

Performances de *Tamarix aphylla* (L.) H.Karst. var *erectus* sur sols sulfatés acides salés du terroir de Ndiaffate, Kaolack (Sénégal)

[Performance of *Tamarix aphylla* (L.) H.Karst. var *erectus* on salty acid sulphate soils of Ndiaffate terroir, Kaolack (Senegal)]

Elhadji FAYE¹, Mamoudou Abdoul TOURE², Malainy DIATTA², and Mouhameth SARR¹

¹Institut Supérieur de Formation Agricole et Rurale (ISFAR), Université de Thiès, BP 54 - Bambey, Senegal

²Institut Sénégalais de Recherches Agricoles, BP. 3120, Senegal

Copyright © 2019 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: The increasing salinization of Sine Saloum river basin lands is on a scale that far exceeds the current reclamation and use capacity of populations. For this, a biomechanical design associating a levee network and *Tamarix aphylla* (L.) H.Karst as a biological pump was implemented in Ndiaffate village in 1998. The experimental design was a randomized complete blocks with three treatments, a control and five replicates. The treatments were three planting densities (4 x 3, 4 x 4 and 4 x 5 m). Ten years later, it was important to evaluate species and its effects on salinity and acidity of studied lands. Systematic monitoring of plants was conducted. Diameter, height and number of *T. aphylla* stems, salinity and acidity of the experimental plots were measured. Data analysis shows that planting density has direct effects on *T. aphylla* growth and indirect effects on soil salinity and acidity. The 4 x 5 m treatment seems to give the best success rates and growth. A significant difference was found between height, diameter and regeneration means. A follow-up of the amplitude of chemical parameters' seasonal variations seems to be necessary.

KEYWORDS: Salty soils, *Tamarix aphylla*, Density, Sprouting.

RESUME: La salinisation croissante des terres du bassin du fleuve Sine Saloum, a pris une ampleur dépassant de loin les capacités actuelles de restauration et de valorisation des populations. Face à ce constat, un dispositif biomécanique combinant diguettes et pompe biologique ou *Tamarix aphylla* (L.) H.Karst. a été installé à Ndiaffate en 1998. Le dispositif expérimental est en blocs complets randomisés avec trois traitements, un témoin et cinq répétitions. Les traitements sont les densités de plantation (4 x 3, 4 x 4 et 4 x 5 m). Dix ans plus tard, il était important d'évaluer le comportement de *T. aphylla* et ses effets sur la salinité et l'acidité des terres étudiées. Un suivi systématique des individus plantés a été ainsi conduit. Les variables mesurées et analysées sont : diamètre, hauteur, nombre de tiges, salinité et acidité. La densité de plantation a des effets directs sur la croissance de *T. aphylla* et indirects sur la salinité et l'acidité des sols. Le traitement 4 x 5 m semble donner les meilleurs taux de réussite, croissance et contrôle de l'acidité et de la salinité. Une différence significative a été notée entre les moyennes de hauteur, diamètre et régénération. Un suivi de l'amplitude des variations saisonnières des paramètres chimiques semble nécessaire.

MOTS-CLEFS: Sols salés, *Tamarix aphylla*, Densité, Régénération.

1 INTRODUCTION

Avec la péjoration climatique observée depuis 1968, des modifications sévères sont survenues dans les écosystèmes forestiers et agroforestiers du Sénégal. Une des conséquences est l'avancée du phénomène de salinisation des eaux et des sols suite à la transgression marine. Ce phénomène a entraîné des conséquences dramatiques parmi lesquelles : (i) la diminution du couvert végétal y compris la mangrove et avec 70% des formations à *Acacia seyal* et 30 à 40% des formations à *Combretum glutinosum* qui ont disparu selon [1] et l'accentuation de l'érosion des sols, (ii) la salinisation croissante des terres basses entraînant l'abandon des rizières, (iii) la réduction des pâturages et (iv) l'accentuation de la pauvreté et de la précarité dans certaines localités rurales.

En Afrique comme ailleurs, des initiatives nationales, régionales et mondiales ont vu le jour pour lutter contre la dégradation des sols, un phénomène dont l'ampleur est reconnue dans les diverses propositions et déclarations [2]. C'est pourquoi au Sénégal, face à ce phénomène, plusieurs tentatives de restauration des terres salées ont été menées et orientées vers les méthodes biologiques (plantations de Keur Mactar [1] ; plantations du PRECOBA (1981-1997)). Si ce criblage d'espèces forestières halotolérantes et les aménagements mécaniques sont relativement anciens, les aménagements biomécaniques ont été plus récents avec notamment le Projet de Restauration Agronomique des Sols Salés, 1998-2004 au Sénégal (PRASS, 1998 financement CRDI), le Projet Valorisation Agro-sylvo-pastorale des sols salés et sulfatés acides du Bassin du Sine Saloum (2005 financement FNRAA), le Projet de Partenariat multi-acteurs pour l'adaptation des populations vulnérables à la salinisation des sols induite par les changements climatiques au Sénégal (PROMASC, 2009 financement CRDI), le Projet Valorisation Agro-sylvo-pastorale des sols salés de la Région de Fatick (Sénégal) (2012, Financement UEMOA/PAES), etc. Ces expérimentations visaient à mettre au point et éprouver des techniques mécaniques et biomécaniques de restauration des terres salées. Le PRASS cherchait à restaurer les terres salées à travers un dispositif de recherche original combinant une espèce pompe biologique (*Tamarix aphylla*) et des mini-ouvrages de retenues des eaux de pluie (diguettes en terre).

Dix ans plus tard, il était important de faire le point sur un tel dispositif et ses impacts sur le sol. L'objectif de l'étude est d'évaluer les performances de *Tamarix aphylla* (« pompe biologique ») sur sols sulfatés acides salés (communément appelés tannes) et son rôle dans les processus de désalinisation de ces sols à Ndiaffate, région de Kaolack. Pour atteindre cet objectif, deux hypothèses ont été posées : (i) la densité de plantation a un effet sur la survie et le comportement de *Tamarix aphylla* sur sols sulfatés acides salés et (ii) la densité de plantation n'a aucun rôle sur la désalinisation et la désacidification des sols de Ndiaffate.

2 MATÉRIEL ET MÉTHODE

Le site d'implantation de *Tamarix aphylla* est Ndiaffate (14°04'20,3" de latitude Nord et 16°10'51,1" de longitude Ouest) situé dans la région de Kaolack, au Sénégal. Ce site a fait l'objet d'aménagement biomécanique depuis 1998. L'aménagement mécanique consiste à édifier des diguettes de 50 cm de haut, sur 40 cm de large, entourant la parcelle expérimentale utile, divisant celle-ci en 5 blocs et 20 parcelles élémentaires et délimitant la zone tampon en amont de cette parcelle utile. Chacune des parcelles élémentaires est divisée, à l'aide des diguettes, en 5 sous-parcelles élémentaires.

Le dispositif expérimental adopté (Figure 1) est en blocs complets randomisés avec le seul facteur écartement à 4 niveaux : T_0 = traitement témoin sans *Tamarix*, T_1 = traitement à *Tamarix* planté à 4x3 m, T_2 = traitement à *Tamarix* planté à 4x4 m et T_3 = traitement à *Tamarix* planté à 4x5 m. Chaque traitement a été répété 5 fois.

Chaque bloc ou répétition est composé de quatre parcelles élémentaires de 0,4 ha ou 4000 m². Chaque parcelle élémentaire (Figure 2) est composée de 4 sous-parcelles périphériques de 750 m² chacune (50 m x 15 m) et une sous-parcelle centrale de 1000 m² (50 m x 20 m). Cela fait 20 parcelles élémentaires de 4 000 m² chacune. Une zone tampon d'une superficie de 4,91 ha entoure le dispositif. Elle est divisée en sous parcelles (0,175 ha) de part et d'autre des blocs.

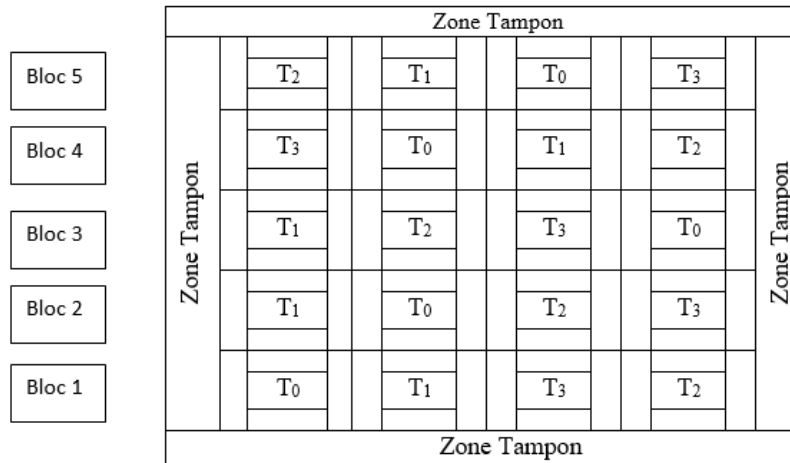


Fig. 1. Présentation du dispositif expérimental

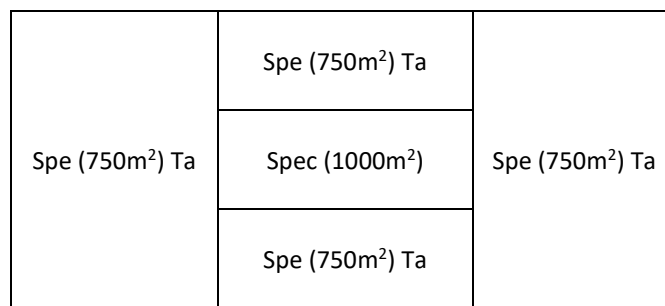


Fig. 2. Présentation de la parcelle élémentaire de 4000 m² du site expérimental de Ndiaffate

Spe = sous-parcelle élémentaire périphérique ; Spec = sous-parcelle élémentaire centrale ; Ta = *Tamarix aphylla*

Dans les parcelles, le matériel végétal est composé d'individus d'une espèce halophyte facultative à long tronc et avec de bonnes prédispositions à la régulation de l'évapotranspiration : *T. aphylla* var *erectus* planté à des densités de 333, 250 et 200 ind.ha⁻¹ (T1, T2 et T3). L'ensemble des individus présents dans chaque parcelle élémentaire a fait l'objet de mesure de hauteur avec une perche emboitable (telexfix 10 m) et de diamètre à 1,3 m avec un compas forestier. Parallèlement à ces mesures, un comptage des individus vivants, des cas de coupes et des morts sur pied, a été effectué et des prises de vues ont été réalisées avec un appareil photo-numérique.

Pour analyser le sol des parcelles à *T. aphylla*, la méthode d'échantillonnage composite a été utilisée. Elle consiste à faire un prélèvement à 0,25 cm de profondeur à l'aide d'une tarière au milieu de chaque sous-parcelle élémentaire et dans la sous-parcelle centrale de chaque traitement. Les prélèvements sont ensuite mélangés et homogénéisés sur un sac de riz vide. Ensuite, une quantité de ce mélange est prélevée et mise dans des sachets plastiques pour être acheminée au laboratoire d'analyse pédologique de Ross Béthio, à Saint-Louis. Dans ce laboratoire, la conductivité électrique et le pH (pH/cond.Meter 430, jumelés) de 38 échantillons ont été déterminés sur extrait aqueux 1/5^e de sol.

ANALYSE DES DONNÉES

Les données collectées ont été soumises à des analyses de variance suivie de tests de comparaison de moyennes.

3 RÉSULTATS

3.1 TAUX DE RÉUSSITE

Le taux de réussite n'est pas influencé par l'écartement (Figure 3 ; p = 0,91). Il varie entre 38 et 43±15% et augmente avec l'écartement.

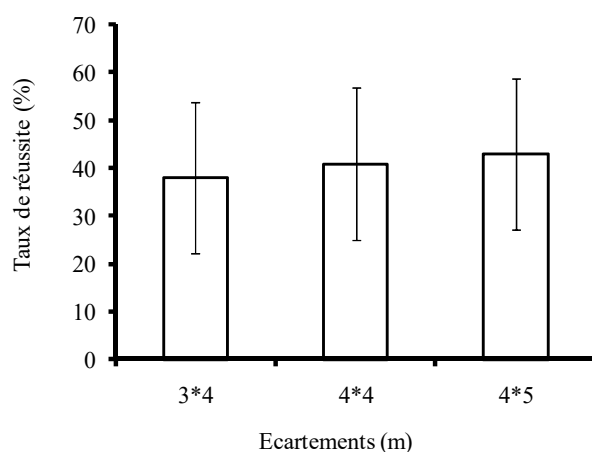


Fig. 3. Taux de réussite de *Tamarix aphylla* en fonction des écartements à Ndiaffate ($p = 0,91$)

3.2 HAUTEUR DES PLANTS

La densité de plantation n'a pas d'effets significatifs sur la hauteur des plants ($p = 0,07$). Les individus appartenant aux parcelles de densités 4x4 et 4x5 m (Figure 4) sont en valeur absolue légèrement plus hauts (2,90 et 2,85 m) que ceux de la densité 3x4 m (2,60 m).

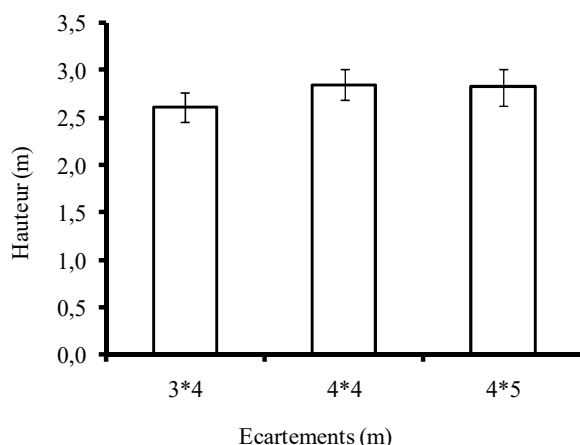


Fig. 4. Hauteur moyenne en fonction de l'écartement à Ndiaffate ($p = 0,07$)

3.3 CROISSANCE EN DIAMÈTRE

3.3.1 DIAMÈTRE BASAL

La figure 5 montre que le diamètre basal des arbres varie significativement en fonction de l'écartement ($p < 0,01$). Le diamètre le plus important (7,37 cm) est obtenu avec l'écartement 4*5 significativement différent des autres traitements. Cependant, aucune différence significative n'est notée entre les diamètres issus des écartements 3*4 et 4*4.

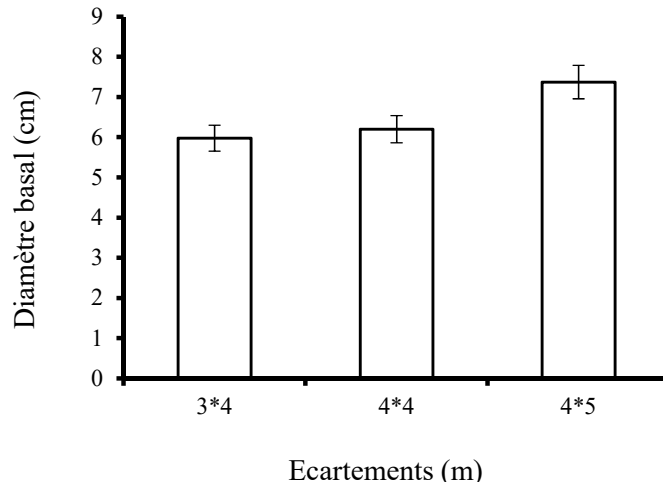


Fig. 5. Diamètre basal en fonction de l'écartement à Ndiaffate ($p < 0,01$)

3.3.2 DIAMÈTRE À 1,30M

Les traitements ont un effet significatif sur la croissance en diamètre à 1,30 m ($p < 0,01$). La figure 6 met en évidence une meilleure croissance en diamètre (3,8 cm) au niveau de la plus faible densité de plantation (4 x 5 m). La deuxième meilleure croissance (3,1 cm) est cependant enregistrée au niveau de la plus forte densité de plantation (3 x 4 m).

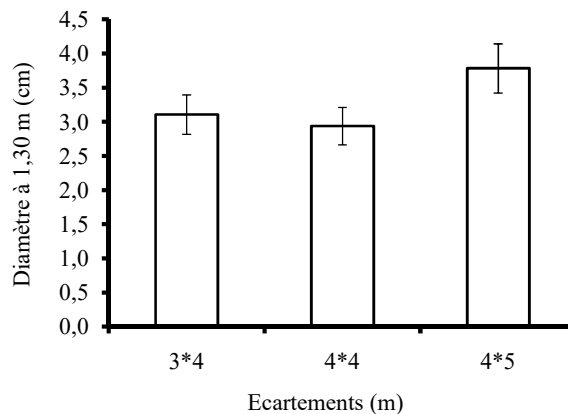


Fig. 6. Diamètre à 1,30 en fonction des traitements à Ndiaffate ($p < 0,01$).

3.4 ANALYSE DE LA RÉGÉNÉRATION VÉGÉTATIVE

3.4.1 NOMBRE DE JEUNES TIGES

Le nombre de rejets est fortement influencé par l'écartement ($p < 0,01$; Figure 7). Les écartements 4*4 et 4*5 donnent les nombres de rejets les plus importants ($4,20 \pm 0,90$ et $4,30 \pm 0,95$). Le nombre de rejets le moins important est obtenu avec l'écartement 3*4 ($3,65 \pm 0,65$).

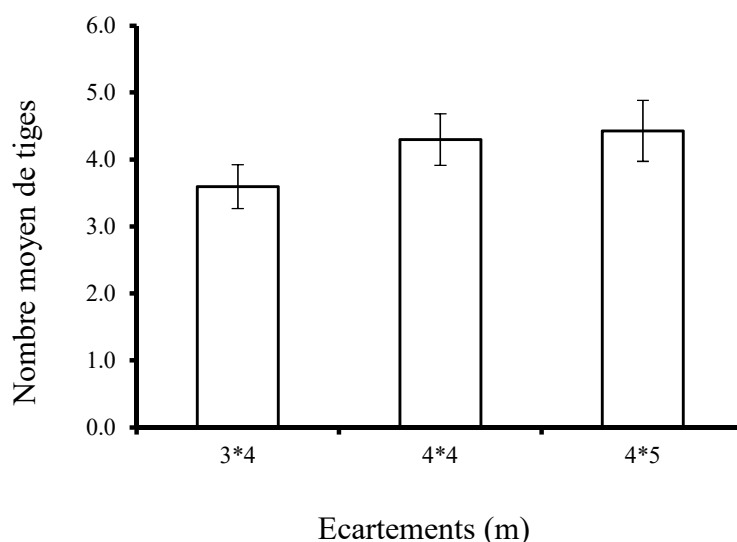


Fig. 7. Nombre moyen de tiges en fonction de l'écartement à Ndiaffate ($p < 0,01$)

3.4.2 DIAMÈTRE DE LA PLUS HAUTE TIGE

Le diamètre de la plus haute tige augmente avec l'écartement ($p = 0,02$; Figure 8). Le plus gros diamètre de la tige la plus haute est obtenu avec l'écartement 4*5 (en moyenne $2,8 \pm 0,75$ cm). Aucune différence significative n'est notée entre les diamètres des plus hautes tiges des écartements 3*4 et 4*4.

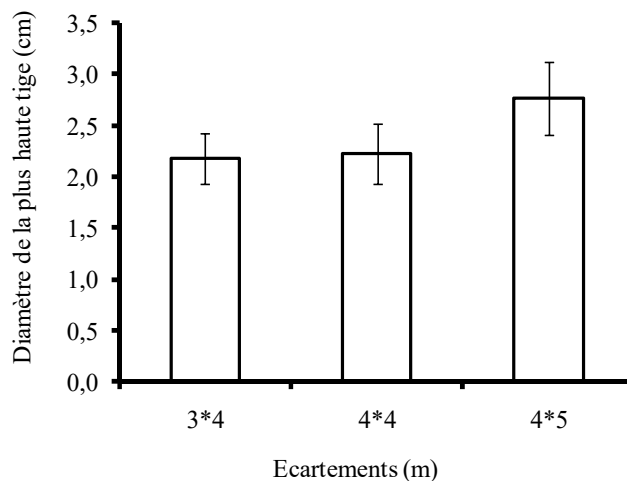


Fig. 8. Diamètre moyen de la plus haute tige en fonction de l'écartement à Ndiaffate ($p=0,02$)

3.5 CARACTÉRISTIQUES CHIMIQUES DU SOL DU SITE EXPÉRIMENTAL

Les données de sol collectées ont servi à déterminer le potentiel Hydrogène (pH) pour l'évolution de l'acidité et la Conductivité électrique (CE) pour l'évolution de la salinité.

3.5.1 ACIDITÉ DES SOLS

Les traitements n'ont pas d'effets significatifs sur le pH eau ($p = 0,45$) et le pH KCl ($p = 0,47$). Les résultats d'analyse de pH montrent une légère différence entre les valeurs du pH eau et du pH KCl (Figure 9) qui varient entre 5 et 6. Les plus fortes valeurs sont observées au niveau du traitement 4 x 4 m.

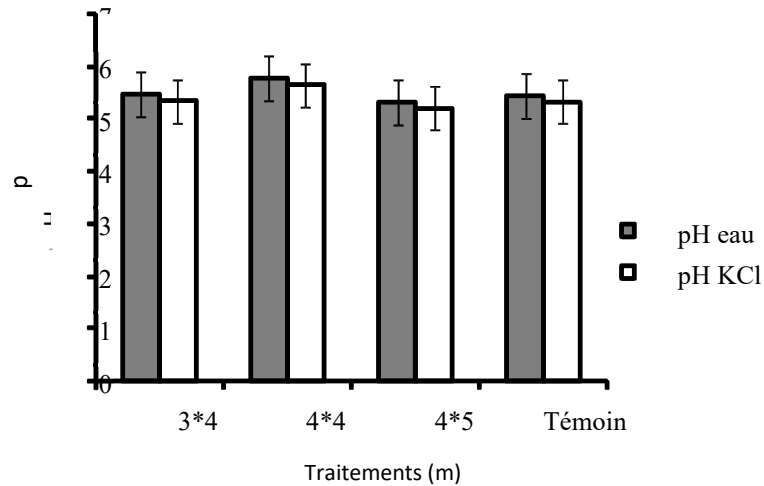


Fig. 9. pH eau ($p = 0,45$) et pH KCl ($p = 0,47$) en fonction des traitements à Ndiaffate

3.5.2 SALINITÉ DES SOLS

Les traitements n'ont pas d'effets significatifs sur la salinité ($p = 0,44$). Les résultats (Figure 10) montrent une grande variabilité de la conductivité électrique (2,5 à 3,7 $\text{mS}\cdot\text{cm}^{-1}$). La plus faible conductivité électrique (2,5 $\text{mS}\cdot\text{cm}^{-1}$) est observée au niveau de la plus faible densité de plantation. Cela semble donner déjà un début d'explication de la plus forte croissance en hauteur et en diamètre observée dans ce traitement.

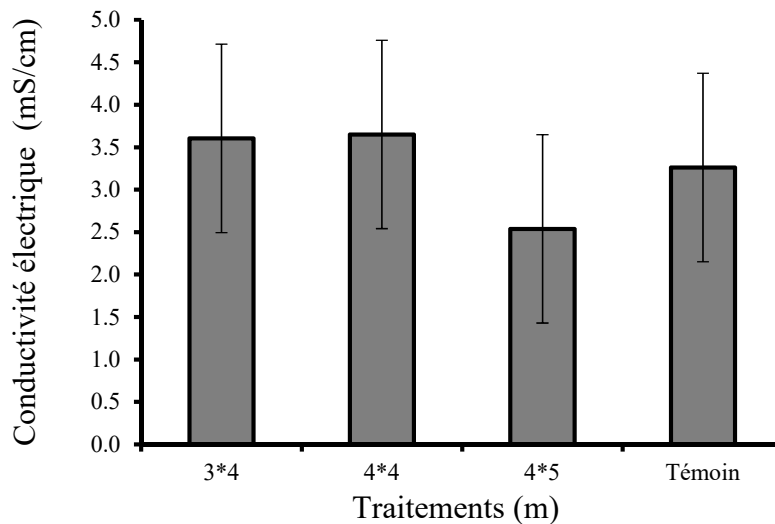


Fig. 10. Conductivité électrique en fonction des traitements ($p = 0,44$)

4 DISCUSSION

Le taux de réussite de *Tamarix aphylla* après dix ans de plantation n'a pas été influencé par les traitements étudiés. Cependant, en valeur absolue, les écartements (4*4 et 4*5) semblent donner les meilleures performances. En effet, le taux de

réussite échelonné montre que les écarts initiaux (333, 250 et 200) entre les traitements ont tendance à être résorbés. Cet écart qui varie entre 20 et 45 individus maintient la densité plus élevée avec 3 x 4 m (130 individus), suivi de 4 x 4 m (102 individus) et enfin 4 x 5 m (84 individus). Des taux de réussites inférieurs ont été obtenus avec les plantations de *Atriplex lentiformis* qui ont été faites à Ndiaffate en 1999 suivies de regarnis en 2000 et 2001. Le taux de survie de *A. lentiformis* a diminué au fil du temps. Il a été faible pour les plants de 2001 (7%) et 2000 (5%). Pour les plantations de 1999, le taux de survie des arbres a été inférieur à 1% [3].

La hauteur des plants n'a pas été également influencée pour la même durée par l'écartement. Par contre, une influence significative du temps sur la croissance en hauteur a été observée chez *Gossypium hirsutum* L. ($p = 0,005$) [4]. En effet, la hauteur la plus importante a été observée à T3 et T2 (en moyenne $33,37 \pm 1,45$ cm) et plus faible à T1 ($28,78 \pm 1,45$ cm). Les essais de [2] à Ngane, sur des sols sulfatés acides salés à pH et CE variant respectivement entre les valeurs 5,1 et 5,3 ; 0,13 et 4,3 mS.cm^{-1} et comparables à celles des paramètres chimiques de Ndiaffate, autorisent la comparaison du comportement des espèces introduites à Ngane telles que *Melaleuca acacioides*, *M. viridiflora*, *M. leucadendron* avec les espèces introduites à Ndiaffate telles que *Tamarix aphylla* et *Atriplex lentiformis*. Après 39 mois de plantation, *Melaleuca acacioides*, *M. viridiflora*, *M. leucadendron* ont atteint une hauteur moyenne et un taux de survie respectifs de 159,5 ; 292 et 221 cm ; 100 %, 89 % et 78 %. Ces résultats, comparés à ceux de [5] obtenus après 4 ans de plantation dans le dispositif de Ndiaffate où la hauteur moyenne et le taux de survie étaient respectivement de 113 cm et 65 %, montrent que ces espèces introduites à Ngane ont une croissance plus rapide même si les sols du dispositif de Ndiaffate semblent moins salés consécutivement aux perturbations de l'écoulement naturel.

Tamarix aphylla est réputée être une espèce qui présente de bonnes dispositions à réagir positivement face au stress salin en émettant des brins. Ces brins ne sont observés qu'en milieu salé. Ainsi, après 10 années de plantation, une certaine régénération a été notée à Ndiaffate. Celle-ci est appréciée à travers le nombre moyen de nouvelles tiges, la hauteur et le diamètre moyens de la plus haute tige. Les plus gros diamètres moyen basal et à 1,30 m de *T. aphylla* ont été enregistrés au niveau de la densité T₃ (4 x 5 m). Le plus gros diamètre (2,8 cm) de la plus haute tige a aussi été obtenu avec le traitement 4*5. Dix (10) cm et six (6) cm de diamètre ont été obtenus avec des sujets de *Atriplex lentiformis* âgés de 3 à 2 ans à Ndiaffate [3]. Une augmentation hautement significative du diamètre en fonction du temps ($p < 0,001$) dans les conditions salées a également été observée chez *Gossypium hirsutum* L. par [4]. En effet, les diamètres les moins élevés ont été observés au début de l'essai (T1) ($0,24 \pm 0,01$ cm). Les diamètres les plus élevés ont été enregistrés à 1 et 2 mois de croissance (T2 et T3) (en moyenne $0,40 \pm 0,01$ cm) [4].

Le nombre de rejets le plus important (4,20 et 4,30) a été obtenu au niveau des traitements 4*4 et 4*5 (T2 et T3) sans différence significative. La performance de la densité T₃ (4*5) serait due à une faible concurrence et à une salinité plus faible comparée aux autres traitements. Alors, la faible performance au niveau du traitement T₁ (3*4) devrait être liée à une forte concurrence et une salinité élevée. Dans le contexte de cette étude où importent la restauration et la valorisation des terres dégradées, la densité T₃ (4*5) serait un seuil de la valeur optimale pouvant garantir la solidité (survie, hauteur et diamètres), donc la résistance de l'arbre aux conditions physiques et chimiques sévères de l'environnement des tannes et assurer une bonne production de perches.

La performance de *T. aphylla* sous forme de plantation, dans la localité de Ndiaffate sur les berges du marigot de Vélor, un des affluents du fleuve Saloum, est régie par la nature du sol, le degré d'anthropisation du site et la densité des arbres. Le mécanisme par lequel agissent ces trois facteurs est complexe. Le mode d'action du facteur anthropique pourrait se traduire dans ce contexte d'un essai, par des coupes clandestines des perches de *Tamarix* et des prélèvements non autorisés de la biomasse herbacée en guise de fourrage pour le bétail opérés par une certaine frange de la population autochtone. Ces visites inopinées pourraient porter atteinte à la croissance et au développement de *T. aphylla*.

L'acidité des sol (pH) et la conductivité électrique (CE) n'ont pas été influencées par les traitements (3*4, 4*4, 4*5 et témoin). En effet, le pH eau et le pH KCl varient entre 5 et 6 et la conductivité électrique (CE) entre 2,5 et 3,7 mS.cm^{-1} . Le traitement 4*5 présente la conductivité électrique la plus faible avec 2,5 mS.cm^{-1} . Au Sénégal, pour la conductivité électrique, un sol est dit salé à partir de 4 mS.cm^{-1} de conductivité ou 2,44 g.l^{-1} . Ce seuil est variable selon les espèces [3]. En effet, en Australie comme ailleurs, [6] considèrent les sols hautement salés au-dessus de 1,1 mS.cm^{-1} pour des espèces des genres *Eucalyptus* et *Casuarina*. Dans cette étude, la conductivité électrique reste inférieure à la norme Sénégalaise pour tous les traitements étudiés.

Le micro-relief au niveau de la berge influence fortement la nature du sol notamment sa texture et son degré d'engorgement par les eaux salées du marigot. Cela crée une variation des conditions édaphiques d'aval et en amont de la berge avec des répercussions certaines sur le comportement des végétaux. C'est ainsi qu'en aval de la parcelle expérimentale de Ndiaffate le sol est relativement plus lourd (limono-argileux) mais plus léger (sableux) en amont.

Le phénomène de salinisation s'est révélé plus sévère à l'intérieur du dispositif expérimental aménagé qu'à l'extérieur. Cette situation paradoxale est à mettre en relation avec le système de drainage déficient du dispositif. La mise en place des diguettes a modifié le cours naturel de l'évacuation des eaux en excès dans ce terroir et le drainage latéral du sol s'est montré imparfait. Le sol à l'extérieur du dispositif bénéficie d'un bon drainage latéral et les eaux de ruissellement véhiculent sans difficulté majeure, en raison de la pente (1%) du terrain, les sels dissouts de la terrasse haute vers le lit mineur du marigot. Ce système d'évacuation présentant des insuffisances dans le dispositif mis en place, les eaux de pluies stagnent dans les casiers aménagés et les sels dissouts par le biais de la chute des feuilles riches en sel ne sont pas évacués à la période optimale, en l'occurrence l'hivernage. Ces eaux très minéralisées, car en contact par la suite avec la nappe phréatique salée, subissent une forte évaporation en saison sèche et laissent un important résidu sec salé dans l'horizon superficiel du sol.

5 CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

L'aggravation de la dégradation des terres cultivables consécutive à une salinisation croissante a entraîné des conséquences dramatiques sur le quotidien des populations qu'il convient de résorber avec la réhabilitation biomécanique et la valorisation des sols sulfatés acides salés.

L'approche méthodologique consistait à faire un inventaire systématique afin de mesurer les variables hauteur, diamètre, nombre de tiges, diamètre et hauteur de la plus haute tige. Simultanément, des prélèvements de sol ont été faits sur chaque site pour mesurer le pH et la conductivité électrique (CE).

Le réseau de diguette de retenue d'eau dans le dispositif expérimental associé à une plantation d'arbres (*T. aphylla*) sur ce type sol salé sulfaté acide salés, a permis, après 10 ans de plantation, d'avoir une idée sur son évolution. Il ressort que les densités de plantation associées aux diguettes ont un effet significatif sur le diamètre des individus comme sur la régénération végétative et sur les autres variables de survie et de croissance. Ainsi, la densité 4 x 5 est meilleure pour *T. aphylla* sur sols sulfatés acides salés. L'hypothèse 1 est donc partiellement vérifiée. Par contre, les densités de plantation ne présentent aucun effet significatif sur les niveaux de salinité et d'acidité des sols. Cependant, la densité 4 x 5 m correspond au niveau de salinité le plus bas avec 2,5 mS.cm⁻¹. Il y a donc au moins ce traitement 4 x 5 m qui est moins salé que le témoin. Le pH des sols du dispositif est acide à peu acide. Le traitement 4 x 4 m est moins acide que le témoin et tous les autres traitements. Ce qui infirme partiellement l'hypothèse 2. Cet essai devrait être poursuivi en améliorant le système de drainage latéral du dispositif.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient :

- ✓ le CRDI pour avoir financé les recherches menées dans cette étude ;
- ✓ les membres de l'équipe de recherches et les institutions partenaires (GREEN SENEGAL, CARITAS, CNRF, ISE, ISFAR) ;
- ✓ M. Mbaye NDAO et toute sa famille à Ndiaffate.

RÉFÉRENCES

- [1] S. Sadio, Pédogenèse et potentialités forestières des sols sulfatés acides salés des tannes du Sine-Saloum (Sénégal). Thèse d'Etat, Orstom éditions, Dakar, 269 p, 1991.
- [2] M. lovei, les points marquants, 2018.
[Online] available : <http://www.banquemoniale.org/fr/news/feature/2016/11/14/africas-bold-and-ambitious-endeavor-restoring-100m-hectares-of-land-by-2030> (15 Octobre 2018).
- [3] E. Faye, M. Camara, M.A. Touré. et A. Mbaye, Evaluation et amélioration du comportement de *Atriplex lentiformis* (Torr.) S. Watson en milieux salés au Sénégal. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 8(4): 1697-1709, 2014.
- [4] B. Camara., E. Faye, M.A. Touré et D. Ngom, Etude sous serre du comportement de *Gossypium hirsutum* L. face au stress salin (Sénégal). *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 9(1): 259-269, 2015
- [5] F. Bassène, F. Matty, M. Diatta et D. Pasternak, Influence du procédé biomécanique de restauration agronomique sur la fertilité d'un sol salé, sulfaté acide du bassin fluvio-marin du Saloum dans la localité de Ndiaffate, Centre-Ouest Sénégal, DEA, UCAD, 21 p, 2006.
- [6] D. Sun, G.R.D. Dickninson, Salinity effects on tree growth, roots distribution and transpiration of *Casuarina cunninghamiana* and *Eucalyptus camaldulensis* planted on a saline soil in tropical north Australia. *For. Ecol. Manage.*, 77(1-3): 127-138, 1995.