

# EFFET DES SELS SOLUBLES SUR LA PRODUCTION DE LA BIOMASSE ET L'ABSORPTION DES ELEMENTS MINERAUX CHEZ LA CULTURE DE L'ORGE (VARIETE SAIDA).

**TAHRAOUI S., ABDELAOUI I., MASMOUDI A**

Département d'agronomie, Université Mohamed Khider Biskra  
[souadtahraoui89@gmail.com](mailto:souadtahraoui89@gmail.com)

**Résumé :** Notre travail vise à étudier l'impact de différents types de sels avec différentes doses sur la germination et la croissance en présence de l'amendement calcique  $\text{CaCl}_2$  sur la culture de l'orge (variété saida). Les sels utilisés sont :  $\text{NaCl}$ ,  $\text{KCl}$ ,  $\text{MgSO}_4$  et  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  avec les doses (6, 8 et 10g/l), combinées avec des doses (0, 0,25, 0,5, 1, 1,5g/l) de l'amendement calcique  $\text{CaCl}_2$ . Les résultats obtenus montrent que l'augmentation de la dose de sel est néfaste sur les paramètres étudiés. Concernant l'effet du type de sel, il semble que les sels  $\text{KCl}$ ,  $\text{MgSO}_4$  et  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  apparaissent moins toxiques que  $\text{NaCl}$  sur le taux de germination et la croissance de la partie aérienne, mais la partie racinaire et la production de la matière fraîche sont affectées particulièrement par  $\text{MgSO}_4$ . Le stress salin diminue la teneur des plantes de l'orge en Mg et K ainsi que le Na dans le cas des fortes doses en sel, La teneur en éléments minéraux varie en fonction de type de sels. La présence de  $\text{CaCl}_2$  dans le milieu a un effet important sur la teneur de l'orge Na.

**Mots clés :** L'orge, Sels solubles, Saida, Eléments minéraux.

## تأثير الأملاح القابلة للذوبان على إنتاج الكتلة الحيوية وامتصاص العناصر المعدنية عند نبات الشعير (نوع سعيدة)

**ملخص:** قمنا بهذا العمل لدراسة تأثير نوع الملح مع مختلف التراكيز في وجود محسن كالسيوم على الانتاش والنمو و علي امتصاص العناصر المعدنية من طرف نبات الشعير (صنف سعيدة). الأملاح المستعملة كلورور الصوديوم, سولفات الصوديوم, سولفات المغنيزيوم و كلورور الكالسيوم مع التراكيز (6,8, 10 غ/ل) مضافة مع التراكيز (0, 0,25, 0,5, 1, 1,5 غ/ل) للمحسن الكالسيوم. النتائج المتحصل عليها تبين أن زيادة تراكيز الأملاح لها تأثير على الانتاش. ضعف نمو الجزء الهوائي و الجذور, وكذلك وزن المادة الرطبة, فيما يخص تأثير نوع الملح يظهر أنه سولفات الصوديوم, سولفات المغنيزيوم و كلورور الكالسيوم أقل ضرر من كلورور الصوديوم على الانتاش و كذلك نمو الجزء العلوي لكن الجذور تتأثر سلبا بوجود سولفات المغنيزيوم للملوحة تأثير على محتوى هذه النباتات للعناصر المعدنية و التي تؤدي الي نقص في محتواها من البوتاسيوم و كذلك الصوديوم في حالات التراكيز العالية, يتغير محتوى الشعير من العناصر المعدنية بتغير نوع الملح, تواجد المحسن الكالسيوم في الوسط له تأثير على محتوى نبات الشعير من الصوديوم.

**كلمات دالة:** الشعير, تركيز الاملاح, نوع الملح, محسن كالسيوم.

## 1. INTRODUCTION

La tolérance des plants cultivés vis-à-vis de la salinité varie largement en fonction de l'espèce, de la variété, du stade végétatif et des facteurs liés au milieu (température, humidité, intensité de la lumière, et fertilité) [1]. D'une manière générale, elles sont beaucoup plus sensibles aux premières phases de la végétation en particulier la germination et l'émergence [2]. D'après Ouhaddachet *al* [3] 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, a ce stade, la germination est souvent limitée par la salinité du sol et se montre plus sensible que les autres stades. La tolérance des végétaux aux sels est un phénomène complexe qui implique des particularités morphologiques et développementales avec des mécanismes physiologiques et biochimiques variés [4]. Les céréales font face à la salinité en excluant les ions du  $\text{Na}^+$  à partir des pousses. Généralement, le blé tendre est plus tolérant au sel que le blé dur (*Triticum durum* Desf.) alors que l'orge (*Hordeum vulgare* L.) est plus tolérant que les deux précédentes espèces [3]. L'objectif de notre travail est de déterminer l'effet de la concentration, du type de sels et l'amendement calcique ajouté sur la germination et la croissance de l'orge.

## 2. MATERIELS ET METHODES

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. quarante graines d'orge variété Saida ont été introduites dans chaque boîte et irriguées ensuite par des solutions salées. La dose d'irrigation est de 5 à 10 ml pour chaque 1 à 2 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. Les analyses des éléments minéraux ont été effectuées sur les plantules de l'orge, et portent sur la détermination des teneurs en ( $Mg^{++}$ ,  $Na^+$ ,  $K^+$ ). Soixante solutions salées préparées sont utilisées dans cette expérimentation. Les sels utilisés sont NaCl(NC), KCl(KC),  $MgSO_4$ (MS) et  $Na_2SO_4$ (NS) avec les doses de 6, 8 et 10g/l. combinées avec des doses (0, 0.25, 0.5, 1, 1.5g/l) de l'amendement calcique  $CaCl_2$ . Le dispositif utilisé est split plot avec 60 traitements et 03 répétitions.

Tableau 1. Les traitements de l'essai

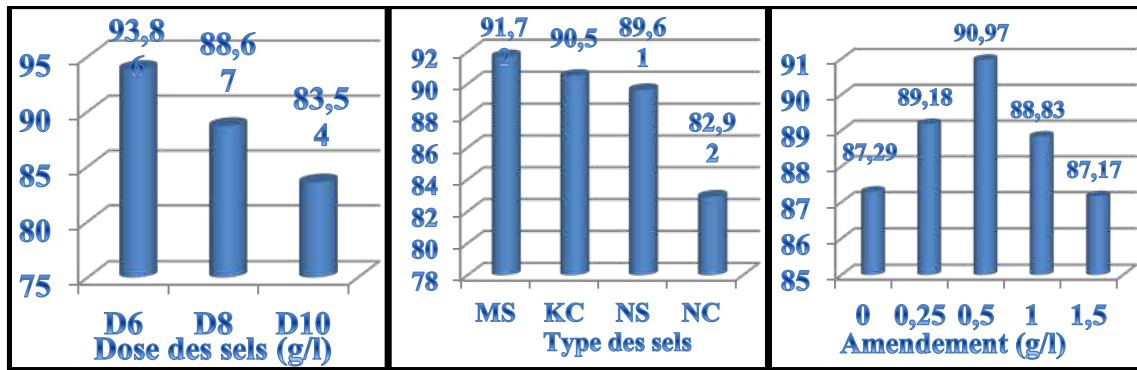
CaCl <sub>2</sub> (g/l)	6 g/l				8 g/l				10g/l			
	NC	MS	NS	KC	NC	MS	NS	KC	NC	MS	NS	KC
0	6g/l	6g/l	6g/l	6g/l	8g/l	8g/l	8g/l	8g/l	10g/l	10g/l	10g/l	10g/l
0.25	6,25g/l	6,25g/l	6,25g/l	6,25g/l	8,25g/l	8,25g/l	8,25g/l	8,25g/l	10,25g/l	10,25g/l	10,25g/l	10,25g/l
0.5	6,5 g/l	6,5 g/l	6,5 g/l	6,5 g/l	8,5 g/l	8,5g/l	8,5 g/l	8,5 g/l	10,5 g/l	10,5 g/l	10,5 g/l	10,5 g/l
1	7g/l	7g/l	7g/l	7g/l	9g/l	9g/l	9g/l	9g/l	11g/l	11g/l	11g/l	11g/l
1.5	7,5 g/l	7,5 g/l	7,5 g/l	7,5 g/l	9,5 g/l	9,5 g/l	9,5 g/l	9,5 g/l	11,5 g/l	11,5 g/l	11,5 g/l	11,5 g/l

## 3. RESULTATS ET DISCUSSIONS

### 3.1. Taux de germination

A travers l'analyse statistique, on observe que la dose des sels a un effet moyen significatif. Elle a donné trois groupes homogènes. La dose 6g/l présente le taux de germination la plus élevé (93,86%), cependant la dose 10g/l présente le taux le plus faible (83,54%) (Fig. 1), en effet le taux de germination des graine de l'orge diminue avec l'augmentation des dose des sels dans le milieu. D'après Hajlaoui et *al.*, [5] la réduction du pouvoir germinatif est due à l'augmentation de la pression osmotique, qui ralentit l'imbibition et limite l'absorption de l'eau nécessaire au déclenchement des processus métaboliques impliqués dans la germination.

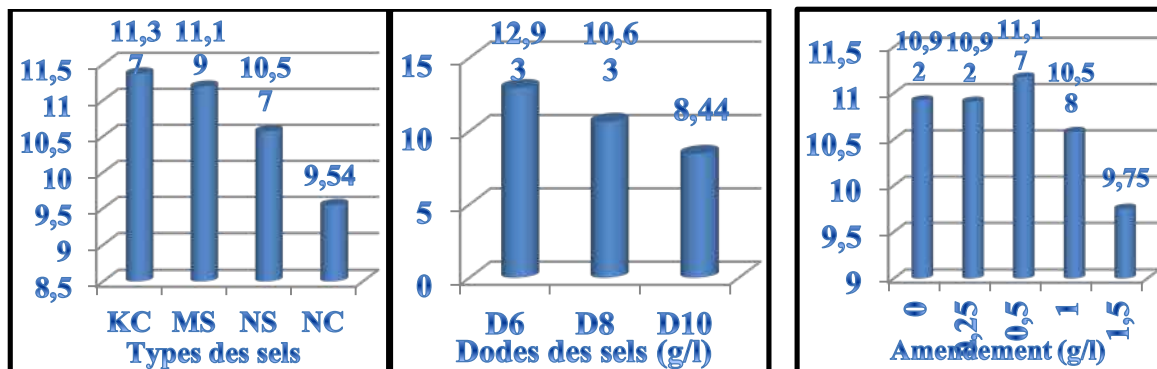
La figure (1) représente le taux de germination des graines de l'orge en fonction du type de sel. Les résultats obtenus montrent qu'il y a un effet significatif moyen exprimé par deux groupes homogènes.  $MgSO_4$ , KCl et  $Na_2SO_4$  constituent le premier groupe qui possèdent les taux de germination les plus élevés (91,72%, 90,5%, 89,61% respectivement), par contre NaCl présente le taux le plus faible avec une moyenne (82,92%). D'après Taffou et *a l*[6] NaCl a un effet inhibiteur sur la germination.



**Figure 1.** Evolution du taux de germination de l'orge en fonction des doses des sels, type de sel et l'amendement calcique  $\text{CaCl}_2$ .

L'amendement calcique  $\text{CaCl}_2$  a un effet significatif moyen caractérisé par deux groupes homogènes. Le taux de germination le plus élevé est observé pour le traitement (0,5g/l  $\text{CaCl}_2$ ) avec une moyenne de (90,97%) et le taux le plus faible couvre les traitements 0g/l et 1,5g/l  $\text{CaCl}_2$  (fig1) donc la présence de l'amendement calcique dans le milieu a un effet positif sur le taux de germination de l'orge par contre son absence ou sa concentration diminuée le taux de germination.

### 3.2. La Partie aérienne



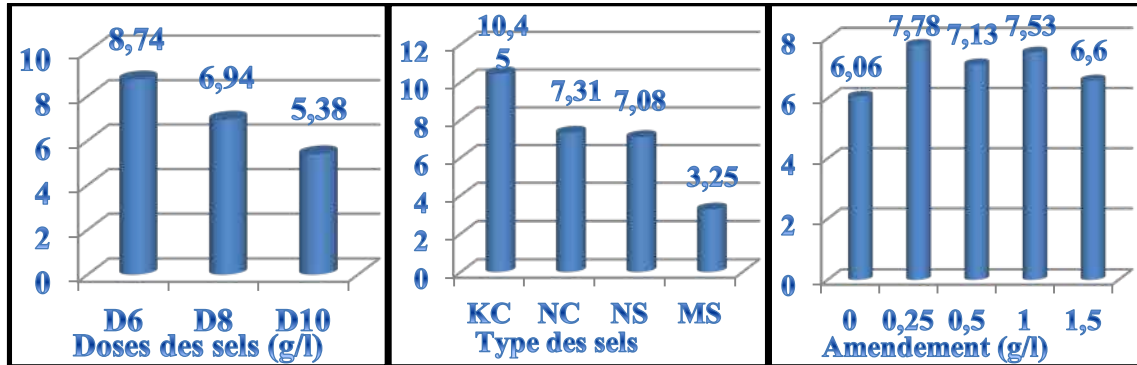
**Figure 2.** Evolution de la partie aérienne de l'orge en fonction des doses de sels, type de sel et l'amendement calcique  $\text{CaCl}_2$ .

La dose des sels a un effet significatif moyen caractérisé par trois groupes homogènes. La dose 6g/l présente la plus longue partie aérienne (12,93 cm), cependant la dose 10 g/l présente la longueur la plus courte (8,44 cm). Donc l'augmentation de la dose des sels a un effet destructeur sur la croissance de l'orge. D'après Snoussi et al[7], la réduction de la partie aérienne est la première réponse à l'effet destructeur le plus significatif en cas d'une exposition prolongée à la salinité. Le test de NEWMAN et KEULS indique qu'il y a trois groupes homogènes. le KCl possède la plus longue partie aérienne (11,37cm) suivi de  $\text{MgSO}_4$  (11,19 cm), par contre NaCl présente la partie aérienne la plus courte (9,54 cm) (Fig2). En effet l'addition de KCl dans le milieu stimule la croissance des plantes[8]. Les ions  $\text{Na}^+$  et  $\text{Cl}^-$  ont un effet dépressif sur la croissance et le développement des plantes[9].

L'amendement calcique a un effet significatif moyen caractérisé par trois groupes homogènes. La concentration 0,5g/l présente la plus longue partie aérienne avec

une moyenne de (11,17cm), cependant la concentration 1,5g/l  $\text{CaCl}_2$  présente la longueur la plus courte (9,75cm). En effet, l'addition de Ca améliore la croissance des plantes sous stress salin[10].

### 3.3. La Partie racinaire



**Figure 3:** Evolution de la partie racinaire de l'orge en fonction des doses des sels, type de sel et l'amendement calcique  $\text{CaCl}_2$ .

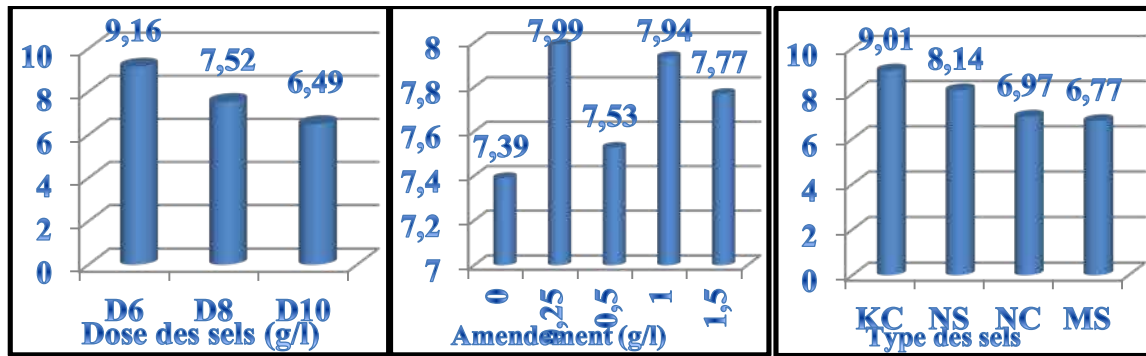
Comme dans le cas du taux de germination et la partie aérienne, l'évolution est en fonction des doses des sels. La dose 6g/l présente la partie racinaire la plus longue (8,74 cm), Cependant la dose 10g/l présente la longueur la plus courte (5,38cm) (fig3). En effet la réduction de la partie racinaire a une relation avec l'augmentation des doses de sel dans le milieu. Comme le résultat trouvé par Tavili et Biniiaz[11] l'effet de l'augmentation de la salinité est significatif sur la longueur des racines de l'orge.

Le test statistique indique qu'il y a trois groupes homogènes. Le KCl présente la partie racinaire la plus longue (10,45cm), par contre le  $\text{MgSO}_4$  présente la partie racinaire la plus courte (3,25cm) (Fig3.). Il est à noter que  $\text{MgSO}_4$  a donné les meilleurs résultats sur le taux de germination et la partie aérienne; on peut dire à travers nos résultats que le  $\text{MgSO}_4$  a un effet négatif sur l'enracinement ce qui coïncide aussi avec les résultats trouvés par MASMOUDI et al[2]. En effet, le Mg a un effet toxique sur les racines plus que le Na [12].

La concentration de l'amendement (0,25g/l  $\text{CaCl}_2$ ) présente la partie racinaire la plus longue (7,78cm), cependant la partie racinaire la plus courte a été enregistrée pour la concentration (0g/l  $\text{CaCl}_2$ ) avec (6,06 cm) (Fig3). Le Ca peut alléger l'effet inhibiteur de NaCl et contribue par conséquent à l'amélioration de la croissance des racines [13,14].

### 3.4. La matière fraîche

La figure (4) montre que la production de la matière fraîche est diminuée avec l'augmentation des doses de sel. La dose 6g/l présente le taux de production de la matière fraîche le plus élevé (9,158 g), cependant la dose 10g/l présente le taux de production de la matière fraîche le plus faible (6,491g). La salinité diminue le potentiel osmotique du milieu et réduit par conséquent l'absorption de l'eau par les racines, ce qui influe directement sur la réduction de la matière fraîche [15].

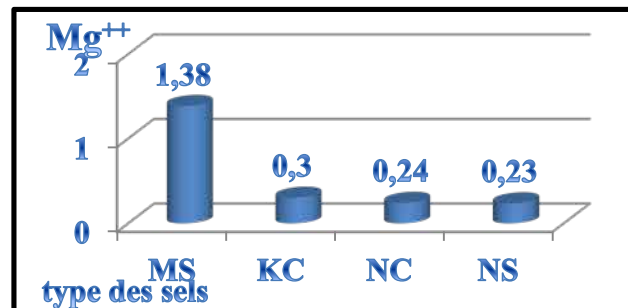


**Figure 4.** Production de la matière fraîche de l'orge en fonction des doses des sels. Type de sel et l'amendement calcique  $\text{CaCl}_2$ .

L'analyse de la variance indique qu'il y a des différences significatives entre les sels (Fig4). Le KCl représente le taux de production de la matière fraîche le plus élevé (9,01g), cependant, le taux, le plus faible a été enregistré pour le NaCl avec une moyenne de (6,97g) et pour le  $\text{MgSO}_4$  avec une moyenne de (6,77g). La tolérance au KCl est plus élevée qu'au NaCl [11].

L'amendement calcique a un effet significatif sur la production de la matière fraîche par rapport au traitement non amendé (fig4). Ceci peut s'expliquer par l'effet du Ca qui allège l'effet négatif de la salinité [16, 17] (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 [18].

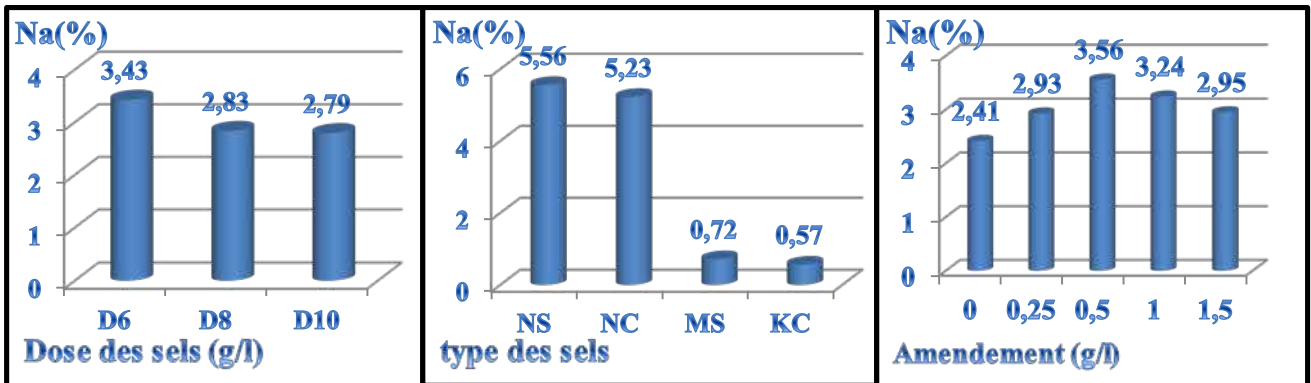
### 3.5. La teneur des plantes de l'orge en ( $\text{Mg}^{++}$ )



**Figure 5:** la teneur des plantes de l'orge en ( $\text{Mg}^{++}$ ) en fonction du Type de sel.

L'analyse de variance montre qu'il n'y a pas un effet significatif de la dose du sel et l'amendement calcique  $\text{CaCl}_2$  sur la teneur des plantes de l'orge en Magnésium ( $\text{Mg}^{++}$ ) par contre le type de sel a un effet significatif moyen caractérisé par deux groupes homogènes. La figure (5) montre que la teneur la plus élevée des plantes de l'orge en magnésium est présente dans le traitement  $\text{MgSO}_4$  avec une moyenne de (1,38%) et les teneurs les plus faibles sont enregistrées dans les autres traitements KCl, NaCl, et  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ . En effet le Magnésium ( $\text{Mg}^{++}$ ) s'accumule davantage dans les plantes de l'orge lorsque le milieu de culture s'enrichit en  $\text{MgSO}_4$ .

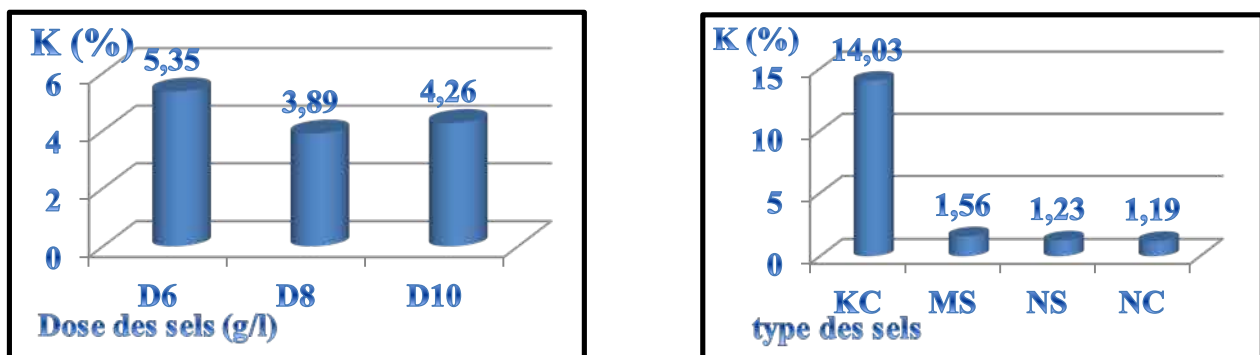
### 3.6. La teneur des plantes de l'orge en ( $\text{Na}^+$ )



**Figures6:** la teneur des plantes de l'orge en ( $\text{Na}^+$ ) en fonction de la Dose du sel, Type du sel et l'amendement calcique  $\text{CaCl}_2$ .

L'analyse de variances montre qu'il y a un effet significatif de la dose du sel, type du sel et l'amendement sur la teneur de l'orge en sodium (Fig 06). En effet la teneur la plus élevée des plantes en sodium ( $\text{Na}^+$ ) est enregistrée chez la dose (6g/l) avec une moyenne de (3,43%) cette teneur diminue avec l'augmentation de la dose du sel. Les traitements  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{NaCl}$  donnent aussi les teneurs les plus élevées (5,56% et 5,23% respectivement) ainsi que le traitement (0,5 g/l  $\text{CaCl}_2$ ) avec une moyenne de (3,56%), on constate que la teneur en ( $\text{Na}^+$ ) diminue avec l'augmentation de la dose des sels dans le milieu. Cependant les teneurs les plus faibles sont enregistrées chez les doses (8g/l et 10g/l) (2,43% et 2,79% respectivement), les traitements  $\text{MgSO}_4$  et  $\text{KCl}$  (0,72% et 0,57% respectivement) et chez le traitement (0 g/l  $\text{CaCl}_2$ ) (2,41%). D'après RADHOUANE[9], Lorsque  $\text{NaCl}$  est ajouté à l'eau d'irrigation, les quantités de sodium dans la feuille sont diminuées fortement. D'une manière générale. Les glycophytes les plus sensibles au  $\text{NaCl}$  n'importent que très peu de ( $\text{Na}^+$ ) dans leurs parties aériennes [8]. En revanche les résultats obtenus par Bouzid[19] montrent que l'augmentation de la concentration du  $\text{NaCl}$  et du  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  dans le milieu de culture provoque une augmentation de la teneur du  $\text{Na}^+$  dans la partie aérienne et dans la partie racinaire.

### 3.7. La teneur des plantes de l'orge en ( $\text{K}^+$ )



**Figures 07:** la teneur des plantes de l'orge en ( $\text{K}^+$ ) en fonction de la dose de sel, Type de sel.

L'analyse statistique révèle un effet significatif moyen exprimé par deux groupes homogènes pour la dose de sel et type de sel cependant il n'y a pas un effet significatif de



l'amendement calcique sur la teneur en potassium ( $K^+$ ) (fig 07). La teneur la plus élevée est obtenue par la dose (6g/l) (5,35%) et aussi par le traitement KCl avec une moyenne de (14,03%), par contre les teneurs les plus faibles sont obtenues par les doses (8g/l et 10g/l) avec des moyennes (3,89% et 4,26% respectivement) et sont marquées aussi chez les traitements  $MgSO_4$ ,  $Na_2SO_4$  et NaCl (1,56%, 1,23% et 1,19% respectivement). La salinité peut affecter l'absorption de  $K^+$ , en fonction des espèces et du niveau de salinité (R'HIM et *al.*, 2013). Le potassium ( $K^+$ ) s'accumule davantage dans les plantes de l'orge lorsque le milieu de culture s'enrichit en KCl.

#### 4. CONCLUSION

On peut dire que la forte dose des sels a engendré une importante baisse au niveau des paramètres physiologiques et morphologiques étudiés et elle a entraîné aussi une baisse de l'absorption de Na et K. On peut dire aussi que les sels KCl,  $MgSO_4$  et  $Na_2SO_4$  sont moins toxiques que le NaCl, par contre, le  $MgSO_4$  a un effet toxique spécifique sur les racines. L'amendement calcique a montré un effet remarquable sur le taux de germination, la partie racinaire, aérienne et la matière fraîche de l'orge. La teneur des plantes de l'orge en éléments minéraux varie en fonction du type des sels. Enfin, la présence du  $CaCl_2$  dans le milieu favorise l'augmentation de la teneur des plantes de l'orge en Na.

#### RÉFÉRENCES

- [1] Daoud Y., Halitim A., 1994.- Irrigation et salinisation au Sahara Algérienne. Sècheresse Vol 5, N°3. PP 151-160.
- [2] Masmoudi A., Hemeir A., Benaissa M., 2014.- Impacts de la concentration et du type de sel sur le potentiel germinatif et la production de biomasse chez l'orge (*Hordeum Vulgare*). Courrier du Savoir –N°18. P P95-101.
- [3] Ouhaddach M., Mouhssine F., Ech-Chaddadi S., Lakalai F., Elyacoubi H., Hmouni D., Douaïk A., Zidane L., Rochdi A., 2015.- Morpho-Physiological Response to Salt Stress in Wheat (*Triticum aestivum* L.) at the Germination Stage. European Journal of Scientific Research, Vol. 133 N° 3. PP.240-252.
- [4] Tazi M. R., Berrichi A., Haloui B., 2001.- Germination et croissance in vitro de l'arganier (*Argania spinosa* L. Skeels) des Beni-Snassen (Maroc oriental) à différentes concentrations en NaCl. Actes Inst. Agron. Vet. (Maroc). Vol 21. PP 163-168.
- [5] Hajlaoui H., Denden M., Bouslama M., 2007.- Etude de la variabilité intraspécifique de tolérance au stress salin du pois chiche (*Cicer arietinum* L.) au stade germination. Tropicultura. PP 168-173.
- [6] Taffouo V. D., Meguekam L., Kenne M., Yayi E., Magnitsop A., AKOA A., OURLY A., 2008.- Germination et accumulation des métabolites chez les plantules de légumineuses cultivées sous stress salin. Agronomie Africaine, Vol 20, N° (2), PP 129 – 139.
- [7] Snoussi S A., Baazize N., Hamidi Y., 2014.- Impact du potentiel hydrogène (ph) d'un Environnement salin dans la nutrition de deux glycophytes cultivées. Revue Agrobiologia. N°6, PP 13-20.
- [8] Haddad S., Coudret A., 1991.- Effets de l'adjonction de KCl ou de  $CaCl_2$ , sur la tolérance au NaCl chez deux cultivars de triticale (Clercal et Beagle). Can. J. Bot. Vol 69. PP 2113-2121.
- [9] Radhouane L., 2013. Comparaison de la nutrition minérale du mil (*Pennisetum glaucum* L.R. Br.) en présence de stress hydrique et de stress salin. Journal of Applied Biosciences 66. PP 5114– 5129.
- [10] Cramer G.R., Epstein E., LAUCHLI A., 1990.- Effects of sodium, potassium and calcium on salt stressed barley. Physiologia Plantarum, 80, PP 83–88.

- [11] Tavili A., Biniiaz M., 2009.- Different salts effects on the germination of *Hordeumvulgare* and *Hordeumbulbousm*. Pakistan journal of nutrition 8, N° (1).PP 63-68.
- [12] Tobe K., LI X., Omasa K., 2002.- Effects of sodium, magnesium and calcium salts on seed germination and radicle survival of a halophyte, *Kalidium capsicum* (Chenopodiaceae). Australian journal of botany 50 (2), 163-169.
- [13] 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). PP 551-558.
- [14] Zhong H., Läuchli A., 1993.- Spatial and temporal aspects of growth in the primary root of cotton seedlings: Effects of NaCl and CaCl<sub>2</sub>. Journal of experimental botany, Vol 4, N°44. PP 763-771.
- [15] Doudech N., Mhamdi M., Bettaieb T et Denden M., 2008.- Tolérance à la salinité d'une graminée à gazon: *Paspalumnotatum* Flügge. Tropicultura. Vol 26, N°3. PP 182-185.
- [16] 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), PP 727-733.
- [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 *Catharanthusroseus*. C. R. Biologies 330, PP 674–683.
- [18] Khavan M., Campbell W. F., Jurinak J. J., Dudley L. M., 1991.- Effects of CaSO<sub>4</sub>, CaCl<sub>2</sub> and NaCl on leaf nitrogen, nodule weight and acetylene reduction activity in *Phaseolus vulgaris*. Arid land research and management Vol 5, N° 2, PP 97-103.
- [19] Bouzid N., 2010. Étude de la résistance d'*Atriplexhalimussubsp. Schweinfurthii* aux sels solubles. Acta Botanica Gallica. Vol 157 N°4, PP 787-791.