

Article de recherche

Reçu: 26 Juillet 2022/Accepté: 25 Décembre 2022

Répercussion de la contrainte saline sur la germination et la croissance des plantules de jujubier (*Ziziphus lotus* L. (Lam) (provenance de Had Shary, la wilaya de Djelfa)

H. Gaba Chahboub^{1*}, N. Benkahla², F. Nabi², H. Himrane¹

¹ Institut National de Recherche Forestière, BP 37, Chéraga, Alger.

² Université Docteur Yahia Fares Médéa, Faculté des Sciences, Département Sciences de la Nature et de la Vie. Route nationale N°18, Pole urbain, Médéa, 26000, Algérie

* Auteur correspondant : chahboubhamida@yahoo.fr

ملخص

يهدف العمل الحالي إلى دراسة تأثير الإجهاد الملحي الناتج عن زيادة تركيزات كلوريد الصوديوم 3 جم / لتر (51.3 مم)، 6 جم / لتر (102.5 مم)، 9 جم / لتر (153.8 مم) و 12 جم. L⁻¹ حول إنبات بذور العناب (*Ziziphus lotus* (L.) Lam) وكذلك على المعلمات المورفولوجية للشتلات التي تمت تربيتها تحت ظروف مضبوطة في الدفيئة التجريبية. أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أن تركيز 3 جم / لتر ليس له تأثير معنوي على عملية الإنبات (معدل الإنبات والسرعة)، بينما تحت تأثير التراكيز 6 جم / لتر، 9 جم / لتر، 12 جم / لتر انخفض إنبات البذور بشكل كبير، وأصبح الأمر كذلك تمامًا. مثبط بتركيز 12 جم لتر -1 مقارنة ببذور الشاهدة. بالإضافة إلى ذلك، فإن المعلمات المورفولوجية للشتلات: عدد الأوراق، وقطر الساق والكتلة الطازجة للأجزاء الهوائية والجذرية، وكذلك نسبة كتلة الجذر الطازج إلى الكتلة الهوائية الطازجة لا تختلف اختلافًا كبيرًا عن تلك الموجودة في لشتلات الشاهدة. بينما سجلت زيادة معنوية في طول الجذر الرئيسي وكذلك نسبة طول الجذر الرئيسي لارتفاع الشتلات.

الكلمات الأساسية: الإجهاد الملحي. - إنبات البذور - المورفولوجية المعلمات

Abstract

The present work aims to study the effect of salt stress induced by increasing concentrations of sodium chloride 3 g.L⁻¹ (51.3 mM), 6 g.L⁻¹ (102.5 mM), 9 g.L⁻¹ (153.8 mM) and 12 g.L⁻¹ on the germination of jujube seeds (*Ziziphus lotus* (L.) Lam) as well as on morphological parameters of jujube seedlings under controlled conditions in the experimental greenhouse. The results obtained showed that the 3g.L⁻¹ concentration had no significant effect on the germination process (germination rate and speed), however under the effect of the two concentrations 6 g.L⁻¹, 9 g.L⁻¹ the germination was significantly reduced, and it is completely inhibited at the concentration 12 g.L⁻¹ compared to the control seeds. In addition, the morphological parameters height of the seedling, number of leaves, diameter of the collar, fresh mass of aerial and root parts, as well as the ratio of fresh root mass to aerial fresh mass are not significantly different compared to those of control seedlings, while it was recorded a highly significant increase in the length of the main root as well as the ratio of the length of main root to the height of the seedlings.

Keywords: Salt constraint ; germination ; morphological parameters.

Résumé

La présente étude vise à déterminer l'effet de la contrainte saline induite par des concentrations croissantes de chlorure de sodium (NaCl) 3g.L⁻¹ (51,3 mM), 6g.L⁻¹ (102,5 mM), 9g.L⁻¹ (153,8 mM) et 12g.L⁻¹ sur la germination des graines de jujubier (*Ziziphus lotus* (L.) Lam) ainsi que sur les paramètres morphologiques des plantules élevées en conditions contrôlées de la serre expérimentale. Les résultats obtenus ont révélé que la concentration 3g.L⁻¹ n'a pas eu d'effet significatif sur le processus de la germination (taux et vitesse de germination), alors que sous l'effet des deux concentrations 6 g.L⁻¹, 9 g.L⁻¹ la germination des graines s'est significativement réduite, et elle est complètement inhibée à la concentration 12 g.L⁻¹ comparativement aux graines témoins. Par ailleurs, les paramètres morphologiques hauteur de la plantule, nombre des feuilles, diamètre du collet, masse fraîche des parties aériennes et racinaires, ainsi que le rapport masse fraîche racinaire sur la masse fraîche aérienne ne sont pas significativement différents comparativement à ceux des plantules témoins, tandis que, il a été enregistré une augmentation hautement significative de la longueur de la racine principale ainsi que le rapport de la longueur de racine principale sur la hauteur des plantules.

Mots-clefs : contrainte saline ; germination ; paramètres morphologiques.

1. Introduction

Le jujubier *Ziziphus lotus* (L.) Lam communément appelé "Sedra" est un arbuste fruitier, épineux de la famille des Rhamnacées (Waston et al. 1992) (Figure 1). Il est fréquent dans toute l'Afrique du Nord, le Sahara et l'Afrique de l'Ouest (Paris et Diemann, 1960). *Ziziphus lotus* est connu pour sa tolérance à la sécheresse et sa grande résistance à la chaleur avec une température comprise entre 20 et 35°C il supporte tous les types de sols, mais préfère les sols sableux profonds bien drainés ayant un pH neutre ou légèrement alcalin (FAO, 1982). C'est un élément déterminant dans le processus de réhabilitation des espaces steppiques dégradés menacés par l'ensablement et dans la fixation des substrats mobiles, par l'émission de ses rameaux en dehors des sols. Aussi il a été largement utilisé en médecine traditionnelle comme plante médicinale, grâce à ses activités analgésiques et antispasmodiques (Rsaissi et Bouhache, 2002), et on le trouve même dans les rites religieux (Arfaoui, 2005), de plus il demeure un abri certain pour les animaux tels que les rongeurs, les insectes et les reptiles, et il permet l'installation d'une flore nitrophile. Par ailleurs, *Z. lotus* est considéré comme une espèce pastorale très appréciée par les ovins, les bovins, les camélidés et les caprins (Gobert, 2003).

La faible germination des graines de jujubier est causée par la dureté de l'endocarpe de la graine d'une part et par les faibles précipitations d'autres part (Zouaoui et al., 2013). En effet, la germination des graines est affectée par plusieurs facteurs environnementales notamment, la sécheresse et la salinité (Wilson et al, 1985 ; Sadeghian et Yavari, 2004), cette dernière demeure pour les régions arides et semi arides, un obstacle majeur à la croissance des végétaux, l'adaptation des plantes à la salinité est ainsi incontournable durant la phase de germination et les premiers stades de croissance (Reggiani et al., 1995).

L'objectif de cette étude consiste à évaluer le comportement germinatif ainsi que le statut morphologique des plantules de jujubier (*Ziziphus lotus* (L.) Lam. sous l'effet de la contrainte saline appliquée par le Chlorure de sodium (NaCl) à différentes concentrations : 3 g.L⁻¹ (51,3 mM), 6 g.L⁻¹ (102,5 mM), 9 g.L⁻¹ (153,8 mM), 12 g.L⁻¹ (205,2



Figure 1. Arbuste de jujubier sauvage *Ziziphus lotus* (Laghouat) (Dahlia Mahieddine, 2019)

mM).

2. Matériel et méthodes

2.1. Matériel végétal

Les fruits de *Ziziphus lotus* L. Lam proviennent de la région de Had Shary (3° 21' 51" E et 35° 21' 2" N). Elle est localisée à 100 km au nord de la wilaya de Djelfa, à une altitude de 843 m. Cette région occupe une superficie de 845,09 km². Elle est limitée au Nord par la région de Birine et Benhar, à l'Est par la région Ain Fekka, au Sud par la région de Hassi El Euch et à l'Ouest par la région de Bouirat El Hedab. (P.D.A.U., 2017).

2.2. Étude de la germination des graines de *Z. lotus* sous contrainte saline.

Les fruits de *Z. lotus* ont été récoltés au mois de Septembre 2021. En effet, le concassage permet de briser l'endocarpe, la coque dure du noyau et d'extraire l'amande. Les graines (amandes) ainsi obtenues n'ont pas besoin d'un traitement mécanique ou chimique préalable. Elles ont été stérilisées à l'hypochlorite de calcium 35% pendant 5 min puis rincées trois fois à l'eau du robinet, ensuite elles sont trempées dans l'eau distillée stérile pendant

24h à 4°C. Ces graines sont transférées et mises à germer dans des boîtes de Pétri tapissées de papier filtre à raison de 10 graines par boîte et réparties en cinq lots : un lot témoin (lot 0) arrosé avec de l'eau distillée et quatre lots arrosés avec les quatre solutions de chlorure de sodium utilisées, il s'agit de : lot 1: 3g.L⁻¹, lot 2: 6 g.L⁻¹, lot 3: 9 g.L⁻¹, lot 4: 12 g.L⁻¹, il est à rappeler que chaque lot contient 20 graines et chaque boîte est arrosée avec 5ml de la solution NaCl. Les cinq lots de graines ont été mis à germer dans une étuve à 35 ± 1°C. Le dénombrement de graines germées a été réalisé quotidiennement durant une semaine. Le protocole expérimental de la mise en germination des graines de jujubier a été répété trois fois.

2.3. Étude de la croissance des plantules de *Z. lotus* sous contrainte saline

Les graines de *Z. lotus* sont mises en germination dans des pots en plastique d'environ 327 cm³ contenant un substrat de culture composé de 40% sol forestier, 40% sable et 20% fumier à raison d'une graine par pot et arrosées à l'eau distillée. Après 20 jours d'élevage, les plantules sont réparties en 4 lots dont chacun comporte 8 plantules (Figure 2). Chaque lot a été arrosé avec 20 ml des traitements suivants : 0 g.L⁻¹ (Témoin), 3 g.L⁻¹ ; 6 g.L⁻¹ et 9 g.L⁻¹ NaCl. L'arrosage a été effectué deux fois par semaine avec de l'eau distillée pour les 4 lots. La croissance des plantules a été suivie pendant 15 jours dans la serre expérimentale de l'INRF sous des conditions contrôlées de température et d'éclairage, une photopériode de 16h de lumière et 8h d'obscurité et à une température de 30°C le jour et 18°C la nuit.

2.4. Les paramètres de la germination

2.4.1. Taux de germination

Il correspond au nombre de graines germées par rapport au nombre total de graines (Mazliak, 1982). Il est calculé par la formule suivante :

$$\text{Taux de germination} = \left(\frac{\text{Nombre de graines germées}}{\text{Nombre total de graines}} \right) 100 \quad (1)$$



Figure 2. Dispositif expérimental comprenant les quatre lots de plantules de *Ziziphus* (lots des plantules témoins et les trois lots de plantules stressées avec les 3 solutions salines 3 g.L⁻¹, 6 g.L⁻¹ et 9 g.L⁻¹).

2.4.2. Cinétique de la germination

C'est une courbe de germination qui décrit le déroulement de la germination du lot de semences considéré placé dans des conditions bien précises. Elle représente le plus souvent l'évolution des pourcentages de germination cumulés en fonction du temps. Cette cinétique est établie à partir des taux cumulés de graines germées c'est-à-dire la variation des taux de germination en fonction du temps exprimé en jour.

Les courbes de germination donnent une idée complète de l'évolution de la germination d'un lot de semences placées dans des conditions déterminées (Mguis et al. 2011).

2.4.3. Vitesse de germination

Pour mieux décrire le déroulement de la germination, plusieurs formules simples ont été établies telles que :

Le coefficient de vélocité (Cv) (Kotowski, 1926) :

$$Cv = \left[\frac{(N_1 + N_2 + N_3 \dots + N_n) * 100}{(N_1 T_1 + N_2 T_2 + N_3 T_3 \dots + N_n T_n)} \right] \quad (2)$$

où le temps moyen de germination (Tm) qui représente l'inverse * 100 de Cv :

$$Tm = \left[\frac{(N_1 T_1 + N_2 T_2 + N_3 T_3 \dots + N_n T_n)}{(N_1 + N_2 + N_3 \dots + N_n)} \right] = \left[\frac{1}{Cv} \right] 100 \quad (3)$$

N_n = nombre de semences germées entre le temps T_{n-1} et le temps T_n

2.5. Les paramètres de croissance

Les paramètres de croissance mesurés ont concerné : la hauteur des plantules, la longueur de la racine principale (mesurées à l'aide d'une règle graduée), le nombre de feuilles, le diamètre du collet, la masse fraîche des parties aériennes et souterraines a été déterminée à l'aide d'une balance de précision, la masse végétale sèche des parties aériennes et souterraines a été déterminée après séchage à l'étuve à 70°C pendant 48h.

2.6. Traitement statistique

Une analyse de variance (ANOVA) à un seul facteur (contrainte saline), a été effectuée avec le logiciel Excel stat 2009, en vue de déterminer l'existence ou l'absence de différence significative entre les plantules témoins et les plantules stressées sous l'action du sel.

3. Résultats

3.1. Taux de germination

Les résultats obtenus après six jours de mise en germination ainsi que la cinétique de germination varient distinctement avec la concentration du sel appliquée. En effet, les résultats obtenus indiquent que la germination chez les graines témoins est de 80%. Celle-ci baisse significativement aux taux suivants : 55%, 50%, 35% respectivement pour les doses 3g.L⁻¹, 6g.L⁻¹ et 9g.L⁻¹ de sel utilisé, soit les pourcentages de réductions de 31,25% ; 37,5% ; 56,25%. Quant à la concentration de 12 g.L⁻¹ aucune germination n'a été enregistrée. Celle-ci s'avère une dose toxique inhibitrice de la germination des graines de *Ziziphus lotus* (L.) Lam (Figure 3).

3.2. Cinétique de germination

L'effet de NaCl sur le comportement germinatif du jujubier s'est traduit par une augmentation du temps de latence et une diminution de la vitesse et du taux de germination. En effet, après 24h et 48h

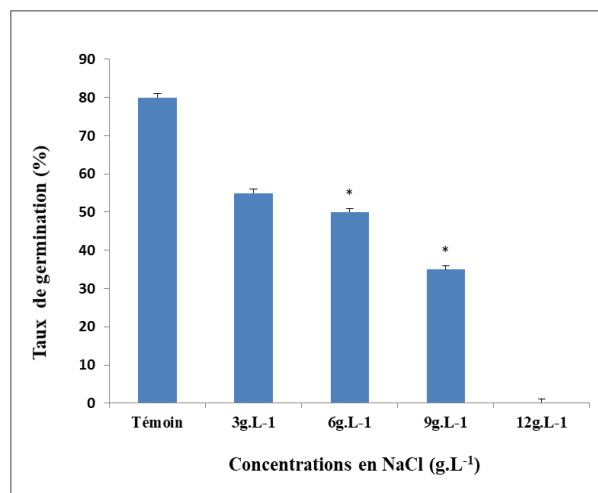


Figure 3: Effet de la contrainte saline sur le taux de germination des graines de *Ziziphus lotus* (L.) Lam. * Différence significative entre les graines témoins et les graines stressées.

d'incubation aucune graine germée n'a été observée chez les lots traités avec les concentrations 6 g.L⁻¹; 9 g.L⁻¹; 12 g.L⁻¹. Ainsi, l'allure des courbes des graines témoins se chevauche avec celle des graines traitées avec la concentration 3 g.L⁻¹ jusqu'au 3^{ème} jour d'incubation, puis le nombre de graines germées augmente jusqu'à atteindre un nombre de 11 graines à la dose 3 g.L⁻¹ au bout du 6^{ème} jour d'incubation.

Par ailleurs, les courbes de germination des graines traitées avec la concentration de 6 g.L⁻¹ se chevauchent avec celles des graines traitées avec la concentration de 9 g.L⁻¹ au 3^{ème} jour de mise en germination, notant une seule graine germée sous l'effet des concentrations 6 g.L⁻¹ et 9 g.L⁻¹, puis, à la fin du 6^{ème} jour d'incubation le nombre moyen final augmente à 10 et 7 graines germées respectivement pour les concentrations 6 g.L⁻¹ et 9 g.L⁻¹. Enfin, pour la dernière dose 12 g.L⁻¹, aucune graine de *Z. lotus* n'a germé sous l'effet de cette concentration létale (Figure 4).

3.3. Vitesse de germination (Cv)

Le coefficient de vélocité le plus élevé est celui des graines témoins (39,21%). A la dose 3 g.L⁻¹ le Cv chute légèrement et de manière non significative à 35,33 %. Quand aux doses 6 g.L⁻¹, 9 g.L⁻¹, le Cv diminue significativement pour atteindre des moyennes

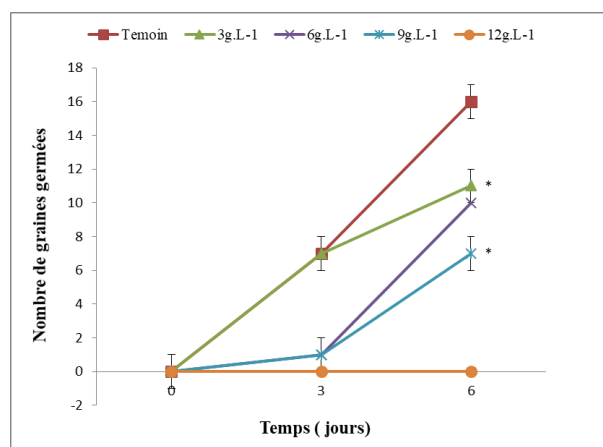


Figure 4. Cinétique de germination des graines de *Ziziphus lotus* (L.) Lam sous l'effet des concentrations salines 3g.L-1, 6g.L-1, 9g.L-1, 12 g.L-1. *. Différence significative entre les graines témoins et les graines stressées.

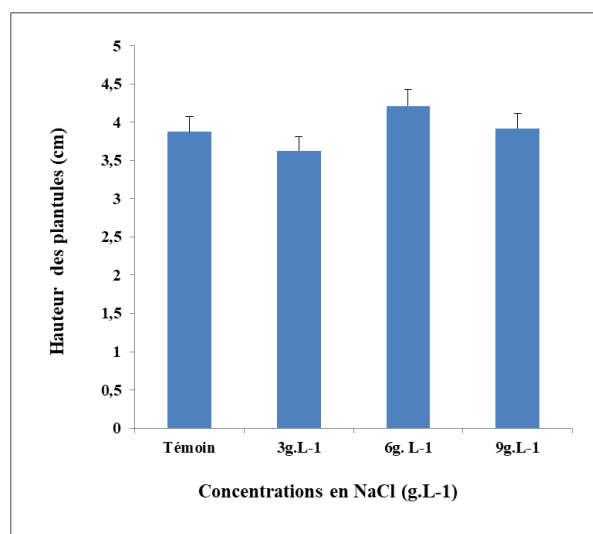


Figure 6. Effet de la contrainte saline sur la hauteur des plantules de *Ziziphus lotus* (L.) Lam.

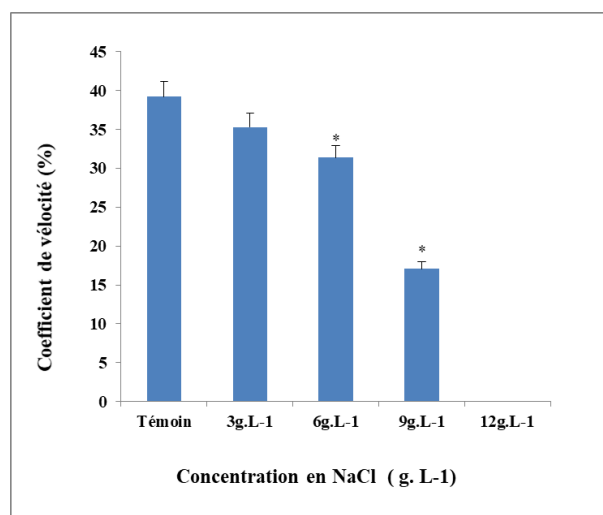


Figure 5. Effet de la contrainte saline sur le coefficient de vélocité des graines de *Ziziphus lotus* (L.) Lam. *: Différence significative entre les graines témoins et les graines stressées.

de 31,37% et 17,09 % respectivement pour les doses 6 g.L⁻¹, 9 g.L⁻¹ et il est nulle à la dose 12 g.L⁻¹ (Figure 5).

3.4. Hauteur des plantules

La Figure 6 montre que la croissance en hauteur

des plantules témoins augmente en fonction du temps, elle est de $3,87 \pm 1,24$ cm, celle-ci se réduit de manière non significative à $3,62 \pm 0,58$ cm sous l'effet de la concentration 3 g.L⁻¹, et elle augmente non significativement aux concentrations 6 g.L⁻¹, 9 g.L⁻¹ jusqu'à atteindre des hauteurs moyennes de $4,21 \pm 0,90$ cm et $3,92 \pm 0,67$ cm respectivement pour les concentrations 6 g.L⁻¹ et 9 g.L⁻¹ (Figure 6).

3.5. Longueur de la racine principale

L'effet du NaCl n'est pas significatif sur la longueur de la racine principale des plantules traitées avec 3 g.L⁻¹ et 6 g.L⁻¹ alors qu'il est hautement significatif pour la concentration 9 g.L⁻¹ qui augmente de 81,25% par rapport au témoin (0 g.L⁻¹) (Figure 7).

3.6. Rapport longueur de la racine principale/ hauteur de la plantule

La modification de la répartition de la longueur de la partie racinaire et la partie aérienne induite par le sel ont été estimées par les variations du rapport longueur de la racine principale sur la hauteur des plantules.

En effet, chez les plantules témoins, le rapport est de $1,3 \pm 0,2$, puis il augmente de manière non significative pour atteindre des valeurs moyennes de $1,74 \pm 0,1$ et $1,8 \pm 0,3$ respectivement chez les

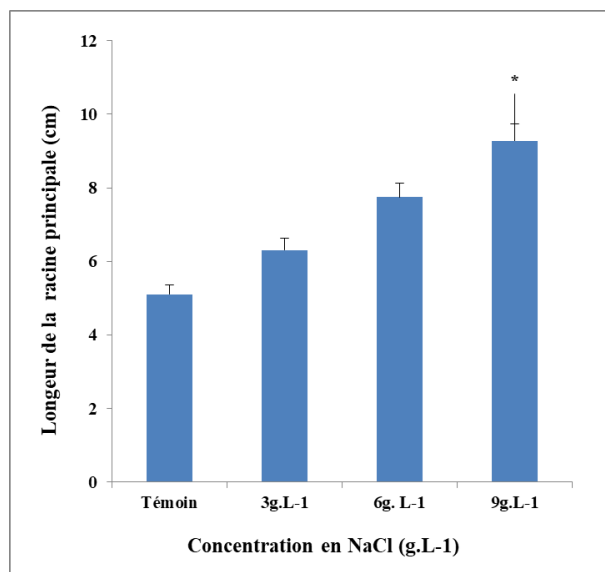


Figure 7. Effet de la contrainte saline sur la longueur de la racine principale des plantules de *Ziziphus lotus* (L.) Lam. * Différence significative entre les plantules témoins et les plantules stressées.

plantules soumises aux doses 3 g.L⁻¹ et 6 g.L⁻¹. Par contre chez les plantules traitées par la forte dose 9g.L⁻¹ ce rapport augmente significativement jusqu'à $2,3 \pm 0,1$ ce qui correspond à un pourcentage d'augmentation de 76% (Figure 8).

3.7. Nombre de feuilles

Le nombre moyen de feuilles augmente de manière non significative en présence des trois doses de NaCl utilisées.

En effet, il passe de $6 \pm 0,92$ chez les plantules témoins à $6,37 \pm 1,18$ chez les plantules traitées par la dose 3 g.L⁻¹ et il est de $6,14 \pm 1,21$ et $6,14 \pm 1,06$ respectivement aux doses 6 g.L⁻¹ et 9 g.L⁻¹ (Figure 9).

3.8. Diamètre du collet

Chez les plantules témoins le diamètre du collet est de $1,8 \pm 0,25$ mm. Celui-ci diminue de manière non significative chez les plantules traitées avec les trois concentrations de NaCl. Ce diamètre est de $1,63 \pm 0,29$ mm; $1,7 \pm 0,25$ mm et $1,41 \pm 0,37$ mm

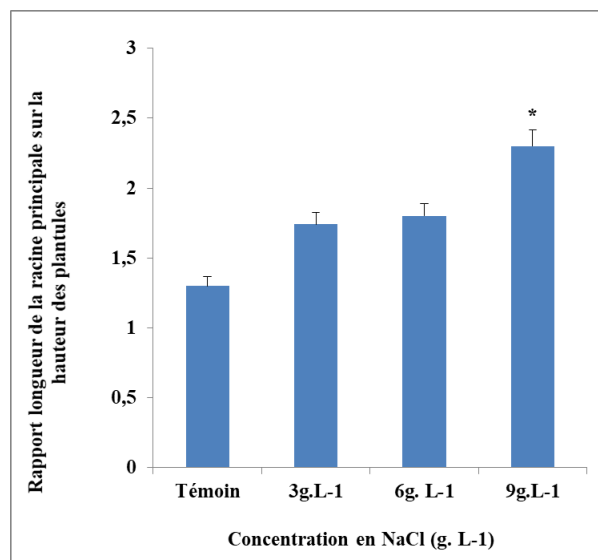


Figure 8. Effet de la contrainte saline sur le rapport longueur de la racine principale sur la hauteur des plantules de *Ziziphus lotus* (L.) Lam. * : Différence significative entre les plantules témoins et les plantules stressées.

respectivement aux doses 3 g.L⁻¹, 6 g.L⁻¹ et 9 g.L⁻¹ (Figure 10).

3.9. Masse fraîche des parties aériennes

La masse fraîche des parties aériennes des plantules témoins est de $0,39 \pm 0,08$ g. Cette masse fraîche diminue de manière non significative chez les plantules soumises aux trois concentrations de NaCl testées.

En effet, la masse fraîche moyenne est de $0,16 \pm 0,06$ g à la dose 3 g.L⁻¹ et elle est de $0,19 \pm 0,01$ g pour les concentrations 6 g.L⁻¹, et 9 g.L⁻¹ (Figure 11).

3.10. Masse fraîche des racines

La masse fraîche des racines chez les plantules témoins est de $0,033 \pm 0,02$ g, alors que sous l'effet des trois doses de NaCl utilisées, cette masse fraîche racinaire augmente légèrement et non significativement pour atteindre des moyennes de $0,036 \pm 0,01$ g; $0,038 \pm 0,01$ g et $0,044 \pm 0,01$ g respectivement pour les doses 3 g.L⁻¹, 6g.L⁻¹, et 9 g.L⁻¹ (Figure 12).

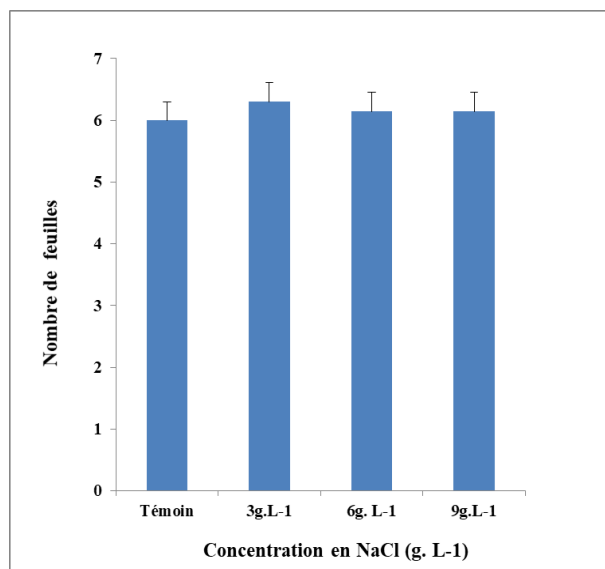


Figure 9. Effet de la contrainte saline sur le nombre de feuilles des plantules de *Ziziphus lotus* (L.) Lam.

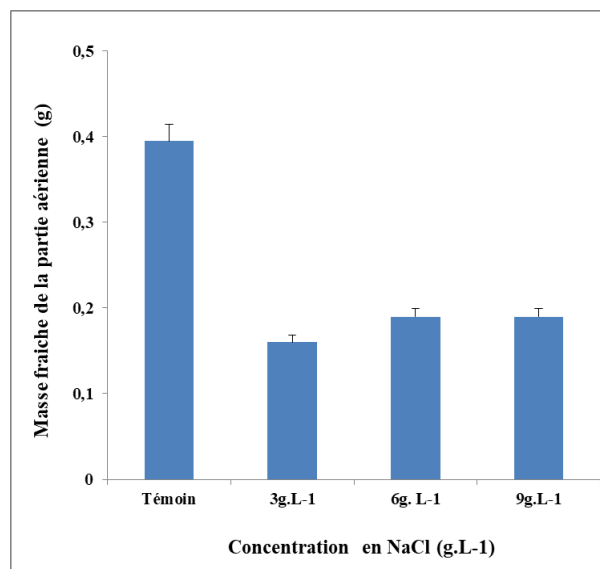


Figure 11. Effet de la contrainte saline sur la masse fraîche des parties aériennes des plantules de *Ziziphus lotus* (L.) Lam.

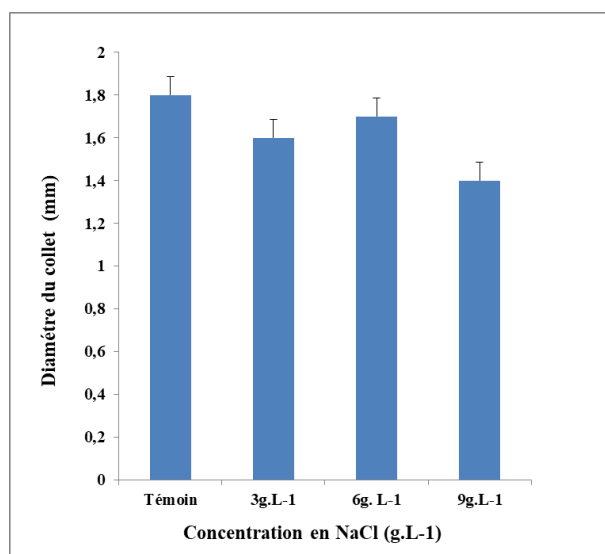


Figure 10. Effet de la contrainte saline sur le diamètre du collet des plantules de *Ziziphus lotus* (L.) Lam.

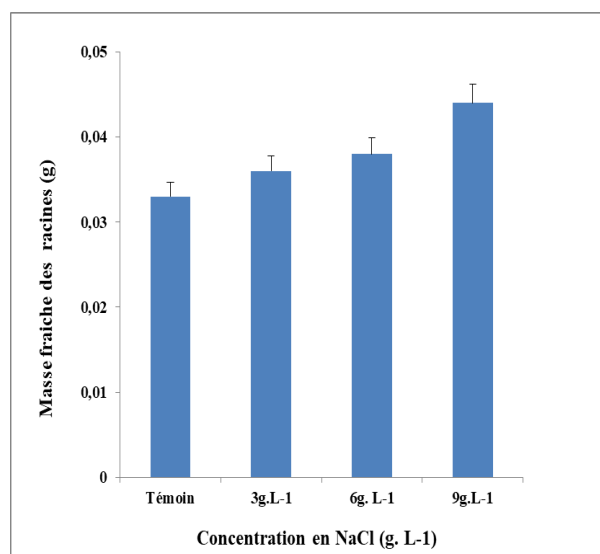


Figure 12. Effet de la contrainte saline sur la masse fraîche des racines des plantules de *Ziziphus lotus* (L.) Lam.

4. Discussion

Il ressort des résultats du processus de la germination des graines de *Z. lotus* soumises à la contrainte saline que le taux et la vitesse de germination sont inversement proportionnels à la concentration du sel utilisée. Ainsi, plus la concentration du sel augmente plus le taux et la vitesse de germination diminuent. En effet, il a été noté une différence significative entre le taux et la vitesse de germination des graines témoins et celles traitées avec les deux concentrations salines appliquées 6 g.L⁻¹, 9 g.L⁻¹, et une inhibition totale de la germination à la concentration 12 g.L⁻¹. Cette diminution est due à une augmentation de la pression osmotique externe qui affecte la vitesse d'absorption de l'eau par les graines. En outre, la germination des graines commence le troisième jour pour les deux concentrations du NaCl 6 g.L⁻¹, 9 g.L⁻¹. En effet, le temps moyen nécessaire au déclenchement du processus de la germination s'est allongé sous l'effet du sel chez les graines stressées avec ces deux concentrations. Ceci corrobore les résultats de l'étude de [Amouri et Lameche \(2012\)](#) portée sur six écotypes d'espèces annuelles de *Medicago* et qui ont noté un ralentissement du processus de germination, en fonction du stress salin.

Selon [Kaya et al. \(2006\)](#), le temps moyen de germination a augmenté, lorsque la concentration de NaCl augmente chez les plants du pois chiche, ce retard de germination s'expliquerait par le temps nécessaire accordé aux graines pour déclencher les mécanismes d'ajustement de la pression osmotique interne ([Ben Miled et al., 1986](#)). Alors que [Ghrib et al. \(2011\)](#) ont démontré que ce retard pourrait être dû à l'altération des enzymes et des hormones impliquées dans le processus de la germination de la graine.

[Khan et al. \(2002\)](#) ont constaté que les concentrations croissantes en sel inhibent progressivement la germination des graines de *Salsola iberica* et peu de graines germent en présence de 1000 mM de NaCl. Par ailleurs, [Boulghalagh et al., \(2006\)](#) ont montré que la contrainte saline a des effets hautement significatifs sur le taux de germination des graines du Jojoba (*Simmondsia chinensis*) soumises à différentes concentrations en NaCl. Notre étude a montré que l'effet toxique du sel sur la germination des graines de *Z. lotus* a été relevé à la dose 12 g.L⁻¹.

[Akbarimoghaddam et al. \(2011\)](#) ont montré que le sel affecte la germination par la réduction de la teneur en eau, les modifications de la mobilisation des réserves affectant l'organisation structurale des protéines et induisant une pression osmotique par les effets toxiques des ions chlore et sodium dans les tissus de la plante. Toutefois, [Prado et al. \(2000\)](#) ont révélé que la diminution du taux de germination des graines soumises à un stress salin serait due à un processus de dormance osmotique développé sous des conditions de stress, représentant ainsi une stratégie d'adaptation aux contraintes environnementales.

Par ailleurs, [Benkaddour \(2013\)](#) a révélé que l'étude de l'effet du NaCl sur la germination de semences de blé est insuffisante pour estimer la tolérance au stress salin. En effet, la résistance au stress salin peut apparaître au stade germination comme et non pas pendant les phases de la croissance des plantules.

En effet, les résultats de l'impact de la contrainte saline sur la croissance de la partie aérienne et souterraine des plantules de jujubier ont montré que l'augmentation de la concentration du NaCl a causé une réduction non significative pour les paramètres : hauteur de la plantule, nombre des feuilles, diamètre du collet, masse fraîche et sèche des parties aériennes et racinaires, ainsi que le rapport masse fraîche racinaire sur la masse fraîche aérienne seulement pour les deux paramètres: longueur de la racine principale, et le rapport longueur de la racine principale sur la hauteur de la plantule il a été noté une différence hautement significative par rapport aux plantules témoins.

Ainsi, les trois solutions salines utilisées 3 g.L⁻¹, 6 g.L⁻¹, et 9 g.L⁻¹ n'ont pas affectés significativement la croissance des plantules, et donc ces trois concentrations ne sont pas nocives ou alors c'est cette provenance de jujubier qui est tolérante à la contrainte saline. Il a également été constaté que la longueur de la racine principale est hautement significative chez les plantules traitées à la dose 9 g.L⁻¹.

Les travaux de [Thornton et al. \(1988\)](#) ont rapporté que les masses fraîches des feuilles du chêne rouge sont réduites à partir de 7,5 mM de NaCl alors que celles des racines ne le sont pas, de même [Benmahioul et al. \(2009\)](#) ont montré que la présence de NaCl dans le milieu de culture provoque chez les vitroplants de *Pistacia vera* L. une

réduction des masses fraîches des parties aériennes alors qu'il entraîne une augmentation des masses fraîches racinaires.

Selon Bhat et al. (2008) le sel inhibe la croissance des plantules de *Ziziphus mauritiana* par contre Dhankar et al. (1980) ont montré que les plantules de *Ziziphus rotundifolia* ont une meilleure tolérance à la salinité.

Les résultats de ce travail sont en accord avec ceux de Rais et al. (2020) qui ont confirmé que la contrainte saline aux concentrations (50 mM, 100 mM and 200 mM NaCl) a légèrement affecté la croissance des plantules de *Z. lotus* de différentes provenances.

5. Conclusion

La présente étude a montré que la contrainte saline a un effet dépressif sur la germination des graines de *Ziziphus lotus* (L.) Lam, ce qui s'est traduit par des faibles pourcentages de germination chez les graines traitées par les deux concentrations salines de 6 g.L⁻¹, et 9 g.L⁻¹, et une inhibition totale de la germination à la concentration 12 g.L⁻¹. Cette inhibition est le résultat d'une combinaison de l'effet osmotique et des effets ioniques spécifiques des ions Na⁺ et Cl⁻.

Par ailleurs, l'impact de la contrainte saline sur la croissance des plantules de jujubier a révélé un effet non dépressif du Chlorure de sodium sur les différents paramètres morphologiques étudiés. Ainsi, il n'y a pas eu de différence significative entre les plantules témoins et les plantules traitées par les doses 3 g.L⁻¹, 6g.L⁻¹, et 9 g.L⁻¹ pour les paramètres : hauteur de la plantule, nombre des feuilles, diamètre du collet, la masse fraîche aérienne et racinaire, ainsi que le rapport masse fraîche racinaire sur la masse fraîche aérienne.

Tandis que la différence est hautement significative pour les paramètres : longueur de la racine principale et le rapport longueur de la racine principale sur la hauteur des plantules.

A la lumière de ces résultats, le jujubier (*Ziziphus lotus* (L.) Lam.) provenance de Had Shary peut être considéré comme une espèce sensible à la salinité en phase de la germination. Par contre elle est résistante à la contrainte saline en phase de la croissance. En effet, cette étude constitue une démarche intéressante pour la sélection d'autres pro-

venances de *Z. lotus* tolérantes aux sels, afin de les utiliser dans les régions affectées par la salinité en Algérie, elle mérite d'être approfondie et complétée par d'autres travaux de recherche notamment:

- Une étude histologique- anatomique des feuilles, tiges et racines des plantules stressées par le sel, pour mieux cerner l'effet de la contrainte saline sur les structures cellulaires.

- Evaluation des paramètres physiologiques (teneur relative en eau, conductance stomatique, potentiel hydrique foliaire) ainsi que les paramètres biochimiques relatifs au stress oxydatif, notamment: les peroxydes d'acides gras, le malondialdéhyde, les activités enzymatiques antioxydantes (catalase, ascorbate peroxydase, glutathion reductase...).

Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier Mr Benlabiod D de la station expérimentale de Djelfa ainsi que Melle Abdelbaki A pour l'approvisionnement en fruits de jujubier.

Références

- Akbarimoghaddam, H., Galavi, H.M., Ghanbari, A., Panjehkeh, N. (2011). Salinity effects on seed germination and seedling growth of bread wheat cultivars. *Trakia Journal of Sciences*, 9(1), 43-50.
- Amouri A.A., Lameche, F.Z.F. (2012). Comparative analysis of salinity tolerance of the male gametophyte and the sporophyte in *Medicago* at the germination stage. *Acta botanica Malacitana*, 37, 93-102.
- Arfaoui, I. (2005). Contribution à l'étude du polymorphisme chez le genre *Ziziphus* cas de l'espèce *Ziziphus lotus* (L.) Lank, DEA, FST, 3² p.
- Bargougui, M.S. (1991). *Ziziphus lotus* : Aspects biologiques, Ecologiques et points de réflexion sur sa conservation. Rapport de stage de fin d'étude, IRA Médénine, Tunisie, 48p.
- Benkaddour, M. (2013). Modifications physiologiques chez des plantes de blé (*Triticum durum* Desf) exposées à un stress salin. Thèse de Doctorat 3eme cycle. Faculté des Sciences, Université Badji Mokhtar, Annaba, 108p.
- Benmahioul, B., Daguin, F., Kaid-Harche, M. (2009). Effet du stress salin sur la germination et la croissance in vitro du pistachier (*Pistacia vera* L.). *Comptes Rendus Biologies*, 332 (8), 752-758.

- Ben Miled, D., Boussaid, M., Cherif, A. (1986). Tolérance au sel d'espèces annuelles du genre *Medicago* au cours de la germination. Colloque sur les végétaux en milieu aride. Tunisie : Djerba.
- Bhat, K.P., Turner, J.D., Myers, S.E., Cape, A.D., Ting, J.P.Y., Greer, S.F. (2008). The 19S proteasome ATPase Sug1 plays a critical role in regulating MHC class II transcription. *Molecular Immunology*, 45(8), 2214-2224.
- Boulghalagh, J., Berrichi, A., El halouani, H., Boukroute, A. (2006). Effet des stress salin et hydrique sur la germination des graines du jujube (*Simmondsia chinensis* (link) schneider). Recueil des résumés. Le Premier Congrès National sur l'Amélioration de Production Agricole, Settat, Maroc, 24p.
- Dahlia-Mahieddine, F. (2019). Analyse de la variabilité des fruits de quelques populations de jujubier sauvage (*Ziziphus lotus* L. Desf.) en Algérie (Doctoral dissertation, Université Ibn Khaldoun, Tiaret).
- Dhankhar, O. P., Makhija M. and Singhrot, R. S. (1980). Effect of salinity levels on germination of seeds and growth of transplanted seedlings of ber (*Ziziphus rotundifolia*). In Proceedings of the International Symposium of the Arid Zone Research Development, Jodhpur, India, ed. Mann, H. S. pp. 351-356.
- F.A.O. (1982). Espèces fruitières forestières, fiches techniques. Rome, Etude FAO Forêt, N°34, 201p.
- Ghrib, C.D., Gharbi F., Kchaou, R., Rejeb, S., Larbi Khoudja, M., Rejeb, M.N. (2011). Réponse de Trois Espèces d'Eucalyptus à la Salinité (*Eucalyptus sargentii*, *Eucalyptus gomphocephala* et *Eucalyptus astringens*). *European Journal of Scientific Research*, 53 (1), 56-66.
- Gobert, E.G. (2003). Usages et rites alimentaires des tunisiens. Ed. SAHAR, Tunisie, 196 p.
- Kaya, M.D., Okcu, G., Attak, M., Cikihi, Y., Kolsarici, O. (2006). Seed treatments to overcome salt and drought stress during germination growth in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *European Journal of Agronomy*, 24(4), 291-295.
- Khan, M., Gulzar, S. (2002). Germination responses of *Sporobolus iocladas* : a saline desert grass. *Journal of Arid Environments*, 53, 387-394.
- Kotowski, F. (1926). Temperature relations to germination of vegetable seed. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science*, 23, 176-184.
- Levigneron, A., Lopez, F., Varisuyt, G., Berthomien, P et Casse-Delbar, T. (1995). Les plantes face au stress salin. *Cahiers Agriculture*, 4, 263-273.
- Maraghni, M.(2009). Comportement écophysio-logique de *Ziziphus lotus* (L.) Desf. en réponse à une contrainte hydrique. Mémoire de mastère en gestion des ressources naturelles, Ecole supérieure d'agriculture de Mograne, Tunisie, 98p.
- Mazliak, P. (1982). Physiologie végétale, croissance et développement tome III. Ed. Hermann éditeurs des sciences et des arts, collecte méthodes, Paris. 575p
- Mguis, K., Albouchi, A., Ben Brahim, N. (2011). Effect of temperature and salinity on germination of *Ruta graveolens* L. *Acta Botanica Gallica*, 158 (4), 645-652.
- Mounni, S. (2008). Etude de la fraction glucidique des fruits de *Celtis australis* L., *Crataegus azarolus* L. *Crataegus monogyna* Jacq., *Elaeagnus angustifolia* L., et *Zizyphus lotus* L., Mémoire de Magistère en Agronomie, Faculté des sciences, Université de Batna.
- Paris, R., Dillemann, G. (1960). Les plantes médicinales des régions arides. In : Collection : Recherches sur la zone aride - XIII, Deuxième partie : Les plantes des régions arides, concernées surtout du point de vue pharmacologique, 57-94. 96p.
- P.D.A.U. (2017). Examen des directives de planification et de reconstruction de la municipalité de Had Shary. Edition . Plan Directeur de l'Aménagement Urbain, 65p.
- Prado, F.E., Boero, C., Gallardo, M., Gonzales, J.A. (2000). Effect of NaCl on germination, growth and soluble sugar content in wild . Seeds, *Botanical Bulletin of Academia Sinica*, 41, 27-34.
- Rais, C., Slimani, M., Benidir, L., Elhanafi, I., Zeouk, F., Errachidi, L., El Ghadraoui, L., Louahlia S . (2020). Seeds of *Zizyphus lotus*: In Vivo Healing Properties of the Vegetable Oil. *Scientific World Journal*, ID 1724543, 8p.
- Reggiani, R., Bertani A. and Bozo, S. (1995). The effect of salinity on early seedling growth of seeds of three wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars. *Canadian Journal of Plant Science*, 75(1).
- Rsaissi, N. et Bouhache, M. (2002). La lutte chimique contre le jujubier. *Bulletin mensuel d'information et de liaison du PNTTA (Programme National de transfert de Technologie en Agriculture, DERD (Ed.), Rabat (Maroc)*, 94p.
- Sadeghian, S.Y., Yavari, N. (2004). Effect of water deficit stress on germination and early seedling growth in sugar beet. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 190 (2), 138-144.
- Thornton, F.C., Schaedle, M., Raynal, D.J. (1988). Sensitivity of red oak (*Quercus rubra* L.) and american beech (*Fagus grandifolia* Ehrh) seedling to sodium salt in solution culture. *Tree Physiology*, 4, 167-172.
- Waston, L., Dallwitz, M.J. (1992). The families of flowering plants.. *Heart Disease Risk Factor Study. American Journal of Clinical Nutrition*, 77,133-138.
- Wilson, D.R., Jamieson, P.D., Jermyn, W.A., Hannon, R. (1985). Models of growth and water use of field pea (*Pisum sativum* L.) In : (ed. Hebblethwaite, P .D., M .C.Heath and T .C.k.Dawkins) *The Pea crop*. Butterworths London, UK.
- Zouaoui, R., Ksontini, M., Ferchichi, A. (2013). Effet de l'intensité de la contrainte hydrique sur la germination de *Ziziphus lotus* (L.) Lam des régions arides de la Tunisie. *Algerian journal of arid environment*, 3(1), 35-49.