



## Effet de la salinité sur la croissance et la production de biomasse de deux provenances de *Jatropha curcas* L. cultivés en serre

Mamadou Ousseynou LY<sup>1,2\*</sup>, Dinesh KUMAR<sup>3</sup>, Mayecor DIOUF<sup>2,4</sup>,  
Subhash NAUTIYAL<sup>5</sup> et Tahir DIOP<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Département de Biologie Végétale, FST/UCAD, BP 5005, Fann-Dakar, Sénégal.

<sup>2</sup> ISRA/CNRF BP 2312 Dakar, Sénégal.

<sup>3</sup> Silviculture Division, Forest Research Institute, New Forest, Dehradun, Uttarakhand 248006, India.

<sup>4</sup> ISRA/CRZ BP 53 Kolda, Sénégal.

<sup>5</sup> Botany Division, Forest Research Institute, New Forest, Dehradun, Uttarakhand 248006, India.

\*Auteur correspondant: [lyzeus2005@hotmail.com](mailto:lyzeus2005@hotmail.com), [lyzeus2005@yahoo.fr](mailto:lyzeus2005@yahoo.fr)

---

### RESUME

La salinisation des sols est un processus important de dégradation des sols. Ce phénomène ne cesse de prendre de l'ampleur. Il affecte la croissance et le rendement des cultures. L'utilisation d'espèces à usages multiples telle que *Jatropha curcas* L. et capable de se développer dans ces milieux est d'une importance capitale. Cette étude a porté sur l'effet de différentes concentrations de NaCl (0 g/l, 2 g/l, 4 g/l, 8 g/l, 16 g/l et 35 g/l) pendant une durée de 42 jours sur des jeunes plants de deux provenances (Nioro et Kaffrine) de *Jatropha curcas* L en condition de serre vitrée. La tolérance des deux provenances par rapport aux différentes concentrations de NaCl a été étudiée en tenant compte des paramètres de croissance et de rendement. Les résultats ont montré que la hauteur des tiges, le diamètre au collet, la biomasse sèche des parties aériennes et des parties racinaires évalués à la fin de l'expérience varient en fonction du niveau du stress salin. Les deux provenances ont montré une tolérance à la salinité manifestée par la réduction d'un appareil aérien et racinaire important. La provenance Nioro présente une croissance des organes aériens plus importante que celle de Kaffrine. Cependant, la provenance Kaffrine produit plus de biomasse sèche aérienne. Cette différence se situe au niveau de la quantité de biomasse sèche apportée par les tiges.

© 2014 International Formulae Group. All rights reserved.

**Mots clés :** Stress salin, croissance, biomasse, *Jatropha curcas* L., provenances.

---

### INTRODUCTION

La salinisation est le processus majeur de dégradation des terres particulièrement dans les zones arides et semi-arides. Ces dernières, marquées par des sécheresses rigoureuses et fréquentes, constituent environ 2/3 de la surface du globe terrestre (Ait Belaid, 1994). La salinité du sol provoque une diminution du potentiel osmotique de la

solution du sol, le déséquilibre nutritionnel et ou la toxicité des ions (Zhu, 2003; Turan et al., 2010). C'est l'un des principaux facteurs environnementaux qui limitent la croissance et le développement des plantes (Ghoulam et al., 2002; Faghire et al., 2011). Plusieurs études ont montré que la croissance en hauteur (Rui et al., 2009; Memon et al., 2010), la production de biomasse des tiges et des

racines (Ashraf and Ali, 2008; Shahbaz et al., 2010) sont négativement affectées par l'accroissement de la salinité. L'introduction des espèces tolérantes au stress salin est l'une des techniques utilisées pour faire face à la dégradation des terres. *Jatropha curcas* L., appartenant à la famille des Euphorbiacées, est une espèce succulente originaire d'Amérique centrale. C'est une espèce à usage multiple qui peut vivre sur des terres marginales telles que les terres affectées par le sel. Ceci impose les stratégies à entreprendre pour comprendre les mécanismes mis en œuvre par cette espèce et ce, pour une plus grande maîtrise de son extension et sa productivité ainsi que son adaptation aux nouvelles conditions de l'environnement. Des études ont porté sur le comportement de cette espèce au stress salin (Patel et al., 2010 ; Mampionona, 2011). Cependant, au Sénégal, rares sont celles qui ont concerné les provenances locales. Notre travail a porté sur l'analyse de l'effet de différentes concentrations de NaCl sur la croissance et la production de biomasse de provenances de *Jatropha curcas* afin d'identifier le matériel végétal le plus performant pour les programmes de restauration et de valorisation des terres salées.

## MATERIEL ET METHODES

### Matériel végétal

Les graines des provenances de Niore (14°06'24,70'' N et 15°33'07,13'' O) et de Kaffrine (13°21'11,88'' N et 15°44'46,03'' O) ont été utilisées lors de la mise en place du dispositif expérimental. Ces graines ont été récoltées en janvier 2013 à partir d'arbres adultes puis conservées dans des chambres froides afin de maintenir leur pouvoir germinatif.

### Dispositif expérimental

L'essai a été conduit au niveau de la division botanique de l'Institut de Recherches Forestière de Dehra Dun (Inde). Les graines ont été imbibées pendant 24 heures puis mises en germination sous serre dans des bacs remplis de terre stérilisée. Deux semaines

après germination, les plantules sont repiquées individuellement dans des pots en terre cuite contenant un mélange de sable et de fumier (2v/v) à fond percé pour assurer le drainage des eaux en excès. L'arrosage était effectué avec de l'eau de robinet jusqu'à la capacité au champ tous les deux jours. Deux mois après repiquage, les plants ont été transférés dans une serre vitrée (Photo 1) puis soumis au stress salin pendant 42 jours.

Un dispositif expérimental en split plot complet randomisé comprenant deux facteurs avec trois répétitions a été utilisé. Le facteur provenance avec deux niveaux (provenances Kaffrine et Niore) et le facteur traitement avec six niveaux (0 g/l, 2 g/l, 4 g/l, 8 g/l, 16 g/l et 35 g/l). Les différentes concentrations étaient préparées avec de l'eau distillée. Chaque traitement comptait cinq plants soient 90 plants par provenance. Les plants étaient arrosés avec 300 ml de solution un jour sur deux pour permettre une lixiviation du sel et compenser les pertes d'eau dues à l'évapotranspiration (Leye et al., 2012). Pour éviter les chocs osmotiques, les différentes concentrations de NaCl ont été apportées graduellement pendant une semaine (Diouf et al., 2005 ; Leye et al., 2012). Pour comprendre l'effet du stress salin sur la croissance et la production de biomasse, les paramètres ci-dessous ont été suivis.

### Paramètres dendrométriques

La croissance apicale, le diamètre au collet, le nombre de feuilles et la croissance foliaire par plant ont été évalués hebdomadairement. La hauteur a été mesurée à l'aide d'une règle graduée (Photo 2).

La croissance apicale est estimée par le taux de croissance relative en hauteur (TCRh) donné par la formule suivante :

$$TCRh = (H_f - H_i) / H_i$$

avec H : hauteur, *i* : initiale, *f* : finale.

Le diamètre au collet est mesuré à l'aide d'un pied à coulisse au niveau de la zone de séparation entre le système racinaire et la partie aérienne (Photo 2). Le taux de croissance relative du diamètre au collet est donné par la formule suivante:

$TCR_{dc} = (D_{cf} - D_{ci}) / D_{ci}$ , avec  $D_c$  : Diamètre au collet,  $i$  : initiale et  $f$  : finale.

Le nombre de feuille de tous les individus par traitement a été évalué par comptage de toutes les feuilles de chacune des plantes au 42<sup>ème</sup> jour à partir de l'application du traitement au NaCl.

Pour chaque traitement, six individus ont été échantillonnés au hasard pour le suivis et les mensurations ont porté sur la deuxième et la troisième feuille en partant de l'apex (Photos 3A et 3B). La croissance foliaire a été

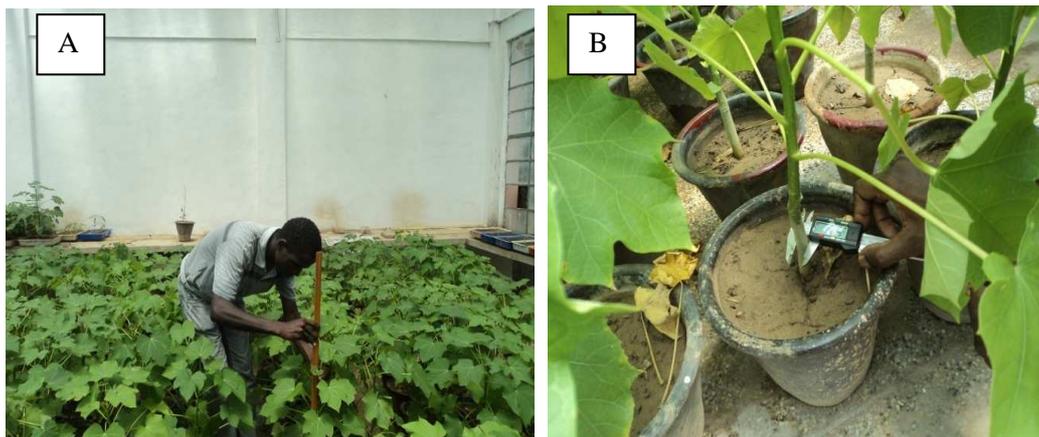
déterminée par la mesure du petit et du grand axe de la feuille (Photos 3C et 3D). Les mesures ont été effectuées le début et à la fin de l'essai.

#### Production de biomasse

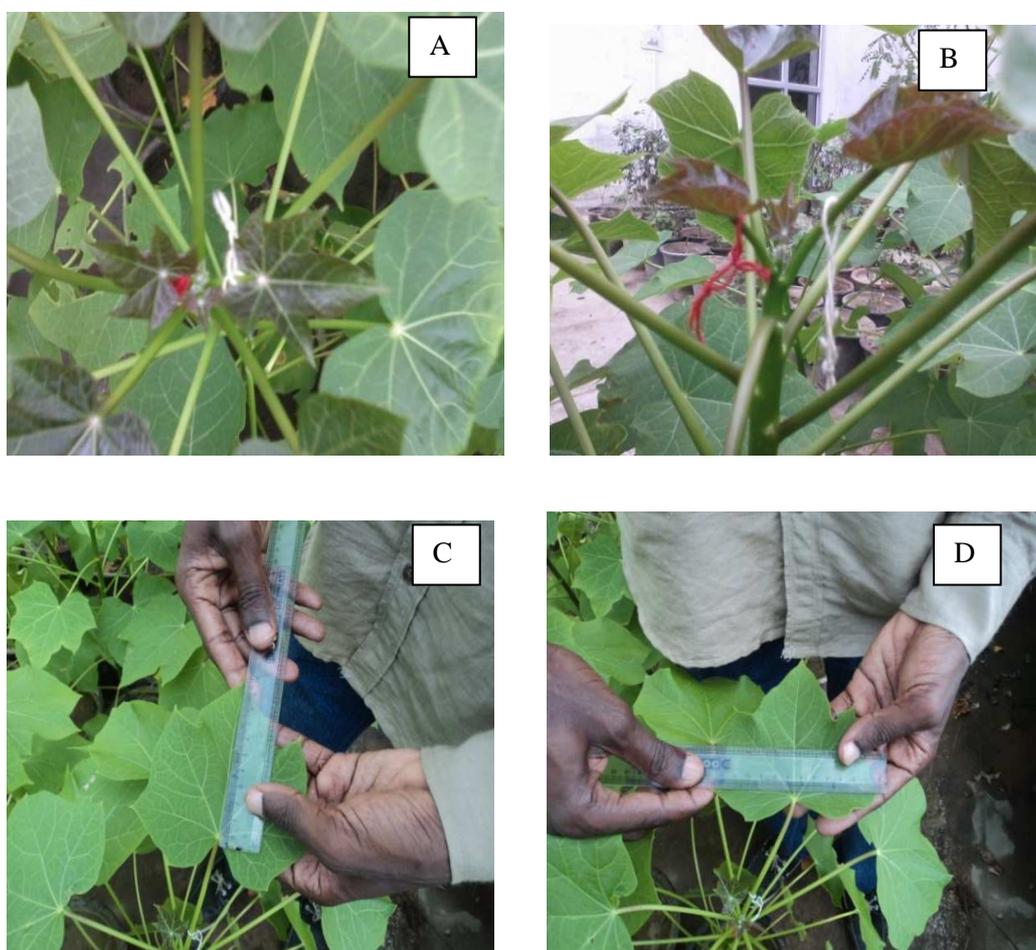
La biomasse sèche des feuilles, des tiges et des racines est obtenue après séchage à l'étuve à une température de 70 °C pendant 48 heures. Pour chacun des traitements, le rapport biomasse racinaire sur biomasse totale aérienne (feuilles+tiges) a été évalué.



**Photo 1 :** Disposition des trois blocs (A) et arrosage (B) des jeunes plants de *Jatropha curcas* L. dans la serre vitrée.



**Photo 2:** Mesure de la hauteur (A) et du diamètre au collet (B) de jeunes plants de *Jatropha curcas* soumis au stress salin.



**Photo 3 :** Etiquetage des feuilles (A et B) et procédé de mesure de la croissance foliaire (C : petit axe et D : grand axe) de jeunes plants de *Jatropha curcas* L. soumis au stress salin.

### **Analyse des données**

Les données obtenues ont été soumises à des analyses de variance à l'aide du logiciel SPSS version 16.0. Elles ont été d'abord testées pour la normalité et l'homogénéité des variances à l'aide du test de Levene. Le test de Newmann-Keul a été utilisé au seuil de 5% pour classer les groupes dans le cas où l'analyse de variance est significative.

## **RESULTATS**

### **Croissance en hauteur**

Les plants de *Jatropha curcas* L. répondent aux différentes concentrations de NaCl par une réduction de la croissance en hauteur pour les concentrations supérieures ou égales à 4 g/l (Figure 1, Photo 4).

En réponse aux différents traitements, la croissance est variable selon la provenance. Chez les individus non traités avec du NaCl et ceux traités avec des concentrations de 2 g/l et 4 g/l, le taux de croissance en hauteur relative est significativement plus important chez la provenance Niro. Au-delà de 4 g/l, les taux de croissance ne sont pas significativement différents entre les deux provenances.

#### ➤ **Croissance en diamètre**

L'augmentation de la concentration de sel dans la solution d'eau d'irrigation diminue de façon significative le taux de croissance relative du diamètre au collet des deux provenances de *Jatropha curcas* (Figure 2).

Pour des concentrations allant de zéro jusqu'à 8 g/l, le taux de croissance relative du diamètre au collet de la provenance Niro est significativement plus importante que celle de kaffrine. A partir de 16 g/l, la croissance des

individus est très faible voire inexistante pour des concentrations de 35 g/l. Chez ces derniers, une diminution importante du diamètre au collet est enregistrée.

### **Croissance foliaire**

L'augmentation de la concentration de NaCl a un effet significatif sur le développement des feuilles de *Jatropha curcas*. Cela se manifeste par une réduction de la croissance en longueur des petits et grands axes des feuilles lorsque l'on passe des concentrations les plus faibles au plus élevées. (Tableau 1).

Cette réduction de croissance est plus importante à partir des concentrations de NaCl de 4 g/l où la dimension des axes foliaires se distingue de façon significative par rapport aux témoins cultivées sans apport de NaCl.

### **Variation du nombre de feuilles**

L'effet de la salinité sur le nombre de feuilles par plant montre que les deux provenances sont négativement affectées lorsque le traitement salin atteint les concentrations supérieures ou égales à 16 g/l (Figure 3). Au niveau de ce traitement, le nombre de feuilles décroît de façon significative comparé aux autres traitements.

### **Effet de la salinité sur la production de biomasse**

La biomasse sèche de toutes les parties de la plante (feuilles, tiges et racines) des deux provenances testées a été significativement plus faible à partir des concentrations de 16 g/l (Tableau 2).



**Photo 4 :** Effet de différentes concentrations de NaCl sur la croissance en hauteur des provenances Kaffrine (A) et Nioro (B) de *Jatropha curcas* L au 42<sup>ème</sup> jour.

**Tableau 1 :** Taux de croissance relative en longueur (%) des petits et grands axes foliaires de jeunes plants de deux provenances de *Jatropha curcas* (Kaffrine et Nioro) selon les traitements.

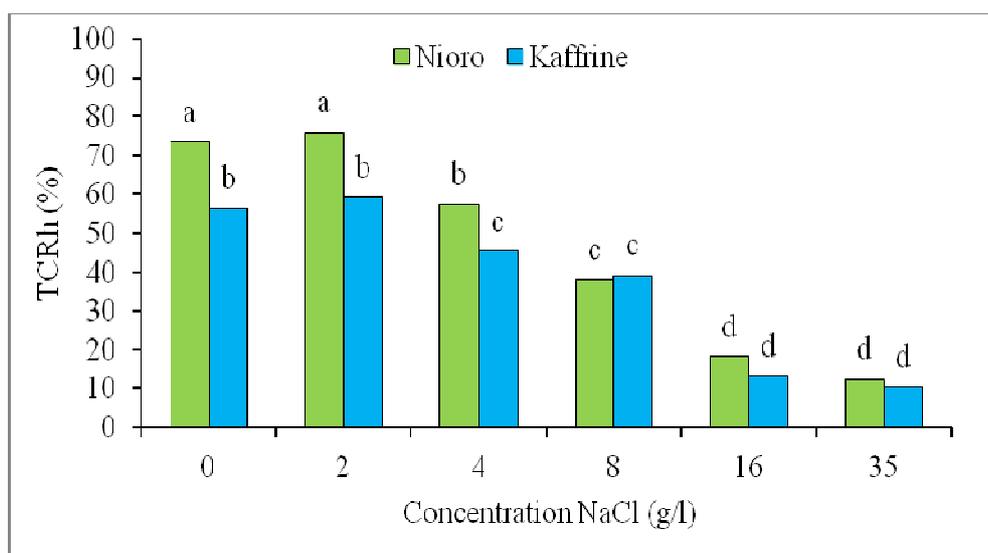
Concentration de NaCl (g/l)	Petit axe		Grand axe	
	Kaffrine	Nioro	Kaffrine	Nioro
T1	204,44±19 <sup>a</sup>	128,68±16 <sup>a</sup>	229,76±27 <sup>a</sup>	155,56±21 <sup>a</sup>
T2	116,56±24 <sup>b</sup>	101,72±25 <sup>a</sup>	151,47±28 <sup>b</sup>	130,01±25 <sup>a</sup>
T3	52,51±11 <sup>cd</sup>	42,17±17 <sup>b</sup>	76,29±14 <sup>c</sup>	63,11±27 <sup>b</sup>
T4	68,14±17 <sup>c</sup>	45,12±14 <sup>b</sup>	68,31±14 <sup>c</sup>	54,46±14 <sup>b</sup>
T5	39,52±12 <sup>cd</sup>	28,75±5 <sup>b</sup>	48,15±13 <sup>c</sup>	26,90±3 <sup>b</sup>
T6	19,41±7 <sup>d</sup>	14,44±5 <sup>b</sup>	23,36±5 <sup>c</sup>	12,95±3 <sup>b</sup>
Valeur p	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001

Les moyennes sur une colonne suivies de la même lettre ne sont pas significativement différente au seuil de 5%. ± Erreur type.

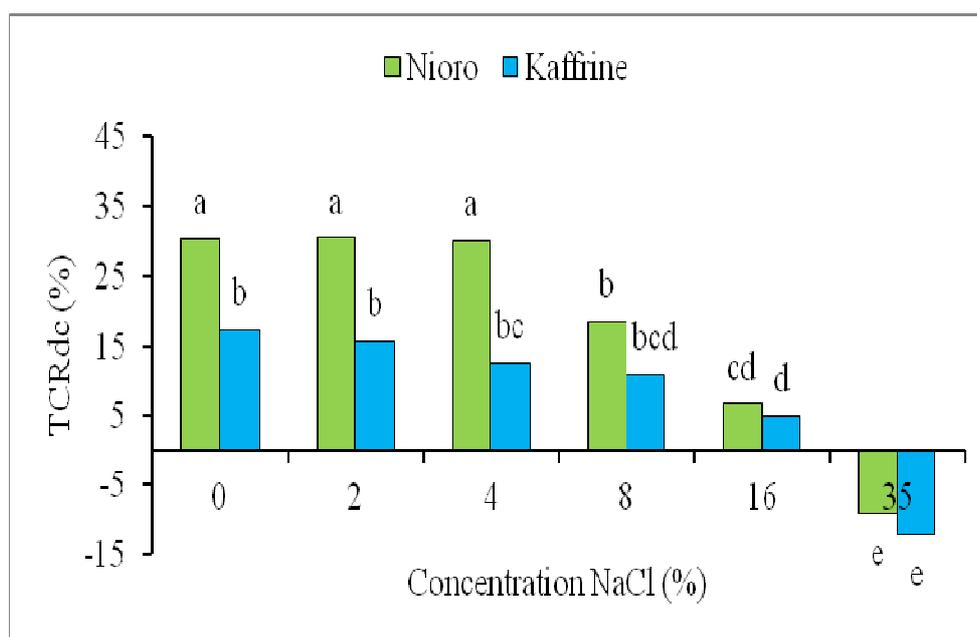
**Tableau 2 :** Variation de la biomasse sèche en fonction de différentes concentrations de NaCl chez deux provenances de *Jatropha curcas* L. (Kaffrine et Nioro).

Concentrations NaCl (g/l)	feuilles (g)	Tiges (g)	Racines (g)	Tiges + feuilles (g)	Racines/ Tiges+Feuilles
T1	17,37±1,16 <sup>a</sup>	15,83±1,06 <sup>ab</sup>	3,96±0,36 <sup>a</sup>	33,21±1,52 <sup>a</sup>	0,12±0,01 <sup>b</sup>
T2	12,77±0,83 <sup>bc</sup>	16,09±0,94 <sup>a</sup>	3,42±0,31 <sup>ab</sup>	26,46±1,59 <sup>b</sup>	0,13±0,02 <sup>ab</sup>
T3	12,79±1,31 <sup>b</sup>	13,83±0,90 <sup>bc</sup>	3,42±0,61 <sup>ab</sup>	26,62±1,70 <sup>b</sup>	0,12±0,02 <sup>b</sup>
T4	11,50±1,38 <sup>bcd</sup>	13,29±0,82 <sup>c</sup>	3,17±0,23 <sup>ab</sup>	24,79±1,92 <sup>b</sup>	0,13±0,01 <sup>ab</sup>
T5	9,14±1,30 <sup>cd</sup>	8,67±0,70 <sup>d</sup>	2,87±0,24 <sup>b</sup>	17,04±1,26 <sup>c</sup>	0,18±0,02 <sup>a</sup>
T6	8,17±1,28 <sup>d</sup>	8,54±0,86 <sup>d</sup>	1,62±0,38 <sup>c</sup>	16,71±1,64 <sup>c</sup>	0,10±0,02 <sup>b</sup>
valeur de p	0,0001	0,0001	0,002	0,0001	0,042

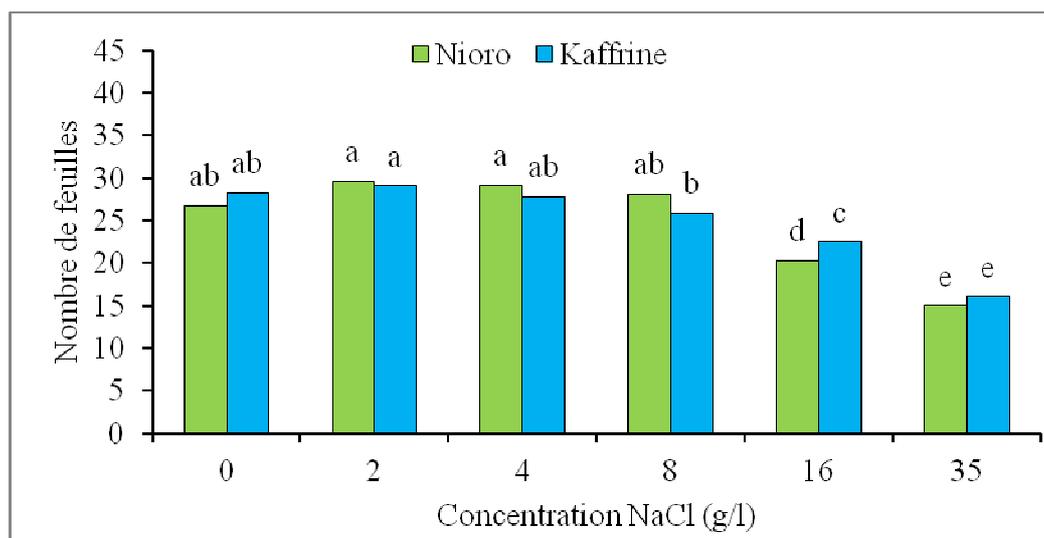
Les moyennes sur une colonne suivies de la même lettre ne sont pas significativement différente au seuil de 5% (Newmann-Keuls). ± Erreur type.



**Figure 1 :** Taux de croissance relative en hauteur (TCRh) de jeunes plants de deux provenances de *Jatropha curcas* L. (Kaffrine et Nioro) selon les traitements ( $p = 0,032$ ). Les barres avec les mêmes lettres ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% (Newmann-Keuls).



**Figure 2 :** Taux de croissance relative du diamètre au collet (TCRdc) de jeunes plants de deux provenances de *Jatropha curcas* L. (Kaffrine et Nioro) selon les traitements ( $p = 0,0001$ ). Les barres avec les mêmes lettres ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% (Newmann-Keuls).



**Figure 3 :** Nombre de feuilles de jeunes plants de deux provenances de *Jatropha curcas* L. (Kaffrine et Nioro) selon les traitements ( $p = 0,011$ ). Les barres avec les mêmes lettres ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% (Newmann-Keuls).

## DISCUSSION

Les effets de la salinité sur la croissance des jeunes plants de *Jatropha* cultivés en conditions semi contrôlées, sous serre dépend de plusieurs facteurs. Ils varient selon la concentration de NaCl appliquée au traitement, selon l'espèce, selon la provenance, selon le stade végétatif et l'organe (Levigneron et al., 1995). Les effets de la salinité se manifestent principalement par un ralentissement de la croissance de l'appareil végétatif. Les résultats de la présente étude montrent que la salinité affecte négativement la croissance en hauteur et du diamètre au collet des deux provenances de *Jatropha curcas*. La provenance Kaffrine est plus sensible que celle de Nioro. Ces résultats corroborent ceux de Bakht et al. (2011) selon qui des concentrations élevées de salinité ralentissent la croissance en hauteur des plantules de maïs (*Zea mays* L.). Selon ces auteurs, cette variation de hauteur selon les cultivars était de 75% chez un génotype et de 66% chez l'autre. Des résultats similaires ont été obtenus par (Benmahioul, 2009) sur les

plantules de *Pistacia vera* L. soumises à un stress salin *in vitro* et sur *Washingtonia filifera* L. par Daroui et al. (2013).

A des concentrations de 35g/l, les taux de croissance relative du diamètre au collet (TCRdc) sont négatifs pour les deux provenances. Cela s'explique par le fait que *Jatropha curcas* est une espèce succulente capable d'accumuler beaucoup d'eau. A défaut d'alimentation hydrique prolongée liée à une forte pression hydrique de la solution du sol, la plante utilise cette réserve entraînant une déshydratation des tissus dont résulte une diminution du diamètre au collet.

Les feuilles sont les tissus les plus sensibles de la plante au stress. Cependant, les deux provenances de *Jatrophas curcas* réduisent de façon significative le nombre de feuilles par rapport au témoin à partir des concentrations de 8 g/l (provenance kaffrine) et 16 g/l (provenance Nioro). Par contre, une stimulation de l'induction foliaire est notée chez les individus soumis à des solutions d'irrigation de 2 g/l. La croissance foliaire est également très affectée par l'augmentation du

stress salin quelle que soit la provenance. Ce ralentissement de croissance est significative dès que les concentrations atteignent 2 g/l et 4 g/l respectivement chez les provenances Kaffrine et Nioro. Selon Munns (2006), l'expansion des feuilles est sévèrement inhibée par le stress salin : les nouvelles feuilles se développent lentement et la sénescence des anciennes s'accélère.

La réduction de la croissance de ces différents organes en cas de stress salin est attribuée à plusieurs causes parmi lesquelles l'accumulation de l'ion  $\text{Na}^+$  dans les tissus foliaires qui est la cause primaire des dommages ioniques au niveau des tissus de la plante (Munns et al. (2006). Selon ces auteurs, le stress salin inhibe l'absorption des éléments nutritifs essentiels comme le P et K ; ce qui affecte la croissance et le développement de la plante. Bois (2005) confirme que la réduction de l'absorption des ions ( $\text{NO}_3^-$ ) est à l'origine de la diminution de la croissance. Le ralentissement de la croissance aérienne peut aussi s'expliquer par l'accumulation de certains régulateurs de croissance dans les tissus notamment l'acide abscissique et les cytokinines induite par le sel (Kuiper et al., 1990 ; Benmahiouel et al., 2009).

Ainsi, cette réduction de la croissance des différentes parties aériennes est une capacité adaptative (Zhu, 2001). Elle permet à la plante d'accumuler de l'énergie et des ressources pour combattre le stress afin de faire face aux dommages irréversibles causés lorsque la valeur seuil de la concentration létale est atteinte.

La production de biomasse sèche aérienne et racinaire ainsi que le rapport entre la biomasse racinaire et aérienne sont de bons indicateurs de l'effet du stress salin sur les végétaux. Nos résultats ont montré que la salinité diminue considérablement la production de biomasse sèche des différentes parties aériennes (feuilles, tiges et feuilles plus tiges) et racinaires. La production de biomasse

aérienne particulièrement celle foliaire est plus affectée par l'accroissement de la salinité que celle racinaire. Ces résultats sont en accord avec ceux obtenus par Maaouia-Houimli et al. (2011) chez trois variétés de piments (*Capsicum annum* L.) dont la production moyenne de biomasse sèche aérienne par plante de l'ensemble des variétés à diminué de l'ordre de 42,2% pour une concentration de NaCl de 6 g/l. Ce constat a été aussi fait sur *Washingtonia filifera* L. (Daroui et al., 2013) et sur deux variétés de banane (Belfakih et al., 2013).

Les résultats obtenus révèlent que les deux provenances de *Jatropha curcas* L. supportent des concentrations de NaCl allant jusqu'à 35 g/l pendant une durée 42 jours. Cependant, l'augmentation de la salinité a eu un effet très significatif sur l'ensemble des paramètres biométriques. La croissance en hauteur, du diamètre au collet de même que le nombre de feuilles et l'expansion foliaire diminuent avec le gradient croissant de la salinité. Dans cette logique, la biomasse sèche des différentes parties aériennes et souterraines sont également affectées. La provenance Kaffrine, caractérisée par une croissance plus faible, produit plus de biomasse aérienne sèche. Cette attitude lui confère une meilleure résistance à la salinité. L'identification des osmorégulateurs pour mieux élucider l'ajustement osmotique qui est un mécanisme très développé par les plantes pour faire face au stress osmotique est nécessaire pour l'approfondissement de cette étude.

## REMERCIEMENTS

Nous remercions le gouvernement indien et plus particulièrement le département des sciences et technologie d'avoir financé ce travail à travers la bourse ' Research Training Fellowship for Developing Country Scientists (RTF-DCS). Nos remerciements vont également à l'endroit de tout le personnel

scientifique et technique des laboratoires des divisions de la sylviculture et de la botanique de l'institut de recherches forestières de Dehra Dun, Inde.

## REFERENCES

- Ait Belaid M. 1994. Les systèmes d'information pour l'environnement : Développement et formation. *Géo Observateur*, **5**: 61-69.
- Ashraf M, Ali Q. 2008. Relative membrane permeability and activities of some antioxidant enzymes as the key determinants of salt tolerance in canola (*Brassica napus* L.). *Environ. Exp. Bot.*, **63**: 266-273.
- Bakht J, Shafi M, Jamal Y, She H. 2011. Response of maize (*Zea mays* L.) to seed priming with NaCl and salinity stress. *Span J. Agri. Res.*, **9**: 252-261.
- 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. *J. Appl. Bios.*, **63**: 4689 – 4702.
- 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.). *C.R. Biologies*, **332**(8): 752-758.
- Bois G. 2005. Ecophysiologie de semis de conifères ectomycorhizés en milieu salin et soclique. Thèse de doctorat. 187p.
- Daroui EA, Boukroute A, Nour- Eddine Kouddane N, Berrichi A. 2013. Effet de la salinité sur la germination et la croissance in vitro du *Washingtonia filifera* L. *Sci. Agro. Biol.*, **8**: 32-38.
- Diouf D, Duponnois R, Ba AT, Neyra M, Lesueur D. 2005. Symbiosis of *Acacia auriculiformis* and *Acacia mangium* with mycorrhizal fungi and Bradyrhizobium spp. Improves salt tolerance in greenhouse conditions. *Funct. Plant Biol.*, **32**: 1143 – 1152.
- Faghire M, Bargaz A, Farissi M, Palma F, Mandri B, Lluch C, Tejera García NA, Herrera-Cervera JA, Oufdou K, Ghoulam C. 2011. Effect of salinity on nodulation, nitrogen fixation and growth of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) inoculated with rhizobial strains isolated from the haouz region of morocco. *Symbiosis*, **55**: 69-75.
- Ghoulam C, Foursy A, Fares K. 2002. Effects of salt stress on growth, inorganic ions and proline accumulation in relation to osmotic adjustment in five sugar beet cultivars. *Environ. Exp. Bot.*, **47**: 39-50.
- Kuiper D, Schuit J, Kuiper PJC. 1990. Actual cytokinin concentrations in plant tissue as an indicator for salt resistance in cereals. *Plant Soil*, **123**: 243–250.
- Levigneron A, Lopez F, Varisuyt G, Berthomien P, Casse-Delbar T. 1995. Les plantes face au stress salin. *Cahier d'Agriculture*, **4**: 263-273.
- Leye EHM, Diouf M, Ndiaye F, Diallo B, Diagne HM, Diop T. 2012. Effet de la mycorhization et de la salinité sur la croissance, les réponses biochimiques et la productivité de *Jatropha curcas* L., cultivée sous serre. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **6**(4): 1741-1760.
- Maouia-Houimli SI, Denden M, Dridi-Mouhandes B, Mansour-gueddes SB. 2011. Caractéristiques de la croissance et de la production en fruits chez trois variétés de piment (*Capsicum annum* L.) sous stress salin. *Tropicultura*, **29**(2): 75-81.
- Mampionona RA. 2011. Physiological and growth responses of *Jatropha curcas* L. to water, nitrogen and salt stresses; Thesis, University of Hohenheim, 110 p.
- Memon SA, Hou X, Wang LJ. 2010. Morphological analysis of salt stress

- response of pak Choi. *EJEAFChe.*, **9**(1): 248-254.
- Munns R, James RA, Lauchli A. 2006. Approaches to increasing the salt tolerance of wheat and other cereals. *J. Exp. Bot.*, **57**: 1025-1043.
- Okubo M, Sakuratani T. 2000. Effects of sodium chloride on survival and stem elongation of two Asian pear rootstock seedlings. *Scientia Hort.*, **85**: 85-90.
- Patel AD, Panchal NS, Pandey IB, Pandey AN. 2010. Growth, water status and nutrient accumulation of seedlings of *Jatropha curcas* L. (Euphorbiaceae) in response to soil salinity. *Anales de Biologia*, **32**: 59-71.
- Reda Tazi M, Berrichi A, Haloui B. 2001. Germination et croissance *in vitro* de l'arganier (*Argania spinosa* L. Skeels) des Beni-Snassen (Maroc oriental) à différentes concentrations en NaCl. *Actes Inst. Agron. Vet.*, **21**(3): 163-168.
- Rui L, Wei S, Mu-xiang C, Cheng-jun J, Min W, Bo-ping Y. 2009. Leaf anatomical changes of *Burquieragymnorhiza* seedlings under salt stress. *J. Trop. Subtrop. Bot.*, **17** (2): 169-175.
- Shahbaz M, Ashraf M, Akram NA, Hanif A, Hameed S, Joham S, Rehman R. 2010. Salt-induced modulation in growth, photosynthetic capacity, proline content and ion accumulation in sunflower (*Helianthus annuus*L.). *Acta. Physiol. Plant*, **10**: 639-649.
- Turan MA, Elkarim AHA, Taban A, Taban S. 2010. Effect of salt stress on growth and ion distribution and accumulation in shoot and root of maize plant. *Afr. J. Agric. Res.*, **5**(7): 584-588.
- Zhu JK. 2003. Regulation of ion homeostasis under salt stress. *Curr. Opin. Plant Biol.*, **6**: 441- 445.
- Zhu JK. 2001. Plant salt tolerance, *Trends Plant Sci.*, **6**: 66-71.