

## EFFET DU STRESS SALIN SUR LA GERMINATION DES CARYOPSES D'ORGE MARITIME (*Hordeum marinum* Huds.)

M.Touati<sup>1</sup>, N.Lahrech<sup>1</sup>, F. Ouanouki<sup>1</sup>, B.Yabrir<sup>1</sup>, B.Adli<sup>1</sup>, O. Toumatia<sup>2</sup>,  
E.Bezini<sup>1</sup>, M. Hachi<sup>1</sup>

(1). Département de Biologie, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Université Ziane Achour de Djelfa, Djelfa, 17000, Algérie.

(2). Laboratoire de Biologie des Systèmes Microbiens (LBSM), ENS de Kouba, BP 92, Kouba 16050, Alger, Algérie.

Email of corresponding author: tmostefa@gmail.com

Received: 1 June 2018

Accepted: 30 June 2018

### Abstract

The objective of this work was to evaluate the effect of salt stress on the germinative behavior of sea barley seedes (*Hordeum marinum* Huds.).

Before germination, the seeds were pretreated with cold (stratification) - at 4 ° C - for two weeks, then disinfected by sodium hypochlorite for one minute and soaked in distilled water during one hour. After disinfection and soaking, ten seeds were placed in Petri dishes covered with filter paper. 12 Petri dishes were placed at room temperature under a photoperiod of 16 hours light and 8 hours dark and twelve other Petri dishes were placed in the dark at room temperature. The moistening of filter paper was conducted daily with 0, 150 and 300 mM NaCl solutions. These steps were repeated with non-pretreated seeds. Germination was recorded every 24 hours for each set during a period of 15 days. Two parameters were considered in this test, the daily germination rate and the cumulative germination rate.

The results showed that salinity influenced the germination capacity of sea barley seeds. NaCl significantly reduced germination rate, germination kinetics, and cumulative germination rate (subjected to 16 hours light and 8 hours dark or to dark, stratified or non-stratified).

**Keywords:** sea barley, NaCl, germination kinetics, cumulative germination rate, stratification.

### Résumé

L'objectif du présent travail consiste à évaluer l'effet du stress salin sur le comportement germinatif des caryopses d'orge maritime (*Hordeum marinum* Huds.).

Avant la mise en germination, les grains sont prétraités au froid (stratification) - à 4 ° C - pendant deux semaines, puis désinfectés par un passage dans l'hypochlorite de sodium pendant une minute suivi d'un séjour dans l'eau distillée pendant une heure. Après la désinfection et l'imbibition, les grains sont placés dans des boîtes de Pétri, tapissées de papier filtre, en raison de dix grains par boîte. 12 boîtes sont déposées sous une température ambiante et une photopériode de 16 heures de lumière et 8 heures d'obscurité, et douze autres boîtes sont placées à l'obscurité et en température ambiante. L'humectage de papier filtre se fait quotidiennement avec les différentes solutions de NaCl (0, 150 et 300 mM). Ces mêmes étapes sont répétées avec des grains non prétraités. La germination a été enregistrée toutes les 24 heures pour chaque lot sur une période de 15 jours. Deux paramètres ont été retenus dans cet essai, le taux quotidien de germination et le taux cumulé de grains germés en fonction du temps.

Les résultats obtenus ont montré que la salinité a influencé la capacité germinative des grains d'orge maritime. Le NaCl a significativement réduit la vitesse de germination, la cinétique de germination et les taux cumulés de germination des grains (soumis à 16 heures de lumière et 8 heures d'obscurité ou soumis à l'obscurité ; stratifiés ou non stratifiés).

**Mots clés:** orge maritime, NaCl, cinétique de germination, taux cumulés de germination, stratification.

## INTRODUCTION

La salinisation est identifiée comme une cause majeure de la dégradation des terres, particulièrement dans les régions arides et semi-arides. Elle peut être causée soit par des processus naturels (salinisation primaire), ou être induite par des activités humaines (salinisation secondaire) [1]. La salinité du sol ou de l'eau est causée par la présence d'une quantité excessive de sels. Généralement un taux élevé de  $\text{Na}^+$  et  $\text{Cl}^-$  cause le stress salin qui est un facteur abiotique limitant la croissance et la productivité des plantes dans de nombreuses régions du monde [2]. Le stress salin a un triple effet : il réduit le potentiel hydrique, cause un déséquilibre ionique ou des perturbations en homéostasie ionique et provoque une toxicité ionique. Cet état hydrique altéré conduit à une croissance réduite et limitation de la productivité végétale et le rendement agricole. Depuis que le stress salin implique aussi bien le stress osmotique qu'ionique [3], l'arrêt de la croissance est directement relié à la concentration des sels solubles ou au potentiel osmotique de l'eau du sol [4]. Tous les processus majeurs du développement de la plante tels que : la germination, la photosynthèse, la synthèse des protéines, le métabolisme énergétiques... sont affectés.

L'objectif du présent travail tend à évaluer l'effet du stress salin sur la cinétique de germination et les taux cumulés de germination des caryopses de l'orge maritime (semis à 16 heures de lumière et 8 heures d'obscurité ou semis à l'obscurité ; stratifiés ou non stratifiés).

## MATERIEL ET METHODES

### Matériel végétal

Le matériel végétal est composé des grains d'*Hordeum marinum* collectés dans la région de Chott du Zehrez Chergui (El-Zafaran) dans la Wilaya de Djelfa-Algérie durant le mois de juin 2016.

### Protocole expérimental

Avant la mise en germination, les des grains d'*Hordeum marinum* sont désinfectés à l'eau de javel pendant 2 ou 3 min, lavés abondamment à l'eau, laissés pour 1 heure et puis rincés plusieurs fois à l'eau distillée. Après désinfection, les grains sont placés dans des boîtes de pétri de 9 cm de diamètre et 1,5 cm d'épaisseur, tapissées de papier hygiénique imbibé d'eau distillée (témoin) ou de différentes concentrations de NaCl utilisées. Les boîtes sont enveloppées dans du papier aluminium pour assurer l'obscurité, puis placées d'une manière aléatoire à l'obscurité à température ambiante.

Toutes les 24 heures le papier hygiénique est humecté avec 5 ml d'eau distillée (témoin) ou avec les différentes solutions de NaCl. La germination des graines est estimée quotidiennement pour chaque lot sur une période de 12 jours. Le critère de germination retenu correspond au moment où la racine a percé les enveloppes.

Deux paramètres ont été traités dans ce travail, le taux quotidien de germination et le taux cumulé de grains germés.

### Analyse statistique :

L'étude comprend une analyse de la variance à un seul facteur d'étude (ANOVA) suivie d'une comparaison des moyennes par le test de LSD au seuil de 5% pour identifier les groupes homogènes, tout en s'aidant du logiciel STATISTICA.

## RESULTATS ET DISCUSSION

### Grains non stratifiés soumis à 16h de lumière et 8h d'obscurité

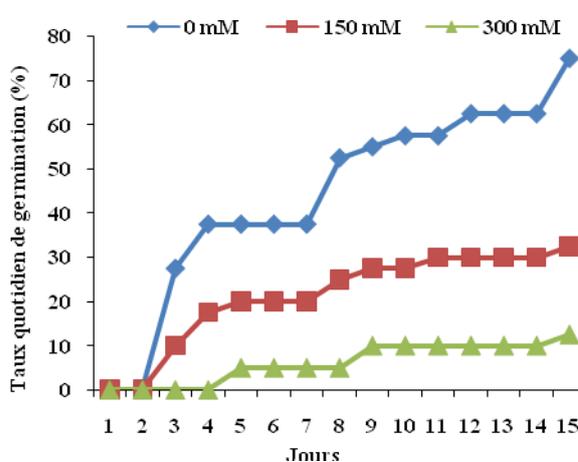
La figure 1 schématise l'effet du stress salin sur les germinations quotidiennes des grains non stratifiés d'*H. marinum* soumis à 16h de lumière et 8h d'obscurité en fonction du temps.

Pour les traitements 0 mM et 150 mM de NaCl, la germination démarre dès le troisième jour de mise en germination avec des taux de 27,5 % et 10 % respectivement, et elle augmente progressivement jusqu'à un seuil de 75% et 32,5% respectivement au quinzième jour.

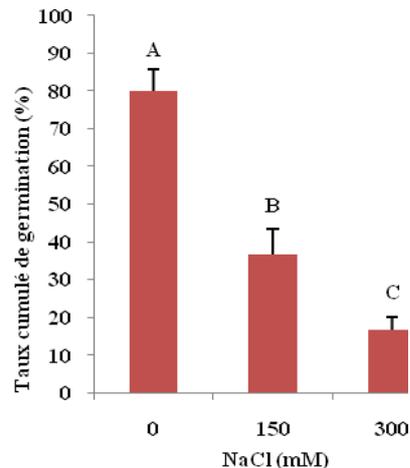
Sous le traitement 300 mM de NaCl, la germination démarre dès le cinquième jour avec un taux de 5 %, et elle augmente avec des taux très faibles jusqu'à atteindre (12,5%) quinzième jour.

La figure 2 visualise les taux cumulés de la germination des grains d'*H. marinum* non stratifiés en fonction des concentrations de NaCl.

En absence de chlorure de sodium, le taux de germination est de 80 %. Lorsque la concentration du sel augmente, le taux de germination diminue d'une manière très hautement significative (ANOVA à  $p < 0.001$ ) de plus de 55% et de 80 % sous l'effet de 150 et 300 mM de NaCl respectivement.



**Fig 1.** Effet de la concentration du NaCl sur la germination des grains non stratifiés d'*H. marinum* soumis à 16 heures de lumière et 8 heures d'obscurité.



**Fig 2.** Effet de la concentration du NaCl sur le taux cumulé de la germination des grains non stratifiés d'*H. marinum* soumis à 16 heures de lumière et 8 heures d'obscurité.

### Grains non stratifiés placés à l'obscurité

La figure 3 présente l'effet du stress salin sur la germination des grains d'*Hordeum marinum* non stratifiés soumis à l'obscurité en fonction du temps.

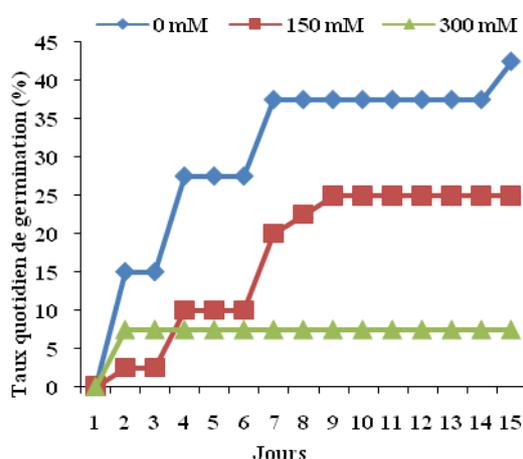
Pour les concentrations 0 mM et 150 mM de NaCl, les grains démarrent leur germination dès le troisième jour avec des taux de 37,5 % et 20 % respectivement, puis ils augmentent progressivement jusqu'au quinzième jour où ils atteignent des

pourcentages égalent à 65 % pour le témoin, et 35 % pour le traitement 150 mM de NaCl. On signale que ce taux a été atteint dès le neuvième jour de l'application du stress et est resté constant.

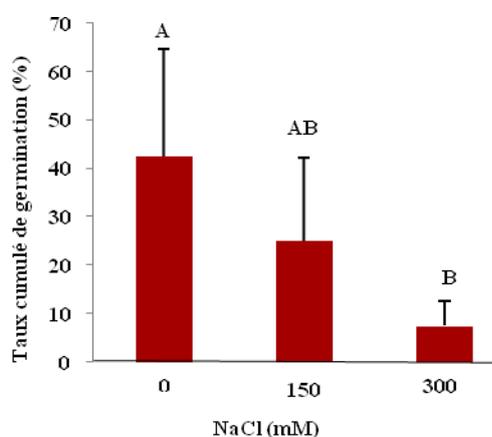
Sous 300 mM de NaCl, la germination démarre le quatrième jour avec un taux de 5 %, puis augmente lentement jusqu'au quinzième jour (20 %).

La figure 4 montre que les taux cumulés de la germination des grains d'*H. marinum* sont variables selon le traitement.

En absence de chlorure de sodium, le taux de germination des grains est de 65 %. Lorsque la concentration du sel augmente, le taux de germination diminue d'une manière très hautement significative (ANOVA à  $p < 0.001$ ) de plus de 46% et de 69 % sous l'effet de 150 et 300 mM de NaCl respectivement.



**Fig 3.** Effet de la concentration du NaCl sur la germination des grains stratifiés d'*H. marinum* soumis à 16 heures de lumière et 8 heures d'obscurité.



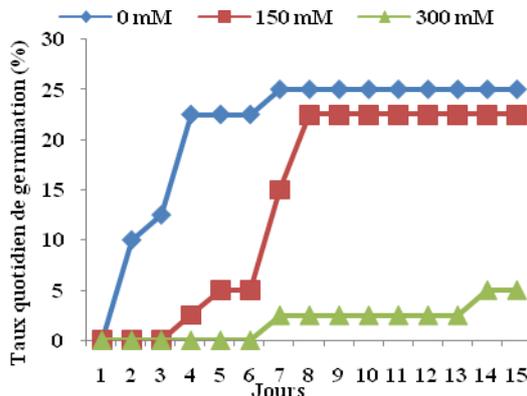
**Fig 4.** Effet de la concentration du NaCl sur le taux cumulé de germination des grains stratifiés d'*H. marinum* soumis à 16 h de lumière et 8 h d'obscurité.

### Grains stratifiés placés à l'obscurité

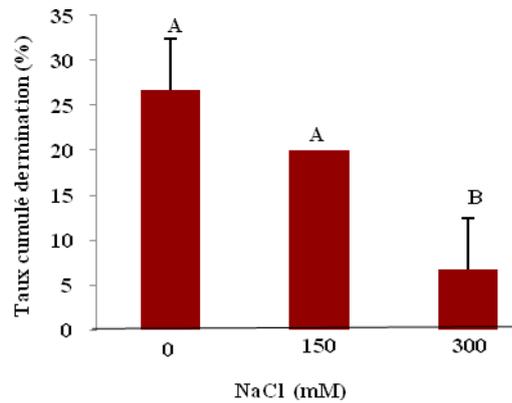
L'application du stress salin sur les grains d'*H. marinum* stratifiés et placés à l'obscurité a réduit la vitesse de germination de cette espèce (figure 5).

En l'absence de NaCl, la germination démarre au deuxième jour avec un taux de 10 % et elle augmente progressivement jusqu'au septième jour où elle atteint un palier de 25 % ; alors que chez les grains traités par 150 mM de NaCl, le démarrage a eu lieu le quatrième jour avec un taux de 2,5 % et ce taux augmente progressivement jusqu'au huitième jour (22,5 %) où il demeure constant. Sous le traitement 300 mM de NaCl, les grains débutent leur germination dès le septième jour, puis le taux de germination augmente au quatorzième jour avec un taux très faible (5 %).

Des diminutions des taux cumulés de germination des grains d'*Hordeum marinum* soumis à l'obscurité ont été observées sous les deux concentrations de sel appliquées (figure 6). Cette diminution n'est pas significative ( $p < 0,05$ ) pour le traitement 150 mM.



**Fig 5.** Effet de la concentration du NaCl sur le taux quotidien de germination des grains stratifiés d'*H. marinum* soumis à l'obscurité.



**Fig 6.** Effet de la concentration du NaCl sur le taux cumulé de germination des grains stratifiés d'*H. marinum* soumis à l'obscurité.

La réaction des plantes à la salinité est très différente selon que l'on s'intéresse à la phase de la germination [5] ou à celle du développement [6]. La germination est le stade le plus sensible à ce facteur abiotique [7] et elle joue un rôle crucial pour la réussite de la croissance des plantes dans les milieux salés [8].

Nos résultats montrent que la capacité germinative des grains d'*H. marinum* est fortement affectée par les différentes concentrations de chlorure de sodium.

Aucune différence n'a été enregistrée entre le taux de germination des grains soumis à l'obscurité et le taux de germination des grains soumis à la lumière (avec une photopériode de 16 heures de lumière et 8 heures d'obscurité), ce qui suggère que les grains d'*Hordeum marinum* ne sont pas photosensibles. Cependant, le taux de germination est plus élevé chez les grains non stratifiés comparativement aux grains stratifiés.

Des résultats similaires ont été signalés par d'autres auteurs. Par exemple : Kadri et al., [9] ont montré que la plupart des accessions tunisiennes d'*Hordeum vulgare* soumises sous stress salin (après une semaine d'incubation à 25 °C et à l'obscurité) sont fortement affectées lorsque l'intensité du stress est de 200 mM (NaCl) et leurs taux de germination ne dépassent pas les 60 % du témoin. De même, Ben Naceur et al., [10] et Songi et al., [11] ont montré que le NaCl a un effet dépressif sur la germination des graines de *Triticum durum* et *Suaeda physophora* (euhalophyte) respectivement.

D'une manière générale, la germination des plantes, qu'elles soient halophytes ou glycophytes, est affectée par la salinité [12]. Elle affecte l'intervention des hormones impliquées dans ce processus comme l'acide gibbérellique (AG) et l'acide abscissique (ABA), ce qui aboutit à l'inhibition de la synthèse des enzymes spécifiques de la germination [7]. Cet effet dépressif peut conduire à l'altération des processus

métaboliques de la germination et dans le cas extrême à la mort de l'embryon par excès d'ions [13].

## CONCLUSION

Les résultats de la présente étude montrent un effet dépressif du NaCl sur la cinétique de germination et les taux cumulés de germination des grains : placés à l'obscurité et/ou en photopériode (16 heures de lumière / 8 heures d'obscurité); stratifiés et/ou non stratifiés.

## REMERCIEMENTS

Le présent travail s'inscrit dans le cadre d'un projet de recherche CNEPRU (code : D04N01UN170120150002) portant sur l'amélioration des ressources phytogénétiques des environnements extrêmes de la steppe algérienne centrale dans un objectif de protection de cette zone prometteuse pour le pays tant sur le plan écologique que sur le plan agro-économique.

## REFERENCES

- [1]. Ghassemi F., Jakeman A.J., Nix H.A., 1995-Salinisation of land and water resources: human causes, extent, management and case studies. Center for resource and environmental studies, The Australian National University, Canberra, Australia, 125 p.
- [2]. Cupta B., Huang B., 2014- Mechanism of salinity tolerance in plants: Physiological, biochemical, and molecular characterization. International Journal of Genomics, 2014: 701596.
- [3]. Hayashi H., Murata N., 1998-Genetically engineered enhancement of salt tolerance in higher plants. In: Sato Murata N, (Ed.), Stress Response of Photosynthetic Organisms: Molecular Mechanisms and Molecular Regulation. Elsevier, Amsterdam: 133-148.
- [4]. Greenway H., Munns R., Gibbs J., 1980 - Ion concentration and carbohydrate status of the elongating leaf tissue of *Hordeum vulgare* growing at high external NaCl. I. Relation between solute concentration and growth. J. Exp. Bot, Vol. 33: 557-573.
- [5]. Belkhouja M., Soltani N., 1992 - Réponses de la fève (*Vicia faba* L.) à la salinité : étude de la germination de quelques lignées à croissance déterminée. Bull Soc Bot Fr, 139 : 357-68.
- [6]. Thamir S.A., Campbell W.F., Rumbaugh M.D., 1992- Response of Alfalfa cultivar to salinity during germination and post germination. Growth Crop Science, Vol. 32: 976-80.
- [7]. Belkhouja M., Bidai Y., 2004- La réponse des graines d'*Atriplex halimus* L. à la salinité au stade de la germination. Science et changements planétaires / Sècheresse. 15 (4) : 331-335.
- [8]. Khan M.A. and Rizvi Y., 1994 - Effect of salinity, temperature and growth regulators on the germination and early seedling growth of *Atriplex griffithii* var. *stocksii*. Can J Bot, Vol. 72: 475-479.
- [9]. Kadri K., Maalam S., Cheikh M. H., Benabdallah A., Rahmoune C., Ben Naceur M., 2009- Effet du stress salin sur la germination, la croissance et la production en grains de quelques accessions tunisiennes d'orge (*Hordeum vulgare* L.). Sciences et Technologies C, 29: 72 – 79.

- [10]. Ben Naceur M., Rahmoune C., Sdiri H., Meddahi 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. *Science planétaire /sècheresse*, Vol. 12(3): 167-74.
- [11]. Songi J., Feng G., Tian C., Zhang F., 2005- Strategies for adaptation of *Suaedaphysophora*, *Haloxylonammmodendron* and *Haloxylonpersicum* to a saline environment during seed-germination stage. *Ann Bot*, Vol. 96 (3): 399 – 405.
- [12]. Debez A., Chaibi W. et Bouzid S., 2001.- Effet du NaCl et de régulateurs de croissance sur la germination d'*Atriplexhalimus*L. *CahAgric*, Vol. 10 : 135-8.
- [13]. Hajlaoui H., Denden M. et Bouslama M., 2007.- Eude de la variabilité interspécifique de la tolérance au stress salin du pois chiche (*Cicer arietinum*L.) au stade germination. *Tropicultura*, Vol. 25(3): 168 – 173.