

EFFET DU CHROME HEXAVALENT (K_2CrO_7) SUR LA GERMINATION D'*Atriplex halimus* L.

SAIDANI E., NEDJIMI B.

Université de Djelfa, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Laboratoire d'Exploration et de Valorisation des Écosystèmes Steppiques, Cité Aïn Chih, BP3117 Djelfa 17000, Algérie.

Résumé : Notre étude a pour objectif de déterminer l'effet d'un polluant toxique sur la germination des graines d'*Atriplex halimus*, halophyte d'une grande importance fourragère et écologique. Les semences ont été mises à germer en présence du K_2CrO_7 (0, 1mM, 10 mM, 20 mM, 50 mM, 100 mM et 150 mM) avec une photopériode de 16h de lumière et 8h d'obscurité. Les résultats obtenus ont montré que les graines de cette espèce se caractérisent par une bonne aptitude à germer et leur faible sensibilité en présence de 1mM K_2CrO_7 . Le seuil de sensibilité de la germination qui cause 25% de réduction est de l'ordre de 10.5 mM K_2CrO_7 . *A. halimus* peut être considéré comme une espèce hautement tolérante au chrome pendant sa phase germinative.

Mots-clés: *Atriplex halimus*, chrome hexavalent, métaux lourds, taux de germination, dépollution.

EFFECT OF HEXAVALENT CHROMIUM (K_2CrO_7) ON GERMINATION OF *Atriplex halimus* L.

Abstract: *Atriplex halimus* is a perennial halophyte, which is widely distributed in the Algerian salt steppes. This study reports the effect of Hexavalent chromium (K_2CrO_7) on the germination this species. Seeds were germinated in presence of ten metal concentrations (0, 1, 10, 20, 50, 100 and 150 mM K_2CrO_7) and 16h/8h of photoperiod. Results showed that seeds were characterized by low sensitivity to 1mM K_2CrO_7 . The threshold of sensitivity of germination was about 10.5 mM K_2CrO_7 . *A. halimus* is highly tolerant of chromium pollution at germination stage.

Key words: *Atriplex halimus*, hexavalent chromium, heavy metals, rate of germination, depollution.

Introduction

Les métaux lourds sont des polluants engendrés par l'activité humaine qui ont un fort impact toxicologique. Ils ont des effets néfastes sur les végétaux, les denrées alimentaires et sur la santé humaine [1]. Ces dernières années, la contamination de l'environnement par le chrome est devenue un problème majeur. Sous sa forme hexavalente (Cr IV), il est hautement toxique pour les animaux et les végétaux [2].

La capacité d'une plante à résister ou à tolérer la toxicité aux métaux lourds dépend de son aptitude à maintenir la germination dans un environnement pollué [3]. Compte tenu de l'importance de la phase germinative dans le déroulement des stades ultérieurs du développement de toute espèce végétale il s'avère indispensable d'étudier le comportement germinatif et d'évaluer la tolérance vis à vis d'un stress métallique.

En Algérie *A. halimus* est une espèce halophyte autochtone qui pousse généralement sur des sols salés et en bordures des chotts et des sebkhas. Son importance fourragère s'explique par sa richesse en azote, son adaptation à la sécheresse et à la salure, le maintien de son feuillage vert durant toute l'année et par sa tolérance au pâturage [4].

Les espèces du genre *Atriplex* sont testées à des fins de phytoremédiation pour décontaminer les sols pollués par les métaux lourds. *Atriplex halimus* peut être planté pour stabiliser les sols et pourrait contribuer à leur désalinisation, dans les régions arides [5]. L'espèce est présente, à l'état spontané, sur d'anciens sites miniers contaminés par divers métaux lourds. Des études récentes ont permis de souligner le caractère prometteur de l'espèce qui, soumise à une importante dose de cadmium (Cd), est capable d'accumuler des quantités importantes de cet élément sans

présenter d'inhibition de croissance ou d'augmentation de la mortalité [6]. Cependant, peu d'études ont porté jusqu'à présent sur l'évaluation de la tolérance de cette espèce au chrome (Cr). Dans ce contexte, une expérience a été menée avec des gaines d'*A. halimus* en condition contrôlées pour évaluer l'effet de K_2CrO_7 sur la germination de cette halophyte.

1. Matériel et méthodes

Le facteur de variation étudié est la concentration de chrome hexavalent (K_2CrO_7) qui est réputé pour être hautement toxique. Ce sel a été retenu en raison de sa grande solubilité qui lui confère une mobilité élevée en solution du sol. Pour déterminer l'effet de K_2CrO_7 sur la germination d'*A. halimus* et déterminer le seuil critique de sensibilité de cette espèce, nous avons utilisés sept (07) concentrations de K_2CrO_7 à savoir ; 0, 1, 10, 20, 50, 100 et 150 mM.

Après décortication de leurs valves fructifères, les graines sont mises à germer par lot de 100 graines pour chaque traitement dans des boîtes de pétri de 9 cm de diamètre, tapissées de papier filtre stérilisé et fermées hermétiquement, à raison de 25 graines/boîte, soit 04 répétition par traitement [7]. Le papier filtre est humecté au départ, et puis toutes les 24 heures avec 05 ml d'eau distillée (témoin) ou avec les différentes solutions de (K_2CrO_7).

Les boîtes sont déposées dans un incubateur dont la température est réglée à $20\pm 1^\circ C$. la photopériode est de 16 heures de lumière et 08 heures d'obscurité et l'éclairage est assuré par un dispositif lumineux composé de tubes fluorescents (Figure 1). Les graines germées sont dénombrées toutes les 24 heures, sur la base de l'apparition d'une radicule de 1mm environ a été utilisée.

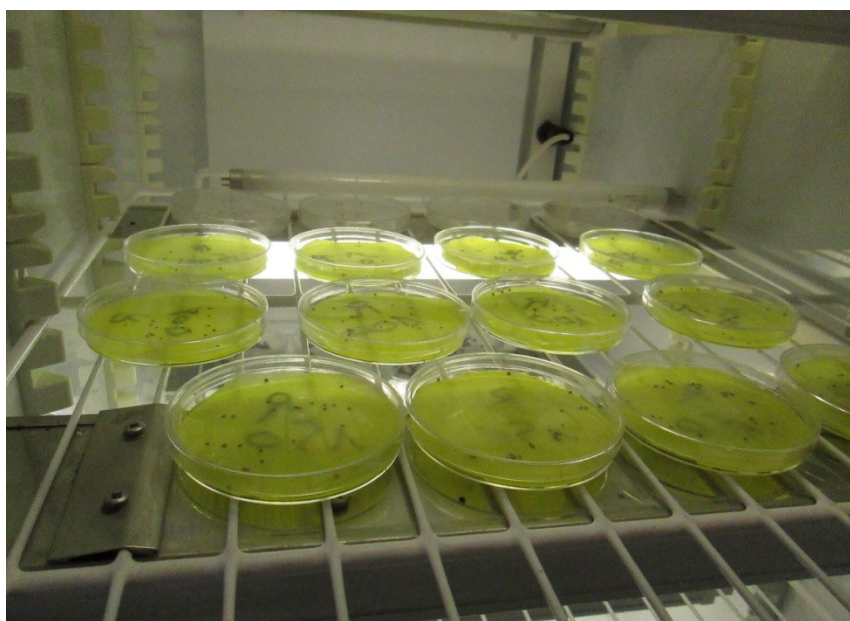


Figure 1: Graines d'*A. halimus* dans l'incubateur de germination

2. Résultats et discussion

2.1. Taux de germination

Les résultats obtenus montrent que le pourcentage de germination des graines d'*A. halimus* obtenu au bout de 15 jours

varie en fonction de la concentration en K_2CrO_7 du milieu (Figure 2). En absence de chrome le taux de germination est de 84%. Pour le milieu contenant 1mM de K_2CrO_7 la capacité germinative a augmenté de 4% par rapport à celle obtenue chez les

graines témoins. Cependant avec les concentrations 10, 20 et 50 mM K_2CrO_7 , le taux de germination a diminué respectivement de 16%, 23% et 21% par rapport au témoin. Le pourcentage des

graines germées baisse au niveau du traitement 100 mM et devient encore plus faible pour la concentration de 150 mM K_2CrO_7 (diminution de 81%).

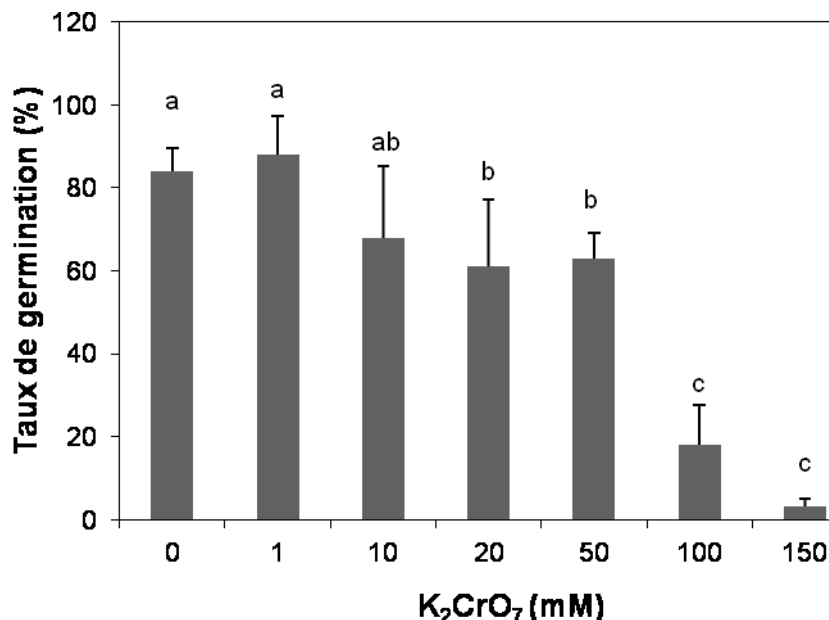


Figure 2: Effet du K_2CrO_7 (0, 1, 10, 20, 50, 100 et 150 mM) sur le taux de germination des graines d'*A. halimus*. Les barres représentent la moyenne \pm Ecart-type ($n=4$ répétitions). Les différentes lettres au-dessus des barres indiquent une différence significative à $P < 0.001$ selon le test de *Tukey*.

Statistiquement, l'analyse de la variance montre qu'il existe un effet très hautement significatif ($P < 0.001$) de la concentration en K_2CrO_7 sur le taux de germination (Tableau 1).

Par ailleurs, le test de *Tukey* au seuil de 5%, met en évidence une différence significative entre les

concentrations 1 mM K_2CrO_7 (groupe a), et le groupe b qui correspond à une concentration de 20 mM K_2CrO_7 (Figure 2). Le seuil de sensibilité de la germination au K_2CrO_7 se situerait dans l'intervalle des concentrations comprises entre 1 et 20 mM K_2CrO_7 .

Tableau 1: Analyse de la variance du pourcentage de germination des graines d'*A. halimus* en fonction des différentes concentrations en K_2CrO_7 ($n=4$).

Effet	DDL	S.C.E	C.M	Test F	P
Ordre origine	1	84700	84700	735	0.00001
Var. Facteur (K_2CrO_7)	6	25088	4181.33	36.28	0.00001
Erreur	21	2420	115.24		
Total	27	27508			

Les plantes hyper-accumulatrices des métaux lourds présentent un intérêt pratique puisqu'elles pourraient être

utilisées pour décontaminer des sols pollués par ces métaux (phytoextraction). A plus grande échelle, le chrome est

principalement rejeté dans l'environnement à la suite d'activités humaines comme l'exploitation minière, l'incinération de déchets... A doses élevées, le chrome devient toxique; pour la santé humaine, il peut entraîner des manifestations de tératisme. De plus, les composés du chrome sont cancérigènes.

Nos résultats montrent que les graines d'*A. halimus* tolèrent une toxicité du chrome jusqu'à 20 mM avec un taux de germination de 61%. Chidambaram et al. [9] ont noté chez *Vigna mungo*, une réduction du taux et de la vitesse de germination des graines en additionnant 200 mg/l de chrome dans le milieu de culture. Datta et al. [10], en étudiant la germination chez cinq variétés de blé (HD2956, HD2932, DBW14, KO512 et WH775) ont trouvé que, la présence de Cr

dans le milieu se traduit par un allongement de la phase de latence, et un allongement de la période d'extrusion (phase durant laquelle la racicule perce le tégument).

2.2. Vitesse de germination

Selon la Figure 3, une phase de latence a été observée chez les graines semées en présence de concentrations élevées de chromate de potassium. La durée de cette phase est variable selon la concentration du chrome. Elle est courte, de l'ordre de moins de 24 heures, chez les graines témoins et celles soumises à des concentrations jusqu'à 20 mM de K_2CrO_7 . Cependant, elle peut atteindre 4 à 7 jours chez les gaines traitées par 100 et 150 mM K_2CrO_7 .

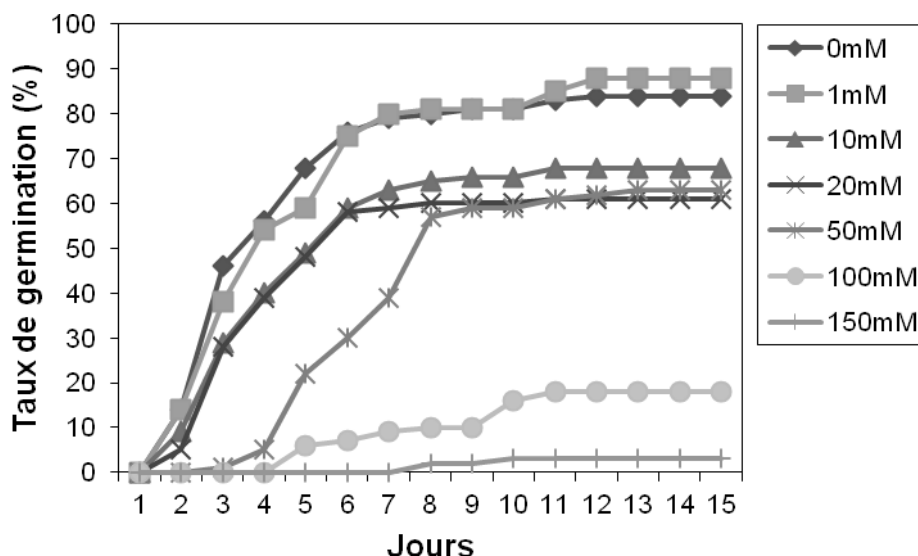


Figure 3: Effet du K_2CrO_7 (0, 1, 10, 20, 50, 100 et 150 mM) sur la vitesse de germination des graines d'*A. halimus* ($n=4$, $P<0.001$).

2.3. Le taux de réduction

La recherche de la meilleure fonction d'ajustement statistique de la relation entre le taux de germination et la concentration en K_2CrO_7 aboutit à une équation de la forme linéaire suivante (Figure 4) :

$$y = -0.54x + 80.76, \quad R^2 = 0.94$$

Où : y = Le taux de germination.

x = La concentration en K_2CrO_7 .

Le coefficient de détermination montre que 94% de la variance des taux de germination sont expliqués par le gradient de concentration en K_2CrO_7 .

La recherche du seuil critique admissible ou seuil de toxicité sera calculé pour une réduction du taux de germination de 25% [8]. Le résultat est égal à 10.50 mM K_2CrO_7 , ce résultat confirme le test de Tukey, et situe de façon plus précise le

seuil de sensibilité ou de tolérance d'*A. halimus* au K_2CrO_7 .

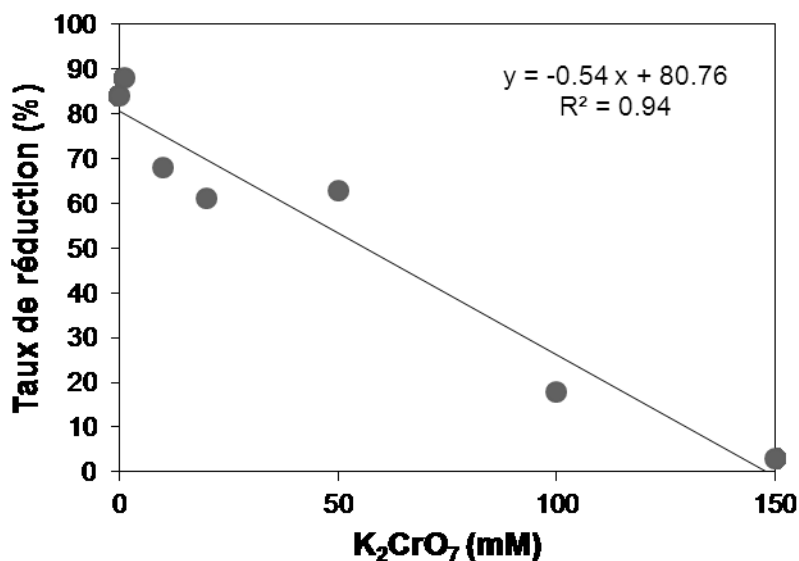


Figure 4: Ajustement statistique de la relation entre le taux de germination des graines d'*A. halimus* et la concentration du milieu en K_2CrO_7 ($n=4$, $P<0.001$).

2.4. Taux de récupération

L'étude de ce paramètre permet de qualifier l'action osmotique et /ou toxique du chrome hexavalent sur la capacité germinative. En effet, Les graines n'ayant pas germé durant les différents traitements, ont été rincées avec de l'eau distillée puis placées dans des boîtes de pétri et irriguées avec 5ml d'eau distillée. Après ce test, aucune graine n'a germé. Ce résultat permet d'évoquer un effet osmotique de ce métal. Les métaux lourds peuvent affecter la germination de la graine en limitant l'approvisionnement en eau (stress osmotique) et/ou en provoquant des toxicités spécifiques d'ions (stress ionique). Selon Khan [11], un pourcentage élevé de récupération de la germination indique que la germination précédente a été inhibée par un effet osmotique, par contre, une faible germination pourrait indiquer une toxicité ionique spécifique.

Conclusion

L'effet du Cr sur la germination d'*Atriplex halimus* L. a été examiné lors de cette étude. Les résultats rapportés

montrent que cette espèce tolère bien la présence de fortes concentrations en chrome durant le stade de germination. Sa culture peut être envisagée pour décontaminer les sols pollués par ce métal fortement toxique.

Remerciements

Ce travail est financé par le Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique Algérien (Projet PNR n°. 1/U7/7606). Nous remercions vivement l'expert anonyme pour ses commentaires constructifs.

Références bibliographiques

- [1].- Di Benedetto M. 1997 - Méthodes spectrométriques d'analyse et de caractérisation. Dossier SAM, les métaux lourds. Axe " Génie des Procédés", centre SPIN, Ecole des Mines de Saint-Etienne. 49p.
- [2].- Gaste H., Basly J.Ph., Botineau M., Verger J P. 2005 - Bioaccumulation du chrome et du nickel par *Cladonia portentosa*, *Hedwigia ciliata*, *Armeria arenaria* et *Festuca lemanii* en milieu

serpentinique (Lande du Cluzeau, Haute-Vienne). *Annales Scientifiques du Limousin*; 16 : 23 – 33.

[3].- Peralta J.R., Gardea T.J.L., Tiemann K.J., Gomez E., Arteaga S., Rascon E., Parsons J.G. 2001 - Uptake and effects of five heavy metals on seed germination and plant growth in alfalfa (*Medicago sativa*) L. *Environmental Contamination and Toxicology*; 66: 727– 734.

[4].- Nedjimi B. 2012 - *Atriplex halimus* subsp. *schweinfurthii* (Chenopodiaceae): A native species in salt steppes of Algeria – A Review. In: Lluvia Marín and Dimos Kovač (Eds.) Native Species: Identification, conservation and restoration. Nova Science Publishers, Inc. New York: 155-168.

[5].- Nedjimi B., Daoud Y. 2009a - Effects of calcium chloride on growth, membrane permeability and root hydraulic conductivity in two *Atriplex* species grown at high (sodium chloride) salinity. *Journal of Plant Nutrition*; 32:1818 -1830.

[6].- Nedjimi B., Daoud Y. 2009b - Cadmium accumulation in *Atriplex halimus* subsp. *schweinfurthii* and its influence on growth, proline, root hydraulic conductivity and nutrient uptake. *Flora*; 204:316-324

[7].- Bajji M., Kinet J.M., Lutts S. 1998 - Salt stress effects on roots and leaves of *Atriplex halimus* L. and their corresponding callus cultures. *Plant Science*; 11(137): 131-142.

[8].- Maas E.V. 1990 - Crop salt tolerance. In: Tanji, K.K. (Ed.), Agricultural Salinity Assessment and Management. ASCE Manuals and Reports on Engineering No. 71, ASCE, New York, pp: 262-304.

[9].- Chidambaram A., Sundaramoorthy P., Murugan A., Sankar G.K., Baskaran L. 2009 - Chromium induced cytotoxicity in Black gram (*Vigna mungo* L.). *Iranian Journal of Environment Health Science Engineering*; 6: 17-22.

[10].- Datta J.K., Bandhyopadhyay A., Banerjee A., Mondal N.K. 2011- Phytotoxic effect of chromium on the germination, seedling growth of some wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars under laboratory condition. *Journal of Agricultural Technology*; 7(2): 395-402.

[11].- Jamal S.N., Iqbal M.Z., Athar M. 2006 - Phytotoxic effect of aluminum and chromium on the germination and early growth of wheat (*Triticum aestivum*) varieties Anmol and Kiran. *International Journal of Environmental Science Technology*; 3(4): 411-416.

[12].- Khan M.A. 2002 - Halophyte seed germination: Success and Pitfalls. In: Hegazi A.M., El-Shaer H.M., El-Demerdashe S., Guirgis R.A., Abdel Salam Metwally A., Hassan F.A., Khashaba H.E. (Eds.) Optimum resource utilization in salt affected ecosystems in arid and semi-arid regions. International symposium , Desert Research Center, Cairo, Egypt pp. 346-358.