

## AMELIORATION DE LA SELECTION VARIETALE CHEZ LE BLE TENDRE (*TRITICUM AESTIVUM* L) PAR ETUDE DE L'EFFET DE LA SALINITE SUR CERTAINS PARAMETRES DE GERMINATION

### [ IMPROVEMENT OF VARIETAL SELECTION IN WHEAT (*TRITICUM AESTIVUM* L) BY STUDY ON THE EFFECT OF SALINITY ON SOME GERMINATION PARAMETERS ]

DRISS HMOUNI, FATINE MOUHSSINE, MOUSSA OUHADDACH, FADOUA LAKLAI, SARA ECH-CHEDDADI, BRAHIM BOURKHISS, NOREDDINE R'HIM, HOUDA EL YACOUBI, and ATMANE ROCHDI

Laboratoire d'Agrophysiologie, Biotechnologies, Environnement et Qualité. Université Ibn Tofail, Faculté des Sciences, Kénitra, Maroc

Copyright © 2017 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

**ABSTRACT:** This work aims to study the effect of salinity on some germination parameters of wheat *Triticum aestivum* L, and to contribute to the improvement programs of varietal selection.

Four varieties of wheat were studied: Amal, Arrehane, Kanz and Radia. The disinfected seeds are germinated in Petri dishes containing two filter papers soaked in NaCl solution at concentrations of 3, 6, 9 and 12 g / l. The amount of 10 seeds is placed per petri dish. For the control dishes, the filter paper was soaked only with distilled water. For each salinity level (0, 3, 6, 9 and 12 g / l NaCl), 5 petri dishes are used and are incubated for 7 days in darkness in an oven set at 25 ° C.

The measured parameters chosen in this study are: germination rate, corrected germination, percentage of final germination, average time of germination and germination rate index.

The obtained results have shown a varietal effect depending on salt concentration, thus the exploitation of the studied parameters allowed us to observe a decrease in germination rate, corrected germination, Germination rate index, coefficient of velocity and an increase in the average time of germination. As far as the level of tolerance against the increase of salt concentration is concerned, it can be confirmed that Arréhane is the most tolerant variety while Kanz is the most sensitive one.

**KEYWORDS:** Wheat (*Triticum aestivum* L.), Salinity, Germination.

**RÉSUMÉ:** Le présent travail a pour but d'étudier l'effet de la salinité sur quelques paramètres de germination chez le blé tendre *Triticum aestivum* L, et ce d'apporter une contribution pour les programmes d'amélioration des sélections variétales.

Quatre variétés de blé tendre ont fait l'objet de cette étude : Amal, Arrehane, Kanz et Radia. Les graines désinfectées sont mises à germer dans des boîtes de pétri contenant deux papiers filtre imbibé de solution de NaCl à concentration de 3, 6, 9 et 12 g/l. 10 graines sont placées par boîte de pétri. Pour les boîtes témoins, nous avons imbibé le papier filtre par l'eau distillée. Chaque niveau de salinité (0, 3, 6, 9 et 12 g/l NaCl), 5 boîtes de pétri sont utilisées et sont incubées pendant 7 jours à l'obscurité dans une étuve réglée à 25 °C.

Les paramètres de mesure choisis dans cette étude sont : le taux de germination, germination corrigée, pourcentage de germination final, temps moyen de germination et l'indice du taux de germination.

Les résultats obtenus ont permis de montrer un effet variétal vis-à-vis de la concentration du sel, aussi l'exploitation des paramètres étudiés, nous a permis de constater une diminution de taux de germination, de la germination corrigée, de l'indice de taux de germination, du coefficient de vitesse de germination et une augmentation de temps moyen de

germination. Au niveau du degré de tolérance vis-à-vis de l'augmentation de la concentration du sel, on peut confirmer que la variété Arréhane serait la plus tolérante et la variété Kanz la plus sensible.

**MOTS-CLEFS:** Blé tendre (*Triticum aestivum*. L), Salinité, Germination.

## 1 INTRODUCTION

La recherche de nouvelles variétés à haut potentiel agronomique constitue pour le sélectionneur une préoccupation constante. Dans la pratique, le lancement d'une variété à l'échelle de l'agriculteur nécessite un pré-requis d'évaluation du matériel génétique concerné afin de le doter de toute information qui puisse l'identifier (Rekiki et al., 2016).

L'interaction entre le génotype et le milieu, rend difficile la sélection et la recommandation des génotypes performants. Il se trouve que la stratégie la plus favorable est de développer des variétés dont le rendement est élevé et qui soient tolérantes aux diverses contraintes qui caractérisent les milieux de production. Pour ce faire, il devient plus que nécessaire d'avoir des connaissances plus approfondies sur de multiples et d'éventuels géniteurs de blé sous conditions limitantes pour développer de nouvelles variétés capables de résister au manque d'eau associé aux températures basses et élevées et à la salinité (Haddad et al., 2016).

Le rendement de céréales, reste modéré et lourdement influencé par les stressés biotiques et abiotiques. La salinité est un stress abiotique majeur, environ 800 millions d'hectares de terrain sont affectés par les hauts niveaux de sel dans le monde (Munns, 2006). La salinisation est un terme générique caractérisant une augmentation progressive de la concentration des sels dans les sols sous l'influence d'apport d'eau d'irrigation salée, de l'aridité du climat ou de conditions hydrologiques particulières (lessivage insuffisant, proximité de la nappe...) (Marlet et Job, 2006).

Au Maroc dans les périmètres irrigués, la salinité des sols et des eaux d'irrigation affecte environ plus de 38% de la superficie totale. La salinité du sol réduit la croissance et la productivité de la culture en raison de la diminution de la pression osmotique dans le sol et de l'augmentation de la concentration de certains ions, qui atteint alors un niveau toxique pour la plante (Belfakih et al., 2013).

La réponse des espèces au sel dépend de l'espèce elle-même, sa variété, la concentration de sel et du stade (Mallek-Maalej et al., 2004). La germination de graine est la phase la plus critique de la flore, c'est une phase physiologique qui correspond à la transition de la phase de graines inerte à une phase de réactivation du métabolisme (Gallardo et al., 2003).

Le stress salin se traduit aussi par l'accumulation de  $\text{Na}^+$  dans les feuilles et les racines des variétés de blé tendre. La salinité se répercute également par un effet inhibiteur de l'absorption de  $\text{K}^+$  et  $\text{Ca}^{2+}$  chez certaines variétés de blé tendre (Ouhaddach, et al., 2016) Achar et Salama (à l'exception de  $\text{K}^+$  dans la partie aérienne chez Salama

Afin améliorer la productivité du blé tendre, la recherche doit porter notamment sur la sélection de variétés résistantes aux stress hydrique et salin de façon à mieux exploiter les zones arides et à pouvoir utiliser les eaux d'irrigation de qualité médiocre. (Madref, 2003)

C'est dans cette optique que ce travail est réalisé afin d'étudier les effets du stress salin sur la germination des graines de quatre variétés de blé tendre cultivées au Maroc. Le but est de tester plusieurs paramètres et d'identifier les critères les plus adéquats pour décrire le déroulement de la germination des graines du blé sous stress salin, aussi d'établir un classement entre les variétés vis-à-vis de leurs tolérances à la salinité.

## 2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

### 2.1 MATÉRIEL VÉGÉTAL

Les graines de quatre variétés (Amal, Arrehane, Kanz, Radia) de blé tendre (*Triticum aestivum* L.) ont été testés au laboratoire afin d'examiner l'effet de la salinité sur les paramètres de germination. Certaines caractéristiques des variétés étudiées sont :

Principales caractéristiques	Variété			
	Amal	Arrehane	Kanz	Radia
Taille de la plante :	Haute	Haute	Moyenne	Moyenne
Couleur des graines :	Blanche	Rousse	Blanche	Rousse
Précocité à l'épiaison :	Demi-tardive	Précoce	Demi-précoce	Demi-précoce
Productivité :	Elevée	Elevée	Très élevée	Très élevée
Teneur en protéines :	12,92%	13,50%	11,81%	12,71%
Poids de 1000 grains :	29 à 31g (Très moyen)	34 à 36 g	38 à 41g	40 à 42g
Poids spécifique :	Bon	Bon	Bon	Bon

## 2.2 DISPOSITIF EXPERIMENTAL

Les semences des quatre variétés ont été stérilisées en surface dans une solution d'hypochlorite de sodium 30% pendant 15 minutes, lavées avec de l'eau distillée puis disposées entre deux rondelles de papier filtre humide, dans des boîtes de Pétri de 9 cm.

Durant le test de germination, la salinité a été appliquée à cinq niveaux par ajout de 10 ml de solution à 0, 3, 6, 9 ou 12 gL<sup>-1</sup> NaCl avant incubation pendant 7 jours à l'obscurité dans une étuve ventilée dont la température a été réglée à 25 °C.

Au total, 1000 graines ont été utilisées, à raison de 10 graines placées par boîte de Pétri. Chacun des vingt traitements (4 variétés x 5 niveaux de salinité) a été répété 5 fois.

Chaque jour, les graines germées ont été comptées pendant une semaine. Seules les graines ayant montré une croissance des coléoptiles et des racines supérieures à 2 millimètres, ont été considérés comme germées.

## 2.3 MODE D'EXPRESSION DES RESULTATS

Le comportement des variétés de blé vis-à-vis de la salinité, a été réalisé en se basant sur les critères suivants :

### 2.3.1 TAUX DE GERMINATION [TG = (NG<sub>i</sub> / S) . 100]

Le taux de germination désigne le nombre de graines germées durant i jours (NG<sub>i</sub> étant le nombre de germinations comptées depuis le début de l'essai jusqu'à i jour) exprimé en pourcentage du nombre de graines testées (S étant le nombre de graines semées au début du test).

### 2.3.2 POURCENTAGE FINAL DE GERMINATION [%Gf = (Nf / S) . 100].

Le taux de germination finale (au septième jour de l'essai) est déterminé par le nombre de germinations obtenues à la fin de l'expérimentation (Nf), exprimé en pourcentage du nombre de graines testées (S).

### 2.3.3 GERMINATION CORRIGÉE [GC = 100. (Ni<sub>x</sub> / Ni<sub>0</sub>)] (SMITH ET DOBRENZ, 1987)

Avec Ni<sub>x</sub> étant le nombre de graines germées depuis le début jusqu'à i jour à x mM NaCl et Ni<sub>0</sub> étant le nombre de germinations depuis le début jusqu'à i jour à 0 mM NaCl.

### 2.3.4 INDICE DE TAUX DE GERMINATION [ITG = G1 / 1 + G2 / 2 + ... + Gn / n] (AL-KARAKI, 1998)

Avec G1 étant le pourcentage de germination au premier jour ; G2 au 2<sup>e</sup> jour, etc...; n étant le nombre de jours que dure l'expérience (7 jours dans notre cas).

### 2.3.5 TEMPS MOYEN DE GERMINATION [TM = Σ Ni Ti / Σ Ni] SELON CZABATOR (1962)

Avec Ni étant le nombre de graines nouvellement germées au temps Ti ; Ni+1 étant le nombre de graines ayant germées entre le temps Ti et Ti+1.

## 2.4 ANALYSE STATISTIQUE

Une analyse de la variance a été réalisée après que les données relatives aux pourcentages aient subi une transformation angulaire (arcsinus de la racine carrée) et les effets révélés significatifs ont été alors soumis à des comparaisons multiples de moyennes par le test de Duncan.

## 3 RESULTATS

### 3.1 EFFETS DE LA SALINITÉ SUR LE TAUX DE GERMINATION ET LA GERMINATION CORRIGÉE

Le taux de germination (Fig. 1) augmente avec la durée d'incubation des graines et paraît se stabiliser à partir du 6<sup>ème</sup> jour. La salinité affecte négativement le TG mais à des degrés divers selon la concentration de NaCl et aussi selon la variété de blé.

Par ailleurs, vu que toutes les boîtes de pétri contiennent au départ le même nombre de graines testées, alors les résultats relatifs à la germination corrigée confirment tout à fait l'évolution notée au niveau de chaque variété pour les résultats du taux de germination. Les effets de la salinité et de la variété ont été très hautement significatifs sur le taux de germination TG et la germination corrigée GC. Le classement des moyennes montre quatre groupes différents (Arréhane > Radia > Amal > Kanz) quant à l'effet de la variété, cinq groupes pour la salinité ( $\{0\} > \{3\} > \{6\} > \{9\} > \{12\}$  gL<sup>-1</sup> NaCl).

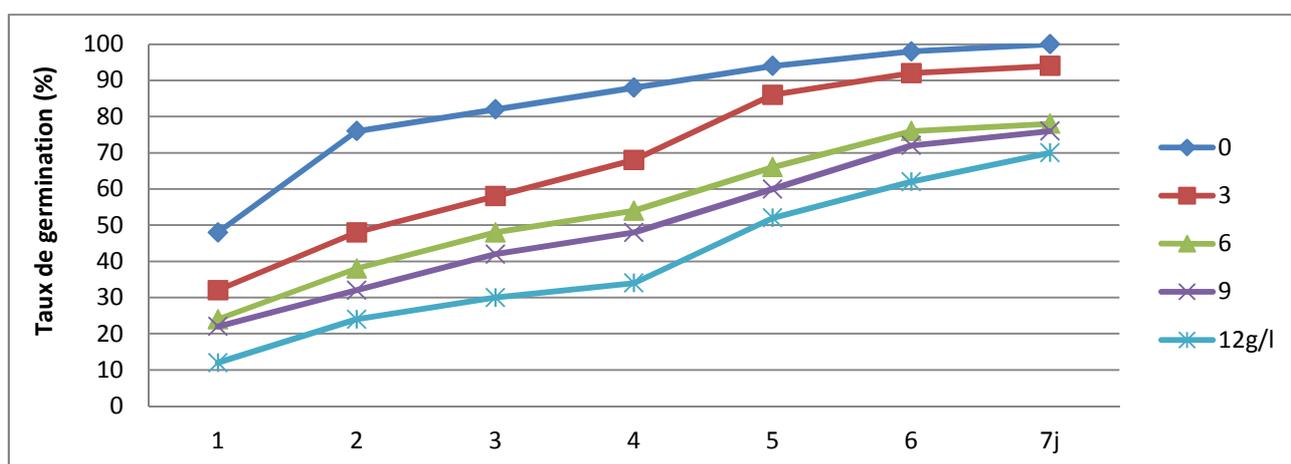


Figure (1a) : Taux de germination de la variété Amal en fonction du temps et de la salinité

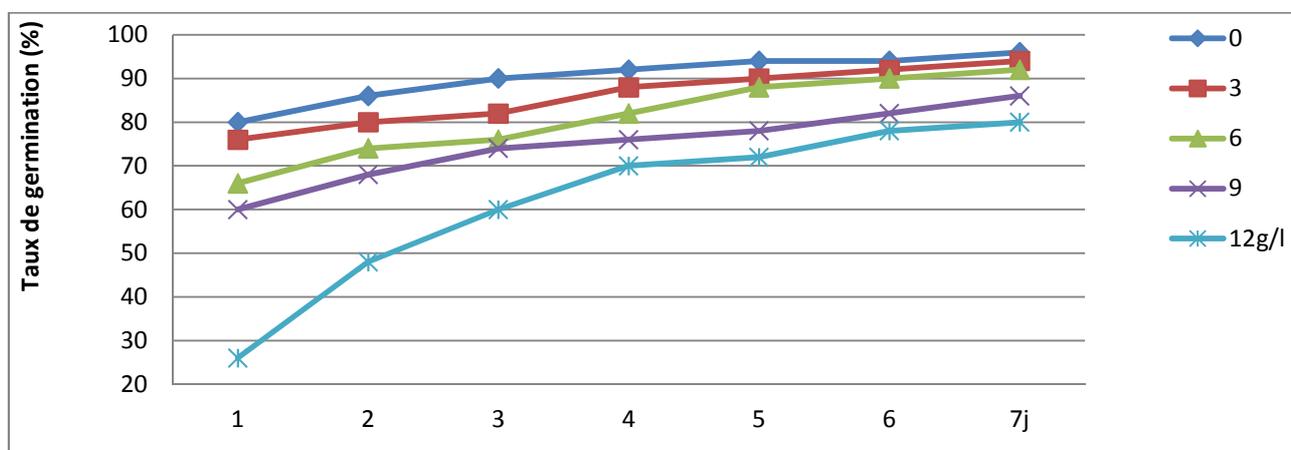


Figure (1b) : Taux de germination de la variété Arrehane en fonction du temps et de la salinité.

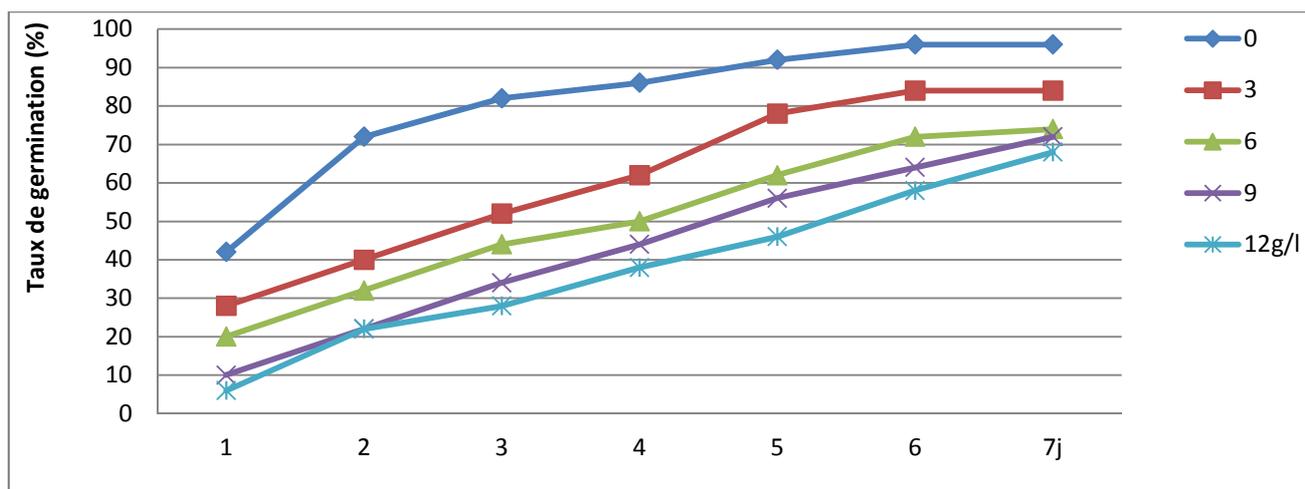


Figure (1c) : Taux de germination de la variété Kanz en fonction du temps et de la salinité

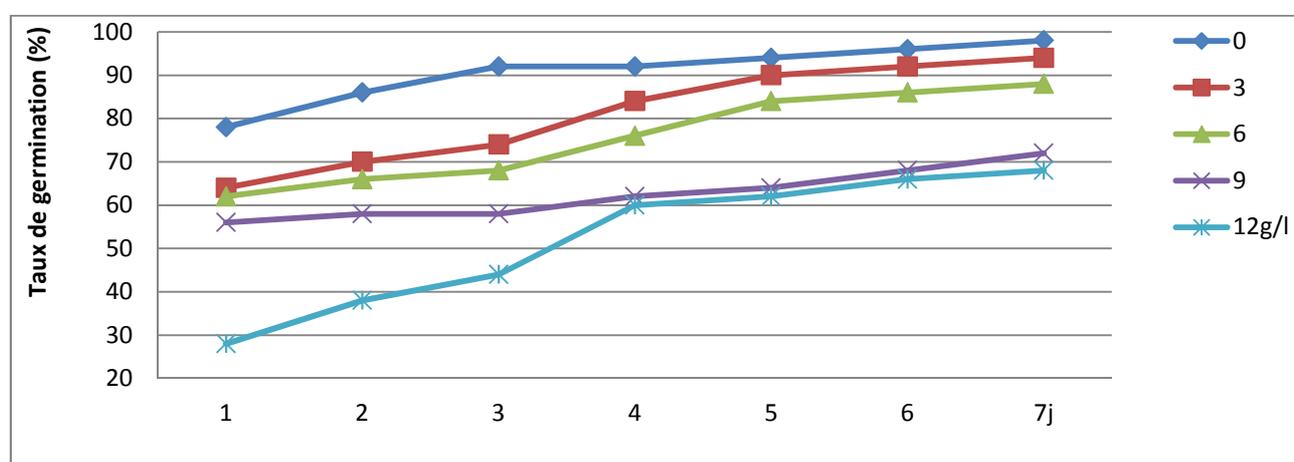


Figure (1d) : Taux de germination de la variété Radia en fonction du temps et de la salinité

### 3.2 EFFETS DE LA SALINITE SUR LE POURCENTAGE DE GERMINATION FINALE

Au 7<sup>ème</sup> jour, le pourcentage de germination finale (Fig. 2) des variétés Arrehane et Radia est peu affecté au niveau des concentrations 3 et 6 g/l NaCl. En outre, lorsque la salinité devient plus forte (6, 9 et 12g/l de NaCl), les réductions les plus notables sont enregistrées chez les deux autres variétés Amal et Kanz. En effet, relativement aux témoins, le pourcentage de réduction de la germination demeure très faible chez Arrehane malgré l'augmentation de la salinité du milieu. En outre, les pourcentages de réduction du taux de germination final, enregistrés par exemple à 6 et 12 g/l NaCl sont de (24 et 30%), (10 et 16%), (25 et 29 %) et (10 et 30 %), respectivement chez les variétés Amal, Arrehane, Kanz et Radia.

L'effet de la salinité est très hautement significatif et l'effet de la variété est hautement significatif sur le critère TGf. Le classement des moyennes montre deux groupes différents ({Arrehane, Radia, Amal} > Kanz) quant à l'effet de la variété et quatre groupes pour la salinité ({0} > {3} > {6} > {9 et 12} gL<sup>-1</sup> NaCl).

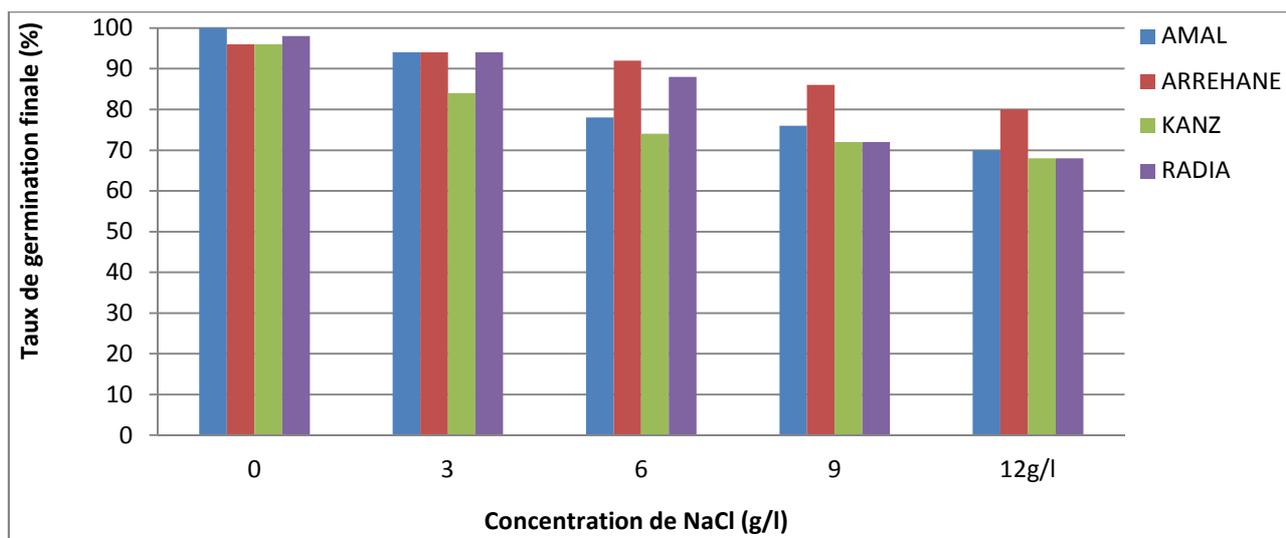


Figure (2) : Taux de germination finale des variétés Amal, Arrehane, Kanz et Radia en fonction de la concentration de NaCl au septième jour

### 3.3 EFFETS DE LA SALINITÉ SUR LE TEMPS MOYEN DE GERMINATION ( $T_m$ )

La salinité augmente la durée de la germination de toutes les variétés (Fig. 3). La variété Amal présente toujours les temps moyens de germination les plus élevés suivis par ceux de la variété Kanz.

Les effets de la salinité et de la variété ont été très hautement significatifs sur la variable  $T_m$ . Le classement des moyennes montre que les variétés se répartissent en deux groupes ( $\{Radia \text{ et } Arréhane\} < \{Amal \text{ et } Kanz\}$ ). Alors, quant à l'effet de la salinité, le classement montre que les concentrations se répartissent en quatre groupes ( $\{0\} < \{3\} < \{6 \text{ et } 9\} < \{12\}$  gL<sup>-1</sup> NaCl).

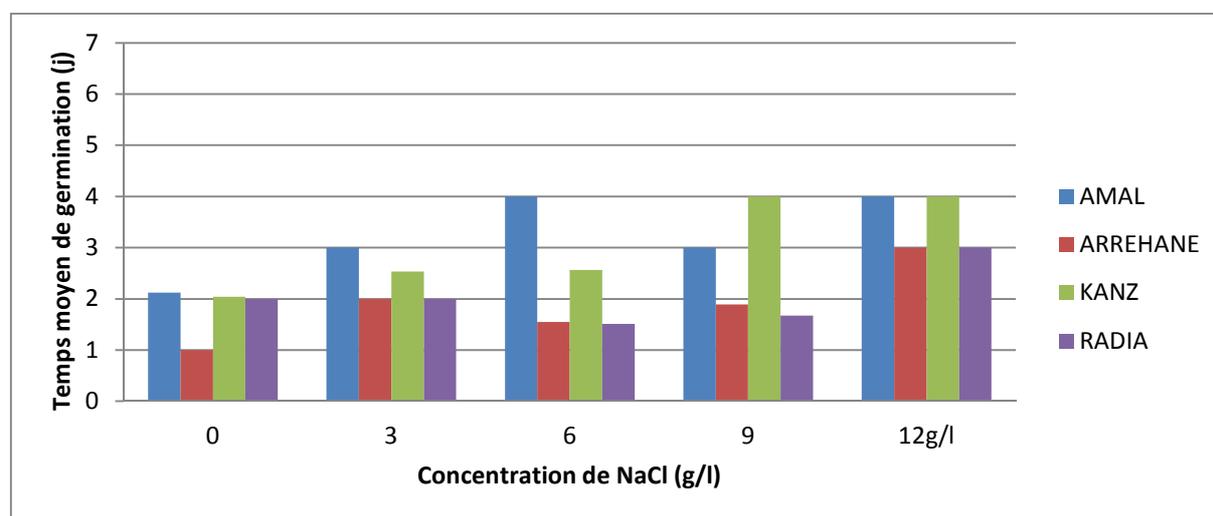


Figure (3) : Temps moyen de germination des variétés Amal, Arrehane, Kanz et Radia en fonction de la concentration de NaCl

### 3.4 EFFETS DE LA SALINITÉ SUR L'INDICE DE TAUX DE GERMINATION (ITG)

L'indice de taux de germination (fig. 4) diminue avec l'augmentation de la salinité. Cependant, les deux variétés Arrehane et Radia présentent toujours les valeurs les plus élevées. Par contre, la variété Kanz enregistre les valeurs les plus faibles.

Les pourcentages de réduction à 9 et 12 g/l NaCl sont de (88%, 64%), (167%, 115%), (65%, 54%) et (144%, 100%), respectivement chez Amal, Arrehane, Kanz et Radia.

Les effets de la salinité et de la variété ont été très hautement significatifs sur la variable ITG. Le classement des moyennes montre quatre groupes quant à l'effet de la variété (Arréhane > Radia > Amal > Kanz) et cinq groupes quant à l'effet de la salinité ( $\{0\} > \{3\} > \{6\} > \{9\} > \{12\}$  gL<sup>-1</sup> NaCl).

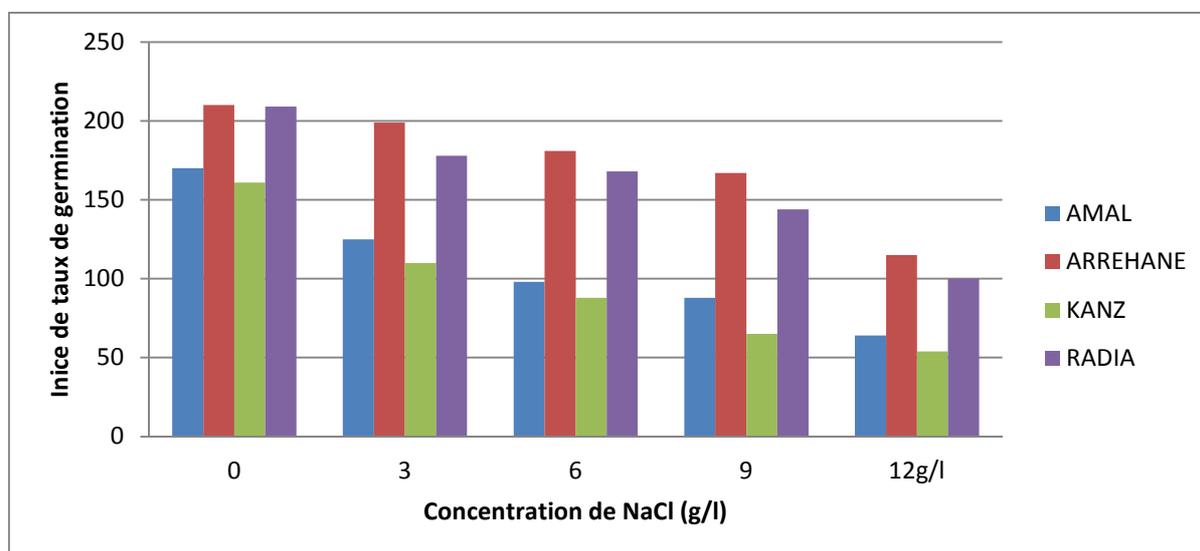


Figure (4) : Indice de taux de germination des variétés Amal, Arrehane, Kanz et Radia en fonction de concentration de NaCl

#### 4 DISCUSSION

La germination est considérée comme une étape critique dans le cycle de développement de la plante. En effet, elle conditionne l'installation de la plantule, son branchement sur le milieu, et probablement sa productivité ultérieure (Tremblin et Binet, 1984), Cela serait dû au fait que l'émergence de la radicule serait contrôlée par l'osmolarité du milieu, alors que la croissance ultérieure de la plantule serait limitée par la mobilisation et le transport des réserves vers l'axe embryonnaire (Gomes et al., 1983).

Dans un premier temps, les résultats obtenus indiquent que chez les quatre variétés, l'effet de la salinité sur la capacité germinative est variable.

L'exploitation des paramètres étudiés chez les quatre variétés, nous a permis de constater une diminution de taux de germination (TG), de la germination corrigée (GC), de l'indice de taux de germination (ITG), de coefficient de vitesse de germination (CvG) et une augmentation de temps moyen de germination (TmG).les memes résultats sont obtenus chez d'autres variétés de blé tendre (Mouhssine et al., 2015 ; Ouhaddach et al., 2015 et Frikech., 2013) ainsi que chez l'orge (Abidi et al., 2016). Toutefois, ces critères ont été affectés négativement surtout chez les variétés Amal et Kanz.

La germination des graines de blé tendre (*Triticum aestivum L.*) montre que le taux de germination et l'indice de taux de germination étaient significativement faibles, lorsque la concentration saline augmente (Mirzaei et al., 2012).

Le taux de germination en conditions de stress salin, donne toujours une idée plus au moins précise du comportement des variétés étudiées (Ben Naceur et al., 2001).

Les concentrations croissantes de NaCl utilisées pour toutes les variétés étudiées, provoquent une augmentation du temps moyen de germination (accompagnée d'une diminution de la vitesse de la germination) (Mrani Alaoui et al., 2013).

Chez d'autres plantes glycophytes comme Jojoba (*Simmondsia Chinensis*), étudiée par Berrichi et al. (2010), la germination des graines à été négativement affectée à partir de 3 g/l NaCl. Par contre l'indice de taux de germination est augmenté pour des concentrations salines comprises entre 5 et 7g/l NaCl.

Chez le Maïs (*Zea mays*), Cramer (1993) a noté que la vitesse de germination est diminuée à partir d'une faible conductivité électrique de  $1 \text{ dS.m}^{-1}$ , alors que le pourcentage de germination n'est affecté qu'au-delà d'une conductivité électrique de  $12 \text{ dS.m}^{-1}$ .

Chez le pois chiche (*Cicer arietinum*), à des concentrations salines très élevées (68 et 102 mM NaCl), le taux de germination diminue et le coefficient de vitesse se ralentit (Hajlaoui et al., 2007).

Le retard de la germination des graines avec l'augmentation de la salinité, est dû selon Bliss et al. (1986) au temps nécessaire à la graine, pour mettre en place des mécanismes permettant d'ajuster sa pression osmotique.

Cependant, la diminution du taux de germination correspond soit à une augmentation de la pression osmotique externe, ce qui affecte l'absorption de l'eau par les graines et/ou bien à une accumulation des ions  $\text{Na}^+$  et  $\text{Cl}^-$  dans l'embryon. Cet effet toxique 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 (Groome et al., 1991).

D'autres chercheurs, ont testé l'effet de la salinité sur la germination et la croissance de neuf cultivars d'orge (*Hordeum Vulgare*). Ils ont mis en évidence l'existence d'une variabilité génétique pour la tolérance à la salinité en phase de germination (El madidi et al., 2003).

Par ailleurs, le chlorure de sodium présent dans le sol ou dans l'eau d'irrigation affecte la germination des glycophytes, cet effet dépend de la nature de l'espèce, de l'intensité du stress salin et de sa durée d'application (Tobe et al., 2001).

## 5 CONCLUSION

Notre travail révèle que les différents paramètres de germination ont été affectés par la salinité et les réponses variaient selon les niveaux de salinité et la variété. L'effet de la salinité sur la germination de blé se traduit par un faible pourcentage de germination, de taux de germination, de l'indice de germination et du coefficient de la vitesse de germination, ce qui peut être le résultat d'une combinaison du l'effet osmotique et des effets ioniques spécifiques de  $\text{Cl}^-$  et  $\text{Na}^+$ . On peut confirmer que la variété Arréhane serait la plus tolérante et la variété Kanz la plus sensible.

## REFERENCES

- [1] Abdi1 N, Wasti S, Ben Salem M, El Faleh M , Mallek-Maalej E 2016. Study on Germination of Seven Barley Cultivars (*Hordeum vulgare* L.) under Salt Stress Journal of Agricultural Science; Vol. 8, No. 8; pp 87-97.
- [2] Al-Karaki G.N., 1998. Response of wheat and barley during germination to seed osmopriming at different water potential. Agron. J. and Crop Sci. 181:pp 229-235.
- [3] Belfakih M ., Ibriz M, Zouahri A., Hilali S., 2013. Effet de la salinité sur la croissance des deux variétés de bananier « grande naine » et « petite naine » et leur nutrition minérale au Maroc : Laboratoire de Génétiques Biométrie, Faculté des sciences, Université Ibn Tofail, BP 133. 14 000. Kenitra. pp : 46-80.
- [4] Ben Naceur M, Rahoume C, Sdiri H, Meddahi ML, Selmi M. effet du stress salin sur la germination, la croissance et la production en graines de quelques variétés maghrébines de blé : science et changements planétaires/ sécheresse, 2001. pp : 167-174.
- [5] Bliss R.D., Platt-Aloria K.A. & Thomson W.W., 1986. The inhibitory effect of NaCl on barley germination: Plant Cell and Env. pp 727-733.
- [6] Berrichi, A. Tazi, R. Bellirou, A. Kouddane, N. Bouali, A. 2010 IUFs Journal of biology. Maroc,. Vol 69 (1). pp : 6-7.
- [7] Czabator F.J., 1962. Germination value: an index combining speed and completeness of pine seed germination. Forest Science 8: pp 386-396.
- [8] El Madidi, S. El Baroudi, B. Bani Aameur, F. 2003. Variation de la tolérance à la salinité chez l'orge pendant germination et la croissance des plantes : Actes Inst . Agron. Vet. Maroc. Vol 23(2-4). pp : 6-7.
- [9] Frikech H; 2013. Etude de l'effet de la salinité sur la germination in vitro du blé tendre (*Triticum aestivum* ) et initiation de la callogenèse. Mémoire de Master Faculté des sciences Kenitra. 57p
- [10] Gallardo, K., Le Signor, C., Vandekerckhove, J., Thompson, R. D., & Burstin, J. (2003). Proteomics of *Medicago truncatula* seed development establishes the time frame of diverse metabolic processes related to reserve accumulation. Plant Physiol., 33, 664-682. /pp.103.025254
- [11] Gomes F.E., Prisco J.T., Campos F.A.P. and Filho E.J., 1983. Effects of NaCl salinity in vivo and in vitro ribonuclease activity of *Vigna unguiculata* cotyledons during germination: Plant Physiol. pp : 183-188.

- [12] Groome M.C., Axler S. & Gfford D.J., 1991. Hydrolysis of lipid and protein reserves in lobolly pine seeds in relation to protein electrophoretic patterns following imbibitions: *Physiology of Plant*. pp : 99-106.
- [13] Haddad L, Bouzerzour H, Benmahammed A, Zerargui H, Hannachi A, Bachir M, Salmi M, Oulmi A, Nouar, H, Laala Z 2016. Analysis of the phenotypic variability of some varieties of durum wheat (*triticum durum* desf) to improve the efficiency of performance under the constraining conditions of semi-arid environments. *J. Fundam. Appl. Sci.*, 2016, 8(3), 1021-1036.
- [14] 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*. Tunisia,. Vol 25 (3). pp : 3-6.
- [15] MADREF, 2003. Présentation du secteur céréalier : Direction de la production végétale à Rabat, ministre de l'Agriculture, du développement Rural et des Eaux et Forêts, Royaume du Maroc. pp : 11-24.
- [16] Mallek-Maalej, E., Boulasnem, F., & Ben Salem, M. (2004). Effet de la salinité sur la germination de graines de céréales cultivées en Tunisie. *Cahiers Agriculture*, 12, 153-6.
- [17] MAPM, 2007 : Ministre de l'Agriculture et de la pêche Maritime, 2007.
- [18] Marlet, S., et J.O. Job, 2006. Processus et gestion de la salinité des sols: Tiercelin, J.R.
- [19] *Traité d'irrigation*, seconde édition. Tec & Doc Lavoisier. ISBN-13. pp: 978-2743
- [20] Mirzaei A., Naseri R., Emami T., Jozeyan A., 2012. Effect of salinity on germination and seedling growth of bread wheat (*Triticum aestivum* L.). *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*. Iran. pp: 2-3.
- [21] Mrani Alaoui. M., El Jourmi. L., Ouarzane. A., Lazar. S., El Antri. S., Zahouily. M., Hmyene A., 2013. Effet du stress salin sur la germination et la croissance de six variétés marocaines de blé : Laboratoire de catalyse, chimométrie et environnement, URAC 24, FST, Université Hassan II Mohammedia Casablanca, BP 146.20650 Mohammedia, Maroc. 997-1004.
- [22] Mouhssine F, Ouhaddach M, Laklai F, Ech-cheddadi S, ElYacoubi H, Zidane L, Hmouni D , Rochdi A.2015. Etude de Quelques Paramètres de la Germination des Semences de Cinq Variétés de blé Tendre (*Triticum aestivum* L.) Soumises au Stress Salin. *European Journal of Scientific Research* Vol. 133 No 3 July, 2015, pp.320-338
- [23] Munns, R., James, R. A., Lauchli, A., 2006. Approaches to increasing the salt tolerance of wheat and other cereals. *J. Exp. Bot*, 27: 1025-1043.
- [24] Ouhaddach M., ElYacoubi H., Douaik A., Hmouni D, Rochdi A 2016. Réponse à la salinité de quelques paramètres physiologiques et biochimiques du Blé (*Triticum aestivum* L.) au stade montaison. *J. Mater. Environ. Sci.* 7 (9) 3084-3099 .
- [25] Ouhaddach M, Mouhssine F, Ech-cheddadi S, Lakalai F, ElYacoubi H, Hmouni D, Douaik A, Zidane L and 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 No 3 , pp.240-252
- [26] REKIK R, CHIBANI F., MZID R., BABAY E., HANANA M., BEN GHANEM H., NAJAR A 2016. Caractérisations biochimique et physiologique de nouvelles lignées d'orge résistantes au virus de la jaunisse nanisante. *Journal of new sciences, Agriculture and Biotechnology*, 25(7), 1173-1180 1173
- [27] Smith, S. E., & Dobrenz, A. K. (1987). Seed age and salt tolerance at germination in Alfalfa. *Crop Sci.*, 87, 1053-1056.
- [28] Tremblin G., Binet P., 1984. Halophilie et résistance au sel chez *Halopepelis amplexicaulis* (Vahl) Ung. *Oecol. Plant*. pp: 291-293.
- [29] Tobe K., Zhang L., Yu Qiu G., Shimizu H. & Omasa K., 2001. Characteristics of seeds germination in five non-halophytic Chinese desert shrub species. *J. of Arid Envir.* 47, 191-201.