

## EFFET DU KCL SUR LES PARAMÈTRES PHYSIOLOGIQUES, BIOCHIMIQUES ET LA CROISSANCE DU *ROBINIA PSEUDOACACIA* L.

TAMINDJOUTE Hayette<sup>1\*</sup>, HAMADI Fatma Zohra<sup>1</sup> et BENRIMA Atika<sup>2</sup>

1. Université de Blida 1, Département de Biotechnologie et Agro-Écologie, Laboratoire de Biotechnologie des Productions Végétales, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, B.P. 270, route de Soumâa, Blida, Algérie.
2. Université de Ghardaïa, Faculté SNVST, Noumerate, Ghardaïa.

Reçu le 28/12/2022, Révisé le 14/05/2023, Accepté le 05/06/2023

### Résumé

**Description du sujet :** *Robinia pseudoacacia* L. est une espèce envahissante majeure dans le monde et est utilisé dans la production forestière, cette espèce est capable de s'adapter dans de nouveaux habitats et de nouvelles conditions environnementales.

**Objectifs :** Etude des contraintes saline sur les plantules *Robinia pseudoacacia* pour réguler la propagation de cette espèce.

**Méthodes :** L'expérimentation a été réalisée sous serre, les plantules âgées de 3 mois ont été obtenues à partir de graines issues de la région de Chréa. Le stress salin a été induit par l'ajout à la solution KCl. Après 10 jours, des paramètres physiologiques et biochimiques ont été mesurés.

**Résultats :** L'application de solutions saline de KCl aux plantules du *Robinia pseudoacacia* L. induit une diminution de la surface foliaire, de la longueur des plantules. Sous stress salin, Une accumulation importante de proline et de sucres solubles est enregistrée. Les plantules stressées par les doses inférieures à 400 mM, maintiennent une teneur relative en eau stable par rapport aux plantules témoins.

**Conclusion :** L'étude de l'effet de la salinité sur la croissance, ainsi que les paramètres biochimiques (sucres totaux et proline) nous a permis d'évaluer l'effet dépressif que joue la salinité sur les plantes.

**Mots clés:** KCl ; paramètres physiologiques et biochimiques ; *Robinia pseudoacacia* L. ; stress salin.

## EFFECT OF KCL ON THE PHYSIOLOGICAL, BIOCHEMICAL PARAMETERS AND GROWTH OF *ROBINIA PSEUDOACACIA* L

### Abstract

**Description of the subject:** *Robinia pseudoacacia* L. it is a major invasive species in the world and is used in forest production, this species is able to adapt to new habitats and new environmental conditions.

**Objective :** Study of saline constraints on *Robinia pseudoacacia* L. seedlings to regulate the spread of this species

**Methods :** The experiment was conducted in greenhouses, seedlings 3 months old were obtained from seeds from the region of Chrea. Saline stress was induced by addition to KCl solution. After 10 days, physiological and biochemical parameters were measured.

**Results :** The application of saline solutions of KCl to the seedlings of *Robinia pseudoacacia* L induces a decrease in the leaf area of the seedlings length. Under saline stress, a significant accumulation of proline and soluble sugars is recorded. Seedlings stressed by doses below 400 mM, maintain a stable water content compared to control seedlings.

**Conclusion :** Study of the effect of salinity on growth, as well as biochemical parameters (total sugar and proline) allowed us to assess the depressive effect of salinity on plants

**Keywords :** KCl ; physiological and biochemical parameters ; *Robinia pseudoacacia* L ; saline stress.

\*Auteur correspondant: TAMINDJOUTE Hayette, E-mail: [hayettamindjoute@gmail.com](mailto:hayettamindjoute@gmail.com)

## INTRODUCTION

A l'échelle mondiale, Les espèces exotiques envahissantes (EEE) sont devenues une problématique importante par leur impact négatif qui menace la biodiversité, l'environnement, les services écosystémiques associés, l'économie et la société. *Robinia pseudoacacia* L. est une espèce d'arbre originaire d'Amérique du nord introduite en Europe en 1601 [1, 2, 3,4]. Dans l'aire de répartition naturelle, *Robinia pseudoacacia* se trouve en association dans des peuplements purs et mixtes avec le pin à feuilles courtes (*Pinus echinata* Mill.), du pin des montagnes de la Table (*Pinus pungens* Lamb.), du peuplier jaune (*Liriodendron tulipifera* L.), du chêne blanc (*Quercus alba* L.) et le chêne rouge du Nord (*Quercus rubra* L.) [5]. En termes de surface, il est la troisième essence feuillue à croissance rapide la plus plantée dans le monde, après l'eucalyptus et les peupliers hybrides. Actuellement, cette espèce d'arbre feuillu est présente dans quarante-deux pays européens et couvre une superficie totale de plus de 2 306 000 ha elle est plus répandue dans quelques pays tel que la Hongrie, l'Ukraine, la Pologne, la Roumanie, l'Italie, la France, la Serbie, la Slovénie et la Bulgarie [6]. En Algérie, les invasions végétales ont été peu étudiées, seuls les travaux réalisés par Le Floc'h *et al.* [7], Véla [8] et Meddour & El Mokni [9] ont été exploités. Cette espèce a suscité un intérêt important en raison de sa tolérance à la sécheresse (cette essence est largement plantée dans les régions tempérées à travers le monde), sa croissance très rapide et la présence nodule qui hébergent une bactérie du genre *Rhizobium* mais la capacité fixatrice de cette espèce n'a jamais été évaluée [10, 11,12].

## MATÉRIEL ET MÉTHODES

### 1. Matériel végétal

Les graines de *R. pseudoacacia* L. ont été récoltées au mois de décembre 2020 dans la région de chréa située au sud de la wilaya de Blida, sur les hauteurs de la ville de Blida,

à environ 18 km au sud-est de Blida et à environ 64 km au sud-ouest d'Alger et à environ 26 km au nord-est de Médéa (Fig. 1).

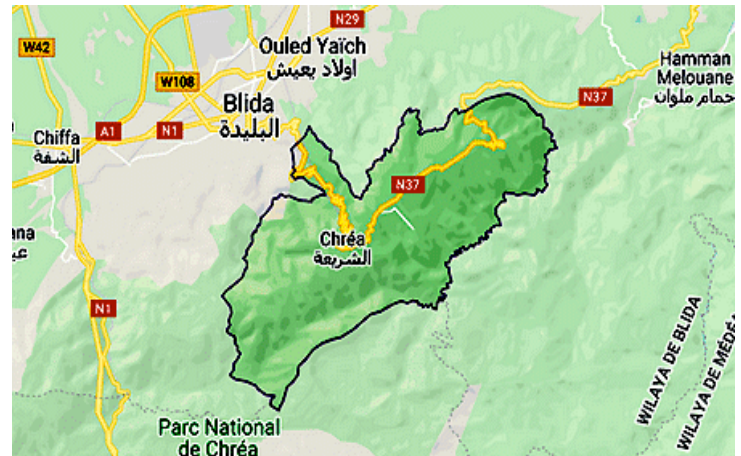


Figure 1: Carte géographique indiquant le site d'origine du matériel végétal

### 2. Préparation des graines

Les graines de *R. pseudoacacia* L. ont subi une étape de désinfection qui consiste à les tremper dans l'eau de javel pendant 30 secondes et rincées à l'eau distillée abondamment. Elles ont ensuite subi une scarification mécanique. Les graines au nombre de 10 sont mises à germer dans des boîtes de Pétri de 9 cm de diamètre tapissé de papier filtre. Après la germination des graines à l'étuve à 25°C, un repiquage des jeunes germes en place définitive dans des pots remplis de d'un mélange du sol et de tourbe avec Un arrosage tous les deux jours. Après trois mois de repiquage, le stress salin est appliqué aux plantules par l'utilisation des concentrations suivantes : Témoin : eau, Traitement 1 : eau + 100 mmoles de KCL soit 7.45 g/l, Traitement 2 : eau + 200 mmoles de KCL soit 14.91 g/l, Traitement 3 : eau + 300 mmoles de KCL soit 22.36 g/l, Traitement 4 : eau + 400 mmoles de KCL soit 29.82 g/l. (Fig. 2).

Les plantules sont arrosées un jour sur deux avec les solutions salines déjà préparées. Après 15 jours, les plantules sont prélevées pour effectuer les mesures et les analyses nécessaires.



Figure 2: plantule du *Robinia pseudoacacia* L. (âgées de 3 mois)

A : plantules non stressées ; B : plantules stressées

### 3. Paramètres mesurés

-Surface foliaire : Par l'utilisation du logiciel Digimizer

-Longueur : la longueur de la plante entière (en cm) est mesurée à l'aide d'une règle graduée.

-Teneur relative en eau : La teneur en eau des plantules a été déterminée par le calcul du poids frais (PF) de chaque échantillon, Après les avoir trempées dans l'eau distillée pendant 24 heures, le poids à turgescence (PT) a été déterminé. Enfin les échantillons ont été mis à sécher dans l'étuve à 70°C pendant 48 heures afin de déterminer le poids sec (PS). La teneur relative en eau a été calculée selon la formule  $TRE (\%) = (PF - PS) / (PT - PS) \times 100$ .

-Teneur en sucres solubles totaux : Le dosage des sucres solubles totaux a été mesuré selon le protocole de [13]. L'extraction se fait par le mélange de 100 mg de matière fraîche et de 2 ml d'éthanol 80%, l'ensemble est mis à incuber sous obscurité pendant 48h. A l'issue de cette étape, les tubes à essai sont placés dans un bain-Marie à 70° C jusqu'à évaporation totale de l'alcool. Après refroidissement, le volume de chaque tube à essai est complété à 20 ml par l'eau distillée. Un prélèvement de 1 ml de cette solution est mélangé avec 1 ml de phénol 5%. L'ajout de 5 ml d'acide sulfurique concentré permet l'apparition d'une solution jaune orangée à la surface. Les tubes sont passés au

vortex, laissés incuber pendant 10 minutes puis placés au bain-Marie à 30° C pendant 10 à 20 minutes. La lecture de l'absorbance se fait à l'aide d'un spectrophotomètre (UVmini-1240) à une densité optique de 490 nm. La formule utilisée pour le calcul des concentrations est la suivante :

Sucres solubles ( $\mu\text{g/g MF}$ ) = D.O 490  $\times$  1,657.  
D.O : Densité optique

-Teneur en proline : La méthode utilisée est celle de Dreier *et al.* [14] in Monneveux & Nemmar [15] simplifiée et mise en point. Le dosage de la proline est réalisé à partir de 100 mg de matière végétale fraîche broyée dans 2 ml de méthanol à 40%. Le mélange est chauffé au bain marie à 85°C pendant une heure en prenant soin de recouvrir les tubes avec du papier aluminium ou des bouchons portant un joint pour éviter la volatilisation de l'alcool. Après refroidissement, 1 ml de l'extrait est prélevé auquel sont ajoutés 1ml d'acide acétique glaciale puis 1 ml de réactif de Ninhydrine (1%). Les tubes sont alors homogénéisés et placés dans un bain marie à 95°C pendant 30mn. Après virage au rouge de la solution, les tubes contenant le milieu réactionnel ont été refroidis avant d'ajouter 5ml de toluène. Après passage au vortex, deux phases se développent : La phase supérieure colorée, organique, contenant la proline est prélevée. La phase inférieure aqueuse, sans Proline, est éliminée.

Du sulfate de sodium ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) a été ajouté à l'aide d'une spatule à la phase supérieure afin d'éliminer l'eau qu'elle contient. Les densités optiques des échantillons sont ensuite lues au spectrophotomètre à une longueur d'onde de 520nm. Les valeurs obtenues sont converties en concentration en proline à l'aide d'une courbe étalon préalablement établie à partir d'une série de solutions de concentration en proline déterminées, préparées à partir d'une solution mère de 1000mg/ml.

#### 4. Analyses statistiques

L'ensemble des mesures ont été réalisées en 5 répétitions. Les analyses de la variance ont été réalisées sur des moyennes homogènes. Les contributions significatives retenues sont au seuil d'une probabilité de 5%, les calculs ont été déroulés par le logiciel logiciel SPSS [V.20]

## RÉSULTATS

### 1. Variations de la surface foliaire

Variation de la surface foliaire La figure montre que chez les plantules *Robinia pseudoacacia* L. plus la contrainte saline devient sévère, plus la surface foliaire diminue. Par ailleurs, la valeur maximale est observée chez les plantules témoins nous notons une surface foliaire de 15,719 cm<sup>2</sup>. Chez les plantules traitées par t1 la valeur de la surface foliaire diminue progressivement pour atteindre 10,403cm<sup>2</sup>. Ces valeurs continuent à chuter où nous enregistrons 8,338 et 5,137cm<sup>2</sup> pour les traitements t3 et t4 respectivement. Ces résultats sont confirmés par l'analyse statistique la nova qui montre qu'il y'a une différence significative entre les moyennes de la surface foliaire ( $p=0.007$  ;  $F=5,325$  ;  $p<0,05$ ) (Fig. 3).

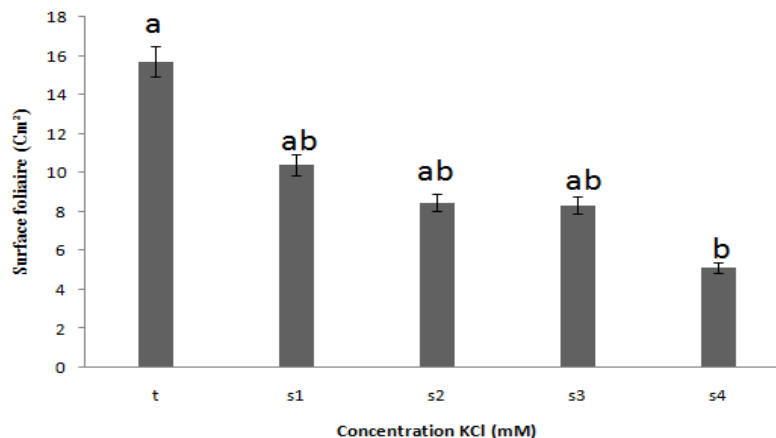


Figure 3: Variations de la surface foliaire des plantules de *Robinia pseudoacacia* L.  
t : Témoin ; s1 :100 mM ; s2 : 200 mM ; s3: 300 mM ; s4: 400 mM

### 2. Variations des longueurs de la tige

La longueur de la tige est fortement atteinte par la présence du sel aux différentes concentrations utilisées. Nous avons noté une valeur de 10,85 cm chez le témoin, qui diminue avec l'augmentation de la concentration en KCl pour atteindre un minimum de 8,1 cm à la concentration 400 mM. Ces résultats sont confirmés par l'analyse statistique qui montre une différence très significative entre les moyennes de la longueur des tiges pour les

différents traitements ( $p=0,00014$ ;  $F=12,009$  ;  $p < 0.005$ ) (Fig. 4).

### 3. Variations de la teneur en eau

Les résultats obtenus dans la figure 5, montrent que la forte concentration (s4: 400 Mm) conduit à une réduction de la teneur en eau d'une manière très significative par comparaison aux autres traitements ( $p=0.0078$  ;  $F=79,73$  ;  $p < 0.01$ ) (Fig. 5).



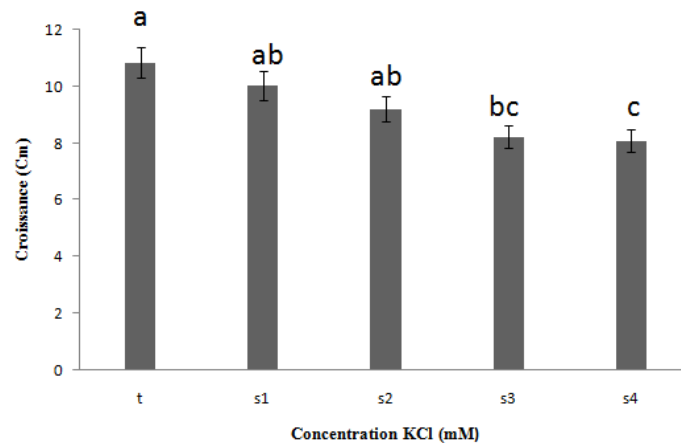


Figure 4: Variation des Longueurs de la tige en fonction des traitements  
 t : Temoin ; s1 :100 mM ; s2 : 200 mM ; s3: 300 mM ; s4: 400 mM

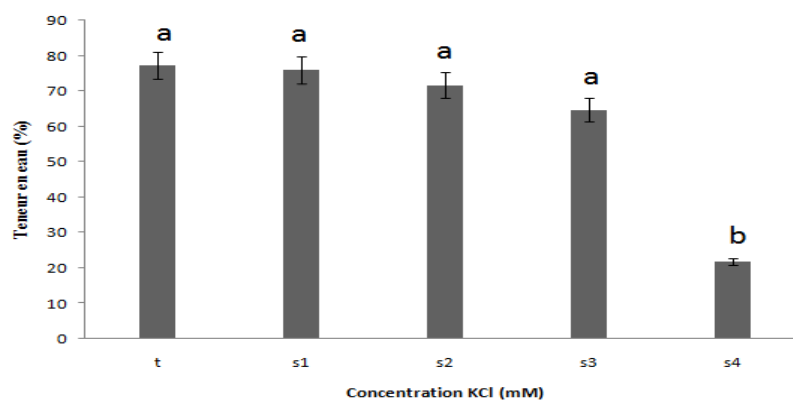


Figure 5 : Variations de la teneur en eau des plantules *Robinia pseudoacacia* L.  
 t : Temoin ; s1 :100 mM ; s2 : 200 mM ; s3: 300 mM ; s4: 400 mM

**4. Variations de la teneur en sucre totaux**

Les résultats obtenus dans la figure 6, montrent qu'il y a une hausse des taux en sucres solubles en présence de stress salin (S1, S2, S3, S4) par rapport au témoin avec un pique remarquable pour la concentration s2 (200 mM). Les

analyses statistique révèle très hautement significative des traitements testés sur la teneur en proline ( $p=1,689 \times 10^{-10}$ ;  $F=113,307$ ;  $p < 0.001$ ) (Fig. 6).

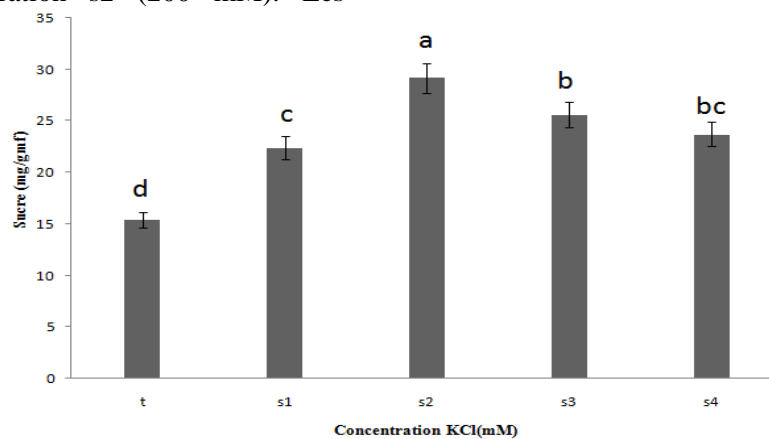


Figure 6 : Variations Teneur en sucres solubles des plantules *Robinia pseudoacacia* L.  
 t : Temoin ; s1 :100 mM ; s2 : 200 mM ; s3: 300 mM ; s4: 400 mM

### 5. Variations de la teneur en Proline

A partir des résultats obtenus dans la figure, on note que la teneur en proline accroit significativement avec l'augmentation de la concentration en sel de 0 jusqu'à 400 mM avec une valeur allant de (0,778 mg/gmf) chez les plantules témoins et de (1,239 mg/gmf jusqu'à

3,729 mg/gmf) chez les plantules stressées qui produisent des quantités de proline beaucoup plus importante. L'analyse, montre l'existence d'une différence très hautement significative des traitements testés sur la teneur en proline ( $p=8,619 \times 10^{-7}$  ;  $F=27,884$  ;  $p < 0.001$ ) (Fig. 7).

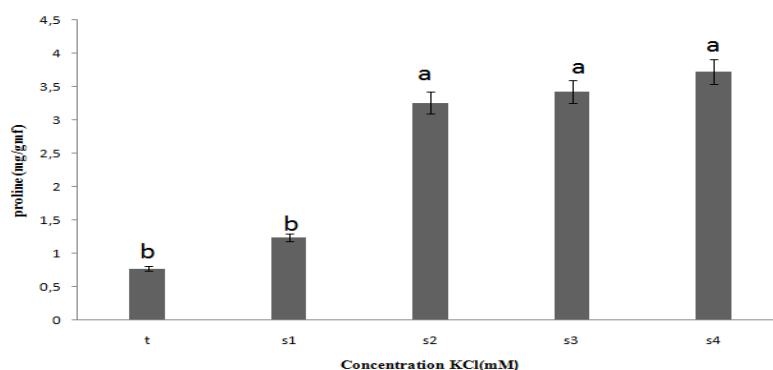


Figure 7: Variations de la teneur en proline des plantules *Robinia pseudoacacia* L.  
t : Témoin ; s1 : 100 mM ; s2 : 200 mM ; s3 : 300 mM ; s4 : 400 mM

## DISCUSSION

Dans la présente étude, les résultats indiquent que la réponse des plantules du Robinier (*Robinia pseudoacacia*) à la contrainte saline varie en fonction des concentrations. La tolérance à la salinité du Robinier (*Robinia pseudoacacia*) a été étudiée à travers leur capacité de développement en présence de KCl, les plantules stressées avec différentes doses (100 mM ; 200 mM ; 300 mM ; 400 mM) présentent une différence très significative de longueur, de surface foliaire et de teneur en eau avec les plantules témoins. En effet, l'augmentation des concentrations du KCl (100 mM et 200 mM , 300 mM et 400 mM) provoque une diminution très significative de la hauteur moyenne des tiges et la surface foliaire. Les plantules du robinier ont commencé à flétrir après 10 jours et certaines plantes sont mortes après 15 jours sous stress salin. De plus, le traitement au sel a significativement inhibé la croissance des plantes ce qui confirme les résultats de Wang et al. [16]. Plusieurs auteurs avaient montré que les plantes soumises aux stress abiotiques (salin et hydrique) ont tendance à réduire la surface foliaire [17]. La teneur relative en eau diminue significativement chez les plantules stressées par 400 mM de KCl, ce qui confirme les résultats de Kaddour [18], qui montrent que les différentes concentrations en sel ont provoqué une diminution de la teneur relative en eau.

De nombreux travaux rapportent que la proline s'accumule dans la plante lorsqu'elle se trouve en conditions défavorables [19]. La teneur en proline est considérée comme une analyse rapide et efficace pour détecter la tolérance des plantes à la salinité [20]. Le sel inhibe tous les paramètres de croissance des plantes, ceci s'explique par le fait que l'augmentation de la salinité entraîne une diminution de l'hydratation des tissus et une réduction de l'expansion cellulaire, par conséquent une diminution de nombre de feuilles et de la biomasse des plantes [21]. Les différences d'accumulation des solutés (Acides aminés libres, la proline et les sucres solubles totaux) entre les plantes témoins et les plantes soumises au stress salin sont très importantes [22]. Il a été rapporté qu'en ce qui concerne les sucres solubles, des corrélations significatives et négatives ont été établies, en conditions salines, entre la production de la biomasse sèche aérienne et les teneurs des feuilles en sucres solubles totaux de certaines espèces comme le tournesol [23],

La réduction de la croissance est une capacité adaptative nécessaire à la survie d'une plante exposée à un stress abiotique. En fait, ce retard de développement permet à la plante d'accumuler de l'énergie et des ressources pour combattre le stress avant que le déséquilibre entre l'intérieur et l'extérieur de l'organisme n'augmente jusqu'à un seuil où les dommages seront irréversibles.

La croissance est inversement corrélée à la résistance au stress salin d'une espèce/variété [24]. En outre, les résultats obtenus montrent que l'accumulation des sucres solubles et la proline dans les parties aériennes du Robinier augmentent en fonction de l'intensité du stress salin, les taux les plus élevés obtenus sont au traitement 400mM pour la proline et 200 mM pour les sucres solubles par rapport au témoin. Ceci explique que, le métabolisme de la plante est perturbé par le stress salin, notamment celui des acides aminés libres dont la proline constitue un marqueur de la résistance des plantes aux contraintes abiotiques. Nos résultats concordent avec plusieurs travaux des composés organiques tels que les sucres solubles et certains amino-acides comme la proline [25].

## CONCLUSION

L'étude de l'effet de la salinité sur la croissance, ainsi que les paramètres biochimiques (sucres totaux et proline) nous a permis d'évaluer l'effet dépressif que joue la salinité sur les plantes, l'effet du stress salin a été très remarquable sur toutes les variables analysées. L'application d'un stress salin sévère à partir de 100 mM induit chez cette espèce une réduction de la longueur de la tige et sur la surface foliaire, et des augmentations des teneurs en sucres solubles et en proline, proportionnellement aux concentrations appliquées. Les plantules stressées par les doses inférieures à 400 mM, maintiennent une teneur relative en eau stable par rapport aux plantules témoins, ce qui semble être un comportement de résistance à la salinité.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1]. Muller S., (2004). Robinia pseudoacacia L. Criquet noir. In : Muller S (eds) Plantes envahissantes en France. Muséum national d'Histoire naturelle, Patrimoines naturels, Paris, vol 62, pp 92–93.
- [2]. Hemery G., Simblet S., (2014). La Nouvelle Sylva. Un discours sur les arbres forestiers et vergers pour le XXI<sup>e</sup> siècle. Groupe Bloomsbury, Londres, p 390.
- [3]. Cierjacks A., Kowarik I., Joshi J., Hempel S., Ristow M., von der Lippe M. and Weber E., (2013). Flore biologique des îles britanniques : Robinia pseudoacacia . J Ecol 101:1623–1640.
- [4]. Vítková M., Müllerová J., Sádlo J. et Pyšek P., (2017). Criquet noir ( Robinia pseudoacacia ) bien-aimé et méprisé : l'histoire d'un arbre envahissant en Europe centrale. Pour EcolManag 384:287–302.
- [5]. Huntley J.C., (1990). Robinia pseudoacacia L. Criquet noir. Dans : Burns RM, Honkala BH (coords techniques) Silvics of North America, volume 2, feuillus. Manuel d'agriculture no. 654. Service forestier, Département de l'agriculture des États-Unis, Washington, pp 755–761.
- [6]. Pyšek P., Lambdon P.W., Arianoutsou M., Kühn I., Pino J. et Winter M., (2009). Plantes vasculaires exotiques d'Europe. Dans : Nentwig W (éd.) Manuel des espèces exotiques en Europe, DAISIE. Nature envahissante: série Springer sur l'écologie de l'invasion, vol 3. Springer, Dordrecht, pp 43–61.
- [7]. Le Floc'h E., Le Houerou H.N. & Mathez J., (1990). History and patterns of plant invasion in Northern Africa. In: Di Castri F., Hansen A.J. & Debussche M., eds. Biological invasions in Europe and the Mediterranean Basin. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 105-133.
- [8]. Vêla E., (2013). Notes sur les cactus du genre Opuntia s. l. en Algérie et en Tunisie. In : Dobignard A. & Chatelain C., eds. Addenda – Notes. Index synonymique de la flore d'Afrique du Nord. Genève : Conservatoire et Jardin Botaniques, 376-379.
- [9]. Meddour R. & El Mokni R., (2016). État de l'art sur les plantes envahissantes ou à caractère invasif introduites en Algérie et en Tunisie. In : Actes de la Conférence XV OPTIMA Meeting, 6-11 juin 2016, Montpellier, France.
- [10]. Arpenter P., Hensley D.L., (1979). Utilizing N-fixing woody plant species for distressed soils and the effect of lime on survival. Bot. Gaz., 140, 76-81.
- [11]. Jepkema J.D., Win Ship L.J., (1980). Energy requirement for nitrogen fixation in actinorhizal and legumes root nodules. Science, 209, 279-280.
- [12]. Ud A., Capellano A., (1981). Fixation d'azote chez les espèces ligneuses symbiotiques. II - Reprise de l'activité fixatrice chez Robinia pseudoacacia L. au printemps. Bull. Soc. bot. Fr., sous presse.
- [13]. DuBois, Mi., K. A. Gilles, J. K. Hamilton, P. A. Rebers, et F. Smith., (1956). « Colorimetric Method for Determination of Sugars and Related Substances ». Analytical Chemistry 28 (3): 350-56.
- [14]. Dreier, Wolfgang, et Horst Goering. (1974). « Der Einfluß hoher Salzkonzentrationen auf verschiedene physiologische Parameter von Maiswurzeln ». Wissenschaftliche Zeitschrift der Humboldt-Universität zu Berlin. Mathematisch-Naturwissenschaftliche Reihe 23 (janvier): 641-44.
- [15]. Monneveux P., et Nemmar M. ;(1986). « Contribution à l'étude de la résistance à la sécheresse chez le blé tendre (Triticum aestivum L.) et chez le blé dur (Triticum durum Desf.) : Etude de l'accumulation de la proline au cours du cycle de développement. Agronomie, 1986, 6 (6), pp.583-590.
- [16]. Wang Z., Wang M., Liu L., Meng F., (2013). Physiological and Proteomic Responses of Diploid and Tetraploid Black Locust (Robinia pseudoacacia L.). Subjected to Salt Stress Int. J. Mol. Sci. 14(10), pp :20299-20325.
- [17]. Lebon E., Pellegrino A., Tardieu F. et Lecoeur J., (2004). Shoot development in grapevine is affected by the modular branching pattern of the stem and intra and inter-shoot trophic competition. Annals of Botany. 93: 263 -274.

- [18]. **Kaddour A., (2008)**: Contribution à l'étude du comportement morphophysiologique et biochimique de *Pistacia atlantica* Desf.sp. *atlantica*, stressée à la salinité. Thèse. Mag. Université d'Oran P.59.
- [19]. **SIVARAKRISHNAN S., PATTEL V., FLOWER G., PEACOCK J., (1988)**: Proline accumulation and nitrate reductase activity in contrasting sorghum lines during mid season drought stress. *Plant Physiol*, 74: 418-426.
- [20]. **DENDEN M., BETTAIEB T., SALHI A. et MATHLOUTHI M., (2005)**: Effet de la salinité sur la fluorescence chlorophyllienne, la teneur en proline et la production florale de trois espèces ornementales, *Tropicultura*, 23(4) : 220-225.
- [21]. **Hamza M., (1982)**. Adaptations physiologiques à la salinité des plantes cultivées *Bull.Soc.Ecophysiolo.* 7-2. 169-184.
- [22]. **AMARA N., et BENRIMA A., (2017)**. Effet de la contrainte saline sur la croissance et le développement de la coriandre *Coriandrum sativum* L. *Revue Agrobiologia* (2017) 7(1): 203-209.
- [23]. **El Midaoui M., Benbella M., Aït Houssa, A. Ibriz M. and Talouizte A., (2007)**. Contribution à l'étude de quelques mécanismes d'adaptation à la salinité chez le tournesol cultivé (*Helianthus annuus* L.) *Revue HTE* 136 : 29-34.
- [24]. **Bois, G., (2005)**. Ecophysiologie de semis de conifères ectomycorhisés en milieu salin et soclique. Thèse de doctorat 187p.
- [25]. **Hassani A., Dellal A. Belkhodja M., & Kaid-Harche M., (2008)**. Effet de la salinité sur l'eau et certains osmolytes chez l'orge (*Hordeum vulgare* L.). *European Journal of Scientific Research*. Vol 18. No 1, p. 61-69.