En conséquence, l'effet de NaCl semble plus nuisible que KCl (TAWARE et al, 2009).

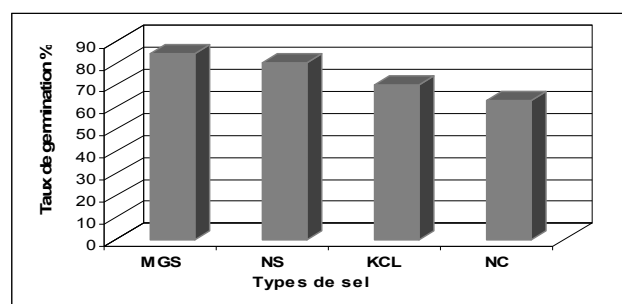


Figure 2: Evolution du taux de germination en fonction du type de sel

3.1.3 Interactions

Les traitements 6 Na₂SO₄, 6MgSO₄ et 12Na₂SO₄ présentent les taux de germination les plus élevés avec les amendements « 0.5cc », « 0.5cc » et « 1cc » respectivement avec (93.33%). Cependant le traitement 18 NaCl présente le taux de germination le plus faible chez l'amendement « 1sc » (23.33%) (fig 3). Mais l'interaction est significative entre dose de sel-type de sel, on remarque que : 6 MgSO₄, 6 NaCl, 6 KCl, 12MgSO₄, 6 Na₂SO₄, 12 Na₂SO₄, 18MgSO₄, 18 Na₂SO₄ et 12 KCl constituent le premier groupe.

Donc, on peut noter que lorsque la concentration de NaCl dépasse 6 g/l, devient toxique, par contre on remarque que même la concentration la plus élevée 18 g/l de MgSO₄ et de Na₂SO₄ donne des bons résultats par rapport aux autres traitements et même significatif par rapport à 12 g/l de NaCl. En effet, la salinité élevée inhibe la germination des semences par osmose ou toxicité spécifique (WAISEL, 1972 in TAVILI et BINIAZ, 2009)

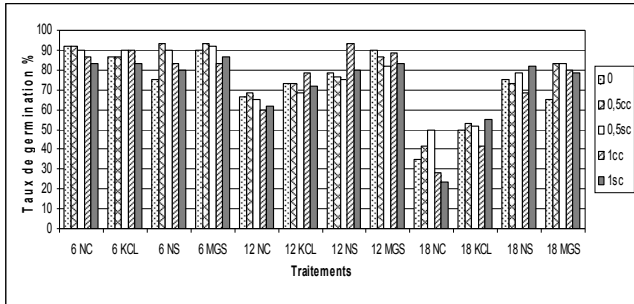


Figure 3 : Evolution du taux de germination des traitements

3.2 Partie aérienne

3.2.1 Effet de la dose des sels

La dose des sels a un effet significatif moyen caractérisé par trois groupes homogènes (fig 4). La dose 6g/l présente la plus longue partie aérienne (7.12cm), cependant la dose 18g/l présente la longueur la plus courte (3.78cm). Donc il y a une influence claire de la salinité sur la croissance de la partie aérienne où l'augmentation de la salinité réduit la hauteur des plantes (CARTER et al, 2005 ; AZADGOLEH et YASARI, 2007 ; TAWARE et al, 2009).

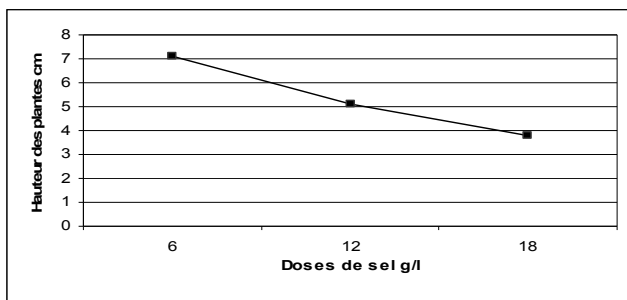


Figure 4: Evolution de la partie aérienne en fonction des doses des sels

3.2.2 Effet du type de sel

Le test de NEWMAN et KEULS indique qu'il y a deux groupes homogènes (fig 5). MgSO₄ et KCl constituent le premier groupe, le MgSO₄ possède la plus longue partie aérienne (5.82 cm) suivi de KCl, par contre NaCl présente la partie aérienne la plus courte (4.75 cm). Ceci peut s'expliquer par le rôle de Mg et K dans le développement de la partie aérienne d'une part, et l'effet néfaste de Na d'autre part. Car ce dernier soit dans le traitement NaCl ou Na₂SO₄

peut s'accumuler dans la plante et réduire en conséquence sa croissance (YOKAS et al, 2007).

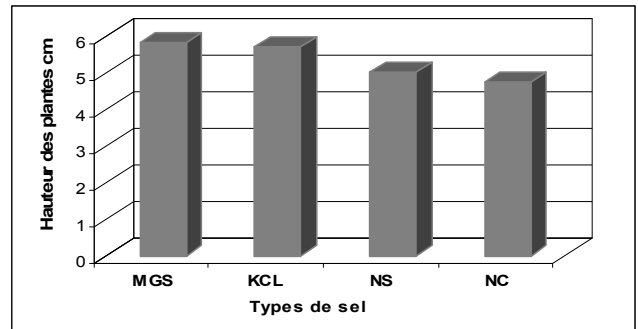


Figure 5: Evolution de la partie aérienne en fonction du type de sel

3.2.3 Effet de l'amendement calcique

L'analyse de la variance montre un effet moyen significatif et remarquable de l'amendement calcique par rapport au traitement non amendé malgré l'augmentation de la concentration dans le milieu. (fig 6). En effet, l'addition de Ca améliore la croissance des plantes sous stress salin (CRAMER et al, 1990)

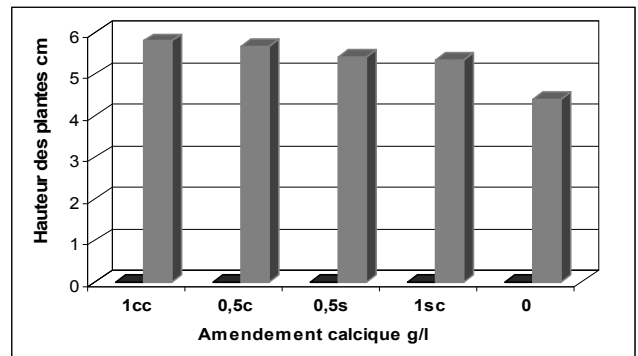


Figure 6: Evolution de la partie aérienne en fonction d'amendement

3.2.4 Interactions

Le traitement 6 KCl présente la partie aérienne la plus longue avec l'amendement « 0.5 cc » avec (8.82cm), cependant le traitement 18 NaCl présente la longueur la plus courte chez l'amendement « 0 » avec (2.17cm) (fig 7).

Comme dans le cas du taux de germination on a remarqué que la concentration la plus élevée de MgSO₄ (18 g/l) est significativement supérieure que le traitement 12 NaCl. Mais il faut signaler aussi que la concentration la plus faible de NaCl (6 g/l) se place en tête de liste avec 6 KCl dans l'interaction dose des sels-type de sel.

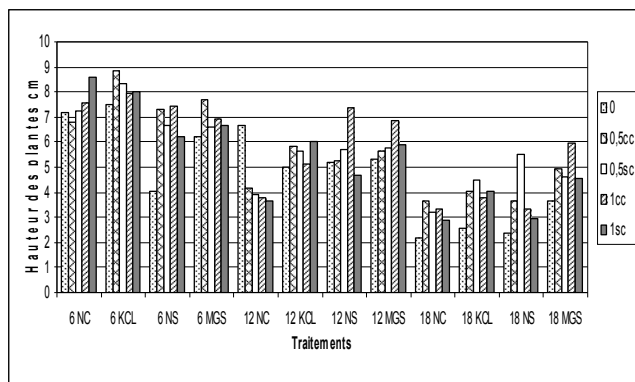


Figure 7: Evolution de la partie aérienne des traitements

3.3 Partie racinaire

3.3.1 Effet de la dose des sels

L'analyse de la variance indique qu'il y a des différences significatives exprimées par trois groupes homogènes selon les résultats obtenus.

Comme dans le cas du taux de germination et la partie aérienne, l'évolution est en fonction des doses. La dose 6g/l présente la partie racinaire la plus longue (4.21cm), cependant la dose 18g/l présente la longueur la plus courte (2.33cm)(fig 8). Comme le résultat trouvé par TAVILI et BINIAZ (2009) l'effet de l'augmentation de la salinité est significatif sur la longueur des racines de l'orge.

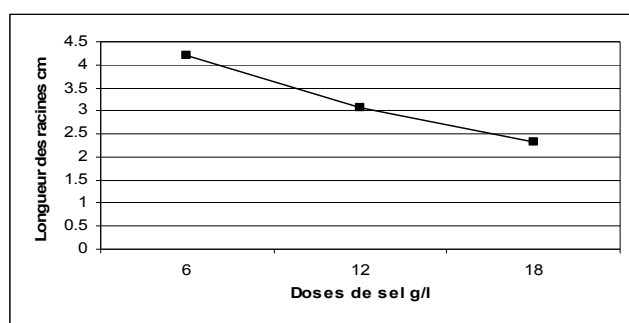


Figure 8 : Evolution de la partie racinaire en fonction des doses des sels

3.3.2 Effet du type de sel

Le test statistique indique qu'il y a trois groupes homogènes. Le KCl présente la partie racinaire la plus longue (4.28cm), par contre $MgSO_4$ présente la partie racinaire la plus courte (1.79cm)(fig 9). Il est à noter que $MgSO_4$ a donné la meilleure longueur de la partie aérienne et aussi le meilleur taux de germination ; on peut dire qu'à travers nos résultats $MgSO_4$ a un effet négatif sur l'enracinement. En effet, Mg a un effet toxique sur les racines plus que le Na (TOBE et al, 2002).

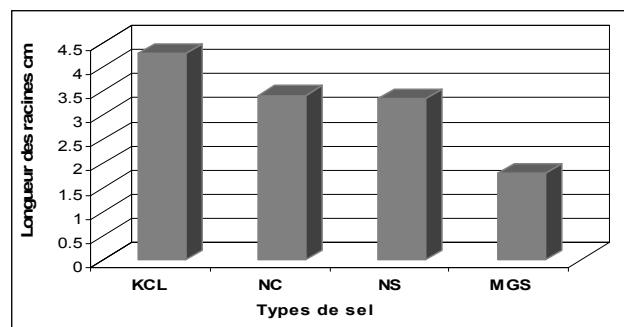


Figure 9 : Evolution de la partie racinaire en fonction de type de sel

3.3.3 Effet de l'amendement calcique

D'après l'étude statistique on remarque quatre groupes homogènes. L'amendement « 0.5sc » présente la partie racinaire la plus longue (3.72 cm), cependant la partie racinaire la plus courte a été enregistrée chez l'amendement « 0 » avec (2.04 cm)(fig 10)

Comme nous avons déjà signalé l'importance de l'amendement calcique dans la partie aérienne, il a un effet important aussi dans la partie racinaire, et en plus il ya des différences entre les amendements. 0.5sc se place en tête de groupe avec 1sc ce qui montre l'importance du Ca et surtout le Ca du $CaSO_4$. Donc le Ca peut alléger l'effet inhibiteur de NaCl et contribue en conséquence à l'amélioration de la croissance des racines (CRAMER et al, 1989 ; ZHONG et LAUCHLI, 1993 ; COLMER et al, 1996). Ainsi que LOPEZ et SATTI (1996) ont trouvé que l'addition de Ca à une solution nutritif salée augmente la longueur des racines malgré l'augmentation de la concentration car la toxicité du Ca est très faible.

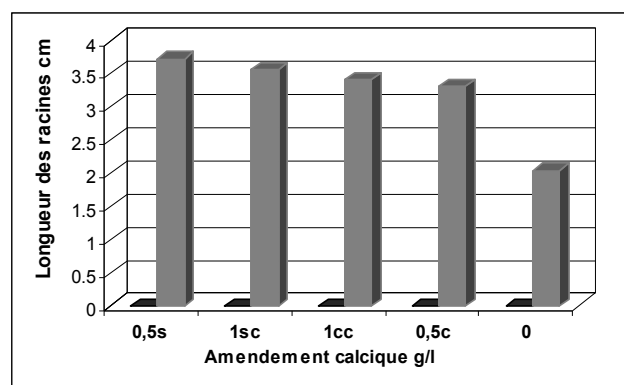


Figure 10 : Evolution de la partie racinaire en fonction d'amendement

3.3.4 Interactions

Le traitement 6 NaCl présente la plus longue partie racinaire chez l'amendement « 1 sc » avec (6.08 cm), cependant le traitement 18 $MgSO_4$ présente la longueur la plus courte chez l'amendement « 0 » avec (0.26 cm) (fig 11) en interaction dose de sel-type de sel- amendement. Mais

l'effet moyen du KCl en interaction dose de sel-type de sel et KCl « 0.5sc » en interaction type de sel-amendement restent toujours en tête de groupe ; même la concentration la plus élevée du KCl (18 g/l) se classe au même groupe avec 6 g/l MgSO₄.

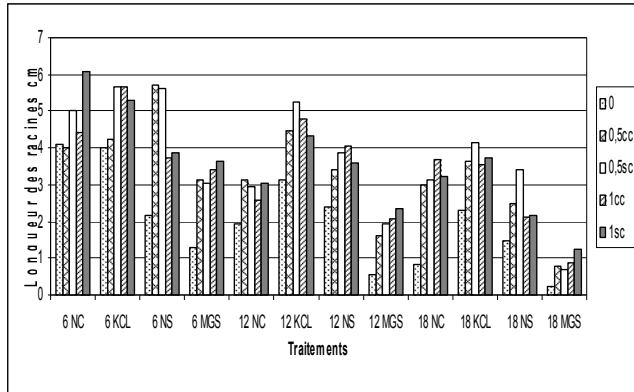


Figure 11: Evolution de la partie racinaire des traitements

3.4 Matière fraîche

3.4.1 Effet de la dose des sels

L'analyse de la variance indique qu'il y a des différences significatives exprimées par trois groupes homogènes selon les résultats obtenus. La dose 6g/l présente le taux de production de la matière fraîche le plus élevé (3.69 g), cependant la dose 18g/l présente le taux de production le plus faible (1.67 g). Donc l'augmentation de la salinité diminue la production de la matière fraîche de l'orge (GHULAM et al, 1997) et ceci est vraisemblablement la conséquence de la diminution de l'alimentation hydrique des plantes (fig 12).

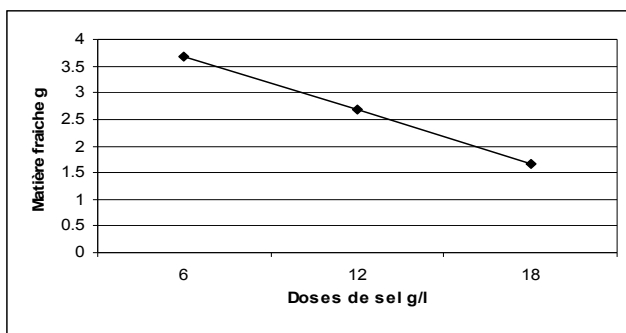


Figure 12 : Production de la matière fraîche en fonction des doses des sels

3.4.2 Effet du type de sel

L'analyse de la variance indique qu'il n'y a pas de différences significatives entre les sels. Le KCl a le taux de production de la matière fraîche le plus élevé (2.89 g), cependant, le taux le plus faible a été enregistré chez NaCl

avec (2.53 g) (fig 13). Malgré qu'il n'y a pas de différences significatives, il semble que la tolérance au KCl est plus élevée que NaCl (TAVILI et BINIAZ, 2009)

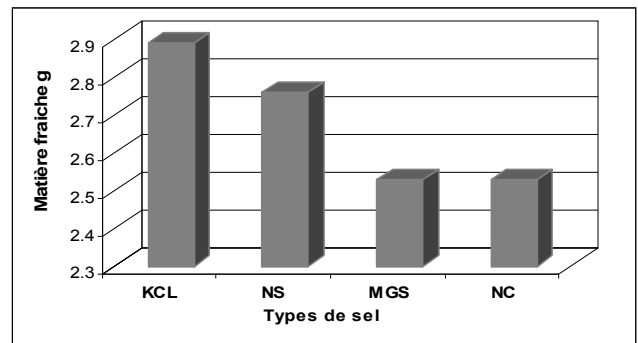


Figure 13: Production de la matière fraîche en fonction du type de sel

3.4.3 Effet de l'amendement calcique

Le test statistique indique qu'il y a deux groupes homogènes. Comme la partie aérienne et racinaire, l'amendement calcique a un effet significatif sur la production de la matière fraîche par rapport au traitement non amendé (fig 14). Ceci peut s'expliquer par l'effet du Ca qui allège l'effet négative de la salinité (BLISS et al, 1986 ; JALEEL et al, 2007) suite à son rôle dans l'équilibre ionique et le maintien de la perméabilité sélective de la membrane (AKHAVAN et al, 1991).

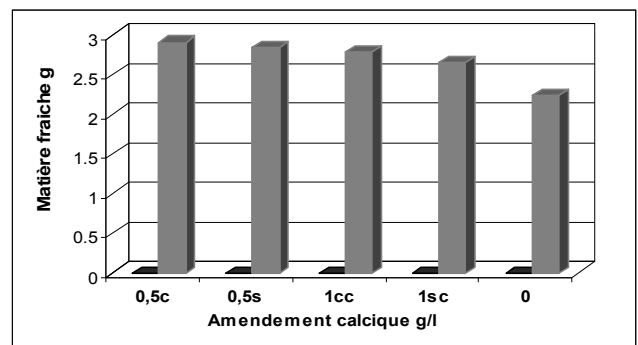


Figure 14: Production de la matière fraîche en fonction d'amendement

3.4.4 Interactions

Le traitement 6 Na₂SO₄ présente le taux de production de matière fraîche le plus élevé chez l'amendement « 0.5cc » avec (4.32g), cependant le traitement 18 NaCl présente le taux le plus bas chez l'amendement « 1s » avec (0.66g) (fig 15), ce qui illustre l'effet néfaste des doses élevées de NaCl sur la production de matière fraîche. L'effet moyen en interaction dose de sel-type de sel montre la supériorité des doses faibles (6 g/l) pour les différents types de sels.

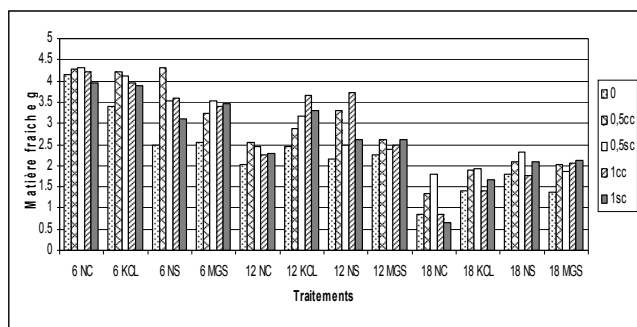


Figure 15 : Production de la matière fraîche des traitements

4 CONCLUSION

Nos résultats ont montré que l'augmentation des doses de sels a un effet négatif sur les paramètres étudiés de l'orge : diminution du taux de germination, réduction de la croissance de la partie aérienne et racinaire et une chute de la production de la matière fraîche. Ceci se ressemble avec les résultats de RAHMAN et al (2008). La dose la plus faible 6 g/l a donné les meilleurs résultats. Concernant l'effet du type de sel, on a observé que $MgSO_4$ et Na_2SO_4 sont les meilleurs pour la germination des semences d'orge, cependant, $MgSO_4$ et KCl donnent les meilleurs résultats pour le développement de la partie aérienne. En revanche, NaCl se classe en dernier groupe pour les deux paramètres cités ci-dessus. Le KCl contribue à un bon enracinement, au contraire l'effet du $MgSO_4$ est nocif sur l'enracinement. L'effet du type de sel est non significatif sur la production de la matière fraîche malgré la supériorité du KCl.

Les amendements calciques n'agissent pas significativement sur la germination de l'orge, mais ils ont un effet très remarquable et significatif par rapport au traitement non amendé (0) sur la partie aérienne, racinaire et la production de la matière fraîche en allégeant l'effet inhibiteur des sels (SHAIKH et al, 2007). On note que l'enracinement de l'orge est influencé surtout par l'amendement calcique sulfaté. Enfin, on peut dire que les sels : KCl, $MgSO_4$ et Na_2SO_4 apparaissent moins toxiques que NaCl.

RÉFÉRENCES

- [1] AKHAVAN M., CAMPBELL W.F., JURINAK J.J., DUDLEY L.M., 1991 Effects of $CaSO_4$, $CaCl_2$ and NaCl on leaf nitrogen, nodule weight and acetylene reduction activity in *Phaseolus vulgaris*. *Arid land research and management* 5, 2, 97-103.
- [2] AL-KARAKI G.N., 2001 Germination, sodium, and potassium concentrations of barley seeds as influenced by salinity. *Journal of plant nutrition* 24 (3), 511-522
- [3] AZADGOLEH E., YASARI E., 2007 Wheat and barley response to salinity stress. *Ecology, Environment and Conservation* 3, (13), 453-458.
- [4] BENNACEUR M., RAHMOUNE C., SDIRI H., MEDDHI M.L., SELMI M., 2001 Effet du stress salin sur la germination, la croissance et la production en grains de quelques variétés maghrébines de blé. *Sècheresse* 12, 3, 167 – 174.
- [5] BERTRAND R., 1981 Sols salsodiques et cultures irriguées avec des eaux salines. Ed. GERDAT – IRAT, 44P.
- [6] BLISS R.D., PLATT-ALOIA K. A., THOMSON W. W., 1986 The inhibitory effect of NaCl on barley germination. *Plant, Cell and Environment*. 9, (9), 727–733.
- [7] BOUGENDRE A., 1973 Utilisation des eaux salées pour l'irrigation. Mémoire ESAT.
- [8] CHARTZOULAKIS K., 2003 The use of saline water for irrigation of olives: effects on growth physiology and oil quality. *Proceeding of an international workshop: sustainable strategies for irrigation*, 160-171.
- [9] CUARTERO J., GOMEZ M.L., ROMERO R., RENIA A., CARO M., PERES F., 2003 Effects of salinity on tomato crop approach to reduce deleterious effects. *Proceeding of an international workshop: sustainable strategies for irrigation*, 46-58.
- [10] CARTER C.T., GRIEVE C.M., POSS J.A., 2005 Salinity effects on emergence, survival, and ion accumulation of *Limonium perezii*. *Journal of plant nutrition* 7, (28), 1243-1257.
- [11] COLMER T.D., FAN T.W.M., HIGASHI R.M., LAUCHLI A., 1996 Interactive effects of Ca^{2+} and NaCl salinity on the ionic relations and proline accumulation in the primary root tip of sorghum bicolor. *Physiologia Plantarum* 3, (97), 421-424.
- [12] CRAMER G., EPSTEIN E., LÄUCHLI A., 1989 Na-Ca interactions in barley seedlings: relationship to ion transport and growth. *Plant, Cell and Environment* 5 (12) 551-558.
- [13] CRAMER G.R., EPSTEIN E., LAUCHLI A., 1990 Effects of sodium, potassium and calcium on salt-stressed barley. *Physiologia Plantarum*, 80, 83–88.
- [14] DUAN D., LIU X., KHAN M. A., GUL B., 2004 Effects of salt and water stress on the germination of *Chenopodium glaucum* seed. *Pak. J. Bot.* 36, (4), 793-800.
- [15] FLOWERS T.J., FLOWERS S.A., YEO A.R., CUARTERO J., BOLARIN M.C., 2003 Saltmed: a summary of the project. *Proceeding of an international workshop: sustainable strategies for irrigation*, 9-18.
- [16] GHULAM H., AL-JALOUUD A.A., AL-SHAMMARY S.A., KARIMULLA S., AL-ASWAD S.O., 1997 Effect of saline irrigation on germination and growth parameters of barley. *Agricultural water management* 34, 125-135.
- [17] JALEEL C.A., MANIVANNAN P., SANKAR B., KISHOREKUMAR A., PANNEERSELVAM R., 2007 Calcium chloride effects on salinity-induced oxidative stress, proline metabolism and indole alkaloid accumulation in *Catharanthus roseus*. *C. R. Biologies* 330, 674–683.

- [19] KADRI K., MAALAM S., CHEIKH M.H., BENABDALLAH A., RAHMOUNE S., 2009 Effet du stress salin sur la germination, la croissance et la production en grains de quelques accessions tunisiennes d'orge. *Science et technologie C* 29, 72-79.
- [20] KATERJI N., 1995 Réponse des cultures à la contrainte hydrique d'origine saline, approches empiriques et mécanistes. *Académie d'agriculture de France*, 81, 2. 73 – 86.
- [21] LOPEZ M.V, SATTI S.M.E., 1996 Calcium and potassium-enhanced growth and yield of tomato under sodium chloride stress. *Plant science* 114, 19-27.
- [22] RAHMAN M., SOOMRO U. A., ZAHOR U.M., GUL S., 2008 Effect of NaCl salinity on wheat cultivars. *World Jour.of agric. Sci.* 4, (3), 398-403.
- [23] SHAIKH F., GUL B., LI W.Q., LIU X., KHAN M. A., 2007 Effect of calcium and light on the germination of *Urochondra setulosa* under different salt. *Journal of Zhejiang univ. sci. B.* 8, (1), 20-26.
- [24] SCHLEIFF U., 1979 Salt contents in the Rhizosphere and in soil solution outside the Rhizosphere under controlled irrigation. In. *soils in Mediterranean type climates and their yield potential. Proceedings IPI. Spain*, 93 - 98.
- [25] SLAMA F., 2004 La salinité et la production végétale. Centre de publication universitaire, Tunis, 163P.
- [26] SZABOLCS I., 1979 The limitation of potential yield by salinity and alkalinity of soils with particular reference to the mediterranean regions. In. *soils in Mediterranean type climates and their yield potential. Proceedings IPI. Spain.* 121 - 123.
- [27] TAVILI A., BINIAZ M., 2009 Different salts effects on the germination of *Hordeum vulgare* and *Hordeum bulbosum*. *Pakistan journal of nutrition* 8, (1), 63-68.
- [28] TAWARE S. D., TAWARE A. S., CHAVAN A. M., MUKADAM D. S., 2009 Wheat and salinity : Response of different concentrations of NaCl and KCl. *Biosciences biotechnology research Asia*, 1, (6), 313-316.
- [29] TOBE K., LI X., OMASA K., 2002 Effects of sodium, magnesium and calcium salts on seed germination and radicle survival of a halophyte, *Kalidium caspicum* (*Chenopodiaceae*). *Australian journal of botany* 50 (2), 163-169
- [30] YOKAS I., TUNA L. A., BURUN B., ALTUNLU H., ALTAN F., KAYA C., 2008 Responses of the tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) plant to exposure to different salt forms and rates. *Turk J Agric* 32, 319-329.
- [31] ZHONGH., LÄUCHLI A., 1993 Spatial and temporal aspects of growth in the primary root of cotton seedlings: Effects of NaCl and CaCl₂. *Journal of experimental botany* 4, (44), 763-771.