



ISSN: 0976-3376

Available Online at <http://www.journalajst.com>

ASIAN JOURNAL OF
SCIENCE AND TECHNOLOGY

Asian Journal of Science and Technology
Vol. 12, Issue, 12, pp.11975-11984, December, 2021

RESEARCH ARTICLE

EFFETS DE L'AMÉNAGEMENT BIOMÉCANIQUE DES VALLÉES DU TERROIR DE NDOFF (FATICK) SUR LA SALINITÉ ET L'ACIDITÉ DES SOLS ET LA STRUCTURE DE LA VÉGÉTATION LIGNEUSE

Elhadji FAYE*, Mamoudou Abdoul TOURE, Awa BA. and Pape Mor FAYE

Département productions forestières, Institut Supérieur de Formation Agricole et Rurale (ISFAR), Université Alioune Diop de Bambey (UADB) / Sénégal: BP. 30

ARTICLE INFO

Article History:

Received 15th September, 2021
Received in revised form
18th October, 2021
Accepted 07th November, 2021
Published online 30th December, 2021

Key words:

Ndoff,
Vallée aménagée,
Stratification,
Salinité, végétation et Régénération.

ABSTRACT

Des aménagements biomécaniques ont été installés dans le terroir villageois de Ndoff de Fatick au Sénégal depuis 19 ans. L'objectif est d'évaluer leurs effets sur la salinité et l'acidité des sols et la structure de la végétation ligneuse. Pour ce faire, des prélèvements d'échantillon de sol, une délimitation des tannes, une stratification et un zonage des vallées et un inventaire sont effectués. Les résultats montrent que le pH se situe dans les intervalles 5-6,5 pour les tannes (arbustives aménagées (TA AM), herbeuses aménagées (TH AM) et arbustives non aménagées (TA NAM) acides et dans l'intervalle 3,5-5 pour la TH NAM très acide. La CE montre le caractère salé de toutes les unités de l'étude. La densité de *C. glutinosum* est élevée en zone aménagée. La densité ligneuse en TA AM est élevée dans les classes de diamètre de (2-5 cm) et (5-10 cm). La hauteur en TH NAM a une densité plus importante dans la classe de (2-8 m). Les diamètres des houppiers en TA AM sont importants dans les classes (0-0,5 m) et (0,5-1 m). Ces résultats montrent les avantages de l'aménagement biomécanique sur les propriétés chimiques et la structure de la végétation ligneuse.

Citation: Elhadji FAYE, Mamoudou Abdoul TOURE, Awa BA. and Pape Mor FAYE, 2021. "Effets de l'aménagement biomécanique des vallées du terroir de Ndoff (Fatick) sur la salinité et l'acidité des sols et la structure de la végétation ligneuse", *Asian Journal of Science and Technology*, 12, (12), 11975-11984.

Copyright © 2021, Elhadji FAYE et al. 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.

INTRODUCTION

La réduction de la biodiversité dans le monde est essentiellement causée par la dégradation des écosystèmes (N'da *et al.*, 2008). Cette situation de dégradation affecte le monde entier qui atteint ainsi un taux de déboisement de 0,46% en Afrique de l'Ouest (FAO, 2010). La conservation de la biodiversité a été toujours un problème en Afrique et elle reste encore un défi majeur (Jiangoet *et al.*, 2016). Les techniques utilisées et l'ampleur de son exploitation ne sont pas sans conséquence sur sa richesse et sa structure. Il s'y ajoute une pression anthropique combinée à une exploitation abusive et non contrôlée de la ressource ligneuse (Wafo, 2008). Dès lors, une meilleure connaissance de la biodiversité surtout végétale des écosystèmes forestiers et la reconstitution des terres dégradées sont indispensables pour l'atteinte des objectifs du développement durable. C'est dans ce contexte que l'étude réalisée dans le complexe des forêts classées de Dan kada Dodo-Dan Gado par Abdourahmane *et al.* (2013), a montré que la flore ligneuse est dominée par les microphanérophytes (23 espèces, 74,19% de spectre brut et 94,28% du spectre pondéré).

Les facteurs pédologiques et climatiques peuvent également influencer la flore et la végétation (Jiangoet *et al.*, 2016). Pour la plupart des systèmes de culture, c'est la gestion de la fertilisation couplée à celles de l'acidité et de la salinité, qui conditionnent l'engagement à long terme de la production agricole (Diallo *et al.*, 2015). La régénération de la végétation en milieu dégradé reste cependant tributaire à la concentration du sel. Ainsi, chez *Tamarix aphylla*, la mortalité a été de 5,55% pour les concentrations 11,68 g.l⁻¹ et 23,36 g.l⁻¹ (Faye *et al.*, 2019). Par ailleurs, la porosité et les propriétés physicochimiques des sols restent sensibles à l'augmentation de la salinité. Selon Rezkallah *et al.* (2014), la porosité diminue avec les doses de NaCl (300mMol et 600mMol). Par contre, la porosité des sols plantés avec *Atriplex halimus* diminue par rapport au sol sans plantation à cause certainement du système racinaire plus développé qui pourrait agir sur les agrégats du sol en compressant les vides. C'est pourquoi l'aménagement des terres dégradées via des techniques biomécaniques peuvent être bénéfique pour la régénération ligneuse. Selon Faye *et al.* (2021), la distribution des semis naturel au niveau de la vallée aménagée est 12 fois supérieure qu'au niveau des vallées non aménagées. En plus, la densité de régénération est également plus importante en zone aménagée qu'en zone non aménagée. Au Sénégal, surtout sur les vallées du Sine-Saloum précisément à Ndoff dans la région de Fatick, la salinisation est le problème majeur qui affecte la dégradation des écosystèmes. Cette dernière constitue une menace réelle pour la sécurité alimentaire mondiale du fait qu'elle abaisse les

*Corresponding author: Elhadji FAYE,

Département productions forestières, Institut Supérieur de Formation Agricole et Rurale (ISFAR), Université Alioune Diop de Bambey (UADB) / Sénégal: BP. 30.

rendements des cultures et peut détériorer les terres de façon irrémédiable. Pour atténuer la salinité et l'acidité des sols dans cette zone, des stratégies de réhabilitation et de valorisation des sols salés ont été mises en œuvre dans l'optique d'atténuer l'avancée de la langue salée. Ces stratégies consistent à réaliser des aménagements mécaniques, biologiques et biomécaniques. L'une des stratégies que la recherche forestière sénégalaise a très tôt appliquées est celle biologique. Elle consiste à planter en station expérimentale un grand nombre d'espèces locales comme exotiques. Parmi les espèces exotiques, celles de la famille des Myrtaceae ont été fortement représentées notamment dans le Bassin arachidier (Sadio, 1989). L'objectif des présentes recherches est de contribuer à une meilleure connaissance des liens entre aménagement biomécanique des tannes arbustives et herbeuses et diversité et structure des espèces ligneuses introduites dans le terroir villageois de Ndoeff. L'objectif spécifique visé est d'évaluer l'effet de l'aménagement biomécanique sur les propriétés chimiques des sols et la structure de la végétation ligneuse.

MATÉRIELS ET MÉTHODES

Site d'étude: L'étude a été menée dans la région de Fatick, située au Centre-ouest du Sénégal entre 14°22'17" Nord et 16°08'28" Ouest (Ndiaye et al., 2014). Le village de Ndoeff se trouve dans la commune de Loul Sessène, arrondissement de Fimela (Figure 1). Ce village compte environ 290 habitants. Le couvert végétal est composé d'une végétation herbacée et ligneuse (arbustive et arborée) (PLD Loul Sessène, 2004). Les différents types de sols trouvés dans le terroir de Ndoeff sont : les sols deck, deck-dior, dior et les tannes ou sols halomorphes (PLD Loul Sessène, 2004). Le climat de type soudano-sahélien avec une forte influence marine est caractérisé par deux saisons : une saison sèche (novembre à juin) et une saison des pluies ou hivernage (juillet à octobre). Les températures sont très élevées et varient entre 35 et 45° C. Les vents dominants sont : l'harmattan et la mousson.

Prélèvement d'échantillon de sol: Le prélèvement des échantillons composites a été fait en fonction des unités morpho-pédologiques (UMP). De ce fait, quatre échantillons sont prélevés sur les UMP dont un échantillon par UMP. La procédure adoptée lors des prélèvements consistait à faire des carrés de dix mètres (10 m) de côté pour une surface de 100 m². Après la diagonalisation de chaque carré (figure 1), des échantillons de sols sont extraits dans les quatre angles et au milieu de chaque unité, à un horizon de 25 ou 30 cm de profondeur à l'aide d'une tarière. Ensuite, ces composites prélevés étaient mélangés dans une bassine avant d'être mis en sachets (photos 1). Ces derniers étaient identifiés par un code, datés et destinés au laboratoire pour faire les analyses.

Délimitation des tannes : La prise de coordonnées GPS dans les deux vallées (aménagée et non-aménagée) a été faite au début des travaux de terrain. En effet, elle a permis de déterminer, pour chaque vallée, la superficie totale et celle de chaque zone homogène. De ce fait, cette opération a permis de dresser la carte des différentes unités de végétation (photo 2). Ainsi, l'observation du couvert végétal a permis de voir clairement l'hétérogénéité de la formation forestière des vallées. C'est ce qui a permis l'application de la méthodologie d'inventaire statistique stratifiée.

Principe et protocole d'inventaire : Le principe de l'échantillonnage au moyen de placettes à surface définie

(placettes fixes) a été retenu, c'est-à-dire celui de la sélection des arbres d'échantillons avec une probabilité proportionnelle à leur fréquence. Pour l'inventaire, un niveau de précision de 90% soit une erreur d'échantillonnage ($e\% = 10\%$) de la surface terrière (G/ha) inférieure à $\pm 10\%$ au seuil de probabilité de 95% est utilisé. Le nombre d'unités d'échantillonnage requis pour atteindre la précision spécifiée est estimé au moyen de la formule suivante :

$$n = \frac{s\%}{e\%} \times t^2$$

Avec :

$e\%$ = erreur standard de la moyenne, souvent appelée "erreur d'échantillonnage", exprimée en pourcent ;

$s\%$ = estimateur non biaisé du coefficient de variation de la population et est fixé à 30,2% ;

n = nombre d'échantillons ;

t = valeur de la variable t de Student au niveau de confiance de 95% et avec $n-1$ degré de liberté (t vaut approximativement 2 pour n raisonnablement élevé, p.ex. ≥ 25) (Diarra, 2011).

L'utilisation de cette formule a permis d'estimer le taux de sondage à 1,5%.

Stratification et zonage des vallées : Elle est élaborée suivant les normes de la stratification forestière et à l'aide des 458 points GPS enregistrés. A partir de Google Earth (GE), la délimitation des vallées aménagée et non aménagée, des Unités Morpho-pédologiques (UMP) et pour chaque UMP les zones homogènes ont été réalisées. Ensuite, les superficies des vallées, UMP et strates ont été déterminées. A la suite de ce travail sur GE, le maillage de chaque vallée a été effectué. Ce maillage a servi à la distribution systématique des 226 placettes aux différentes strates. Une carte complète de la stratification a été effectuée pour tout le massif des vallées de Ndoeff avec le réseau hydrographique (figure 3a et 3b) à l'aide de Arcview 3.3 qui a aussi permis d'affiner les superficies des strates ou formations homogènes. Les vallées de Ndoeff sont subdivisées en six (06) zones homogènes représentées à la figure 3c:

Zone 1: tanne herbeuse 1 (partie champs de riz + dispositif expérimental sur le riz);

Zone 2: plantation de *Melaleuca viridiflora* (2013) ;

Zone 3: strate composée de *Combretum* + plantation de *Eucalyptus* + *M. viridiflora* (2004) ;

Zone 4: strate composée de vieux semenciers de *Melaleuca viridiflora* (2004) et de forte régénération naturelle de *M. viridiflora*;

Zone 5: strate de la tanne arbustive composée de Combretaceae dans lesquelles sont plantés des *Melaleuca acacioides*, *Eucalyptus camaldulensis*, *M. viridiflora*;

Pré-inventaire, inventaire et taux de sondage : Selon Kalambayi (2007), l'objectif du pré-inventaire est essentiellement d'apprécier la variabilité de la ressource ligneuse et d'évaluer le taux de sondage sur le territoire à inventorier. Pour cela, les vallées aménagée et non aménagée se sont subdivisées en six (06) zones sensiblement homogènes (figure 3) selon l'observation faite sur le terrain. se sont subdivisées en six (06) zones sensiblement homogènes (figure 4) selon l'observation faite sur le terrain.

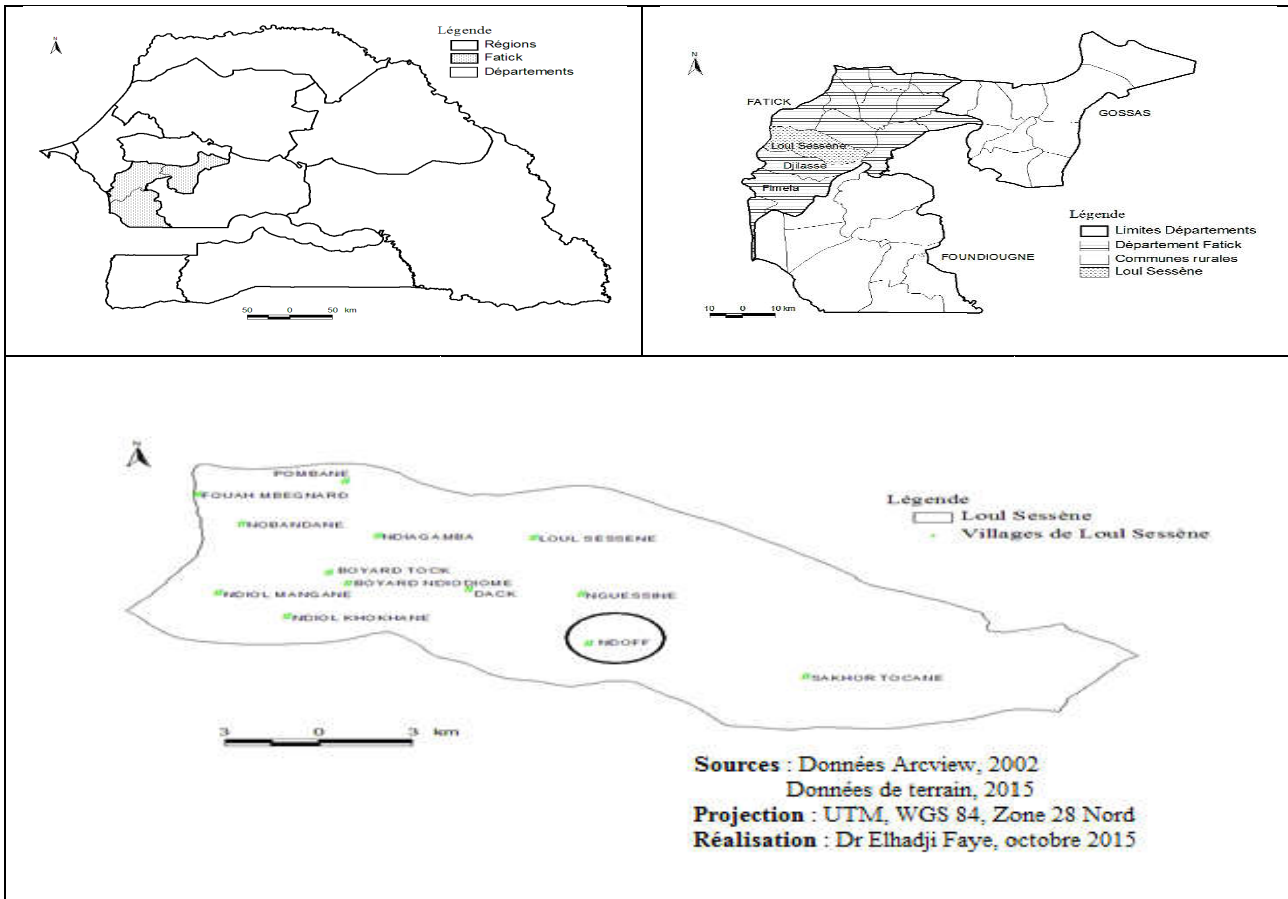


Figure 1. Carte de la région de Fatick (Faye E., octobre 2015)

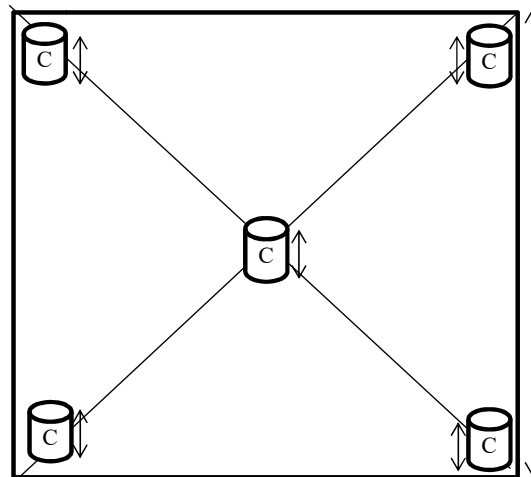


Figure 2. Schéma du dispositif de prélèvement des échantillons de sol dans les UMP



Photo 1. Echantillons de sols des UMP (Crédit photo : Sané M.L.S., juin 2015)



Photo 2. Prise de coordonnées GPS (crédit photo: Faye B., juin, 2015)

Ainsi, dans chaque zone, le taux de sondage de 1,5% a été appliqué. L'inventaire écologique et forestier consiste en un inventaire du type statistique par échantillonnage stratifié a priori. Le taux de sondage est défini en fonction des variabilités. Dans tous les cas, ce taux pour l'inventaire d'aménagement doit être supérieur ou égal à 1% pour un massif forestier inférieur ou égal à 50 000 ha et inférieur ou égal à 0,5% pour un massif forestier de superficie supérieure à 50 000 ha (Kalambayi, 2007). Ainsi, la superficie totale des vallées étant évaluée à 150,59 ha, l'application d'un taux de sondage de 1,5% est un choix judicieux.

Disposition des placettes échantillons: Les placettes sont disposées rectangulairement sur les sommets des quadrillages. Elles sont réparties sur la longueur des layons avec un écartement de 60 m. Les layons sont équidistants de 120 m. La procédure suivie dans l'inventaire des sujets est représentée *in* et *ex situ* aux figures 3 et 4. Le taux d'échantillonnage retenu à travers cette étude était de 1,5 %, ce qui donne 226 points d'échantillon de placettes carrées ayant 10 m de côté comme le montre le tableau 1. Le rapport entre la surface de la zone homogène à celle de l'échantillon élémentaire permet de trouver le nombre de placettes par unité. A l'intérieur de la placette, la strate des individus dont le diamètre est supérieur à 3 cm a été inventoriée comme strate des arbres. Les autres ligneux de diamètre inférieur à 3 cm ont été pris en compte dans l'inventaire des régénérations. A l'intérieur de la placette, s'effectuait le comptage pour évaluer trois types de strates: une première strate (inférieure) qui concernait l'échantillonnage de la régénération (ligneux avec un D réf (Diamètre de référence) de moins de 3,0 cm) et une seconde strate (moyenne) qui concernait l'échantillonnage des ligneux vivants et des souches avec un D résupérieur à 3,0 cm.

Variables étudiées: Dans chaque placette, les variables suivantes ont été étudiées: la densité, le diamètre des tiges, la hauteur totale de l'arbre le plus proche du centre de la placette.

RESULTATS

Effets de l'aménagement sur les propriétés chimiques du sol dans les deux vallées

Le potentiel d'Hydrogène (pH): L'analyse du tableau 2 montre l'existence d'un gradient d'acidité d'amont en aval du village de Ndoff sur les deux vallées suivant leurs unités morpho-pédologiques. En effet, le potentiel hydrogène (pH) déterminant l'acidité de ces sols varient en fonction de l'aménagement des vallées. Ainsi, la tanne

arbustive de la vallée aménagée (TA1) possède une acidité moins élevée avec un pH de 6,07 par rapport à celle de la zone non aménagée (TA2) qui a un pH de 5,4. En plus, l'acidité de la tanne herbeuse (TH) est plus sévère en vallée non aménagée (TH2) avec un pH de 4,3 par rapport à la vallée aménagée (TH1) qui dispose d'un pH de 5. Donc ces résultats obtenus confirment l'effet de l'aménagement sur la diminution de l'acidité des sols dans les vallées fluvio-marines.

Conductivité électrique (CE): L'analyse du tableau 3 montre les degrés de salinité des deux vallées selon les normes sénégalaises de salinité. De ce fait, cette salinité est plus concentrée dans les sols des zones non aménagées avec des conductivités électriques (CE) de 1,0 en tanne arbustive et 1,7 en tanne herbeuse. Par contre, celles de la vallée aménagée sont moins accentuées avec des CE de 0,6 en tanne arbustive et de 0,9 en tanne enherbée. Par conséquent toutes ces unités morpho-pédologiques restent toujours salées même si la salinité reste plus faible en zones aménagées. L'analyse de la figure 7 montre que la vallée aménagée à la densité de végétation ligneuse la plus importante soit 2 ind. ha⁻¹ pour *C. glutinosum*. Cependant la densité maximale de cette même espèce en zone non aménagée est moins importante avec 1,69 ind. ha⁻¹. Cette remarque reste valable pour *Acacia seyal*, *B. aegyptiaca*, *M. viridiflora* avec respectivement 0,07 et 0,03 ; 0,09 et 0,07 ; 1,25 et 0,23 ind. ha⁻¹. Cependant, il existe des espèces (*A. nilotica*, *E. camaldulensis*, *M. acacioides*, etc) dont la densité en vallée non aménagée est sensiblement supérieure à celle en vallée aménagée.

Structure horizontale des ligneux au niveau des vallées

Diamètres des ligneux par vallée: L'examen de la figure 8 montre que les densités ligneuses sont beaucoup plus importantes au niveau des classes de diamètre de (2-5 cm) et (5-10 cm) dans les deux vallées. Cependant, ces densités sont plus considérables en vallée aménagée. Cette remarque est aussi notée à travers toutes les autres classes. Aussi, des analyses sylvicoles montrent-elles, dans les deux vallées, des courbes à l'allure d'une cloche dont les bases sont largement élargies à droite. Cela signifie que la structure de ces végétaux ligneux dans les deux vallées est essentiellement représentée par des jeunes individus (fourré et jeune perchis). Les futaies (moyennes et vieilles) sont faiblement représentées.

Diamètre des ligneux en tannes herbeuses : La figure 9 montre que, dans toutes les classes de diamètre, la densité des ligneux est plus importante en vallée non aménagée qu'en vallée aménagée ce qui permet d'affirmer que l'aménagement n'a pas d'effet sur la croissance en diamètre des espèces en tannes herbeuses.

Diamètre des ligneux en tannes arbustives: La figure 9 montre que la densité des végétaux ligneux est deux fois supérieure pour les classes de diamètre (2-5 cm) et (5-10 cm) en vallée aménagée qu'en vallée non aménagée. De même, cette densité demeure encore plus importante dans la vallée aménagée concernant les autres classes exceptée la classe (15-20 cm) (où celle-ci est plus importante en vallée non aménagée). Par conséquent, cette expérience permet de confirmer une fois de plus l'effet de l'aménagement (digue anti-sel) sur la croissance en diamètre des espèces ligneuses en tannes arbustives.

Structure verticale des ligneux au niveau vallées

Hauteur des ligneux par vallée: La figure 10 met en exergue les différents types biologiques par vallée. Ainsi, il faut noter l'absence de certains phanérophytes dans les deux vallées tels que les Mégaphanérophytes (MP) (hauteur > à 30 m) communément appelées « grands arbres » et les Chaméphytes (Ch) dont la classe de hauteur est inférieure à 0,5 m communément appelés « sous-arbrisseaux ». Cependant, les autres types biologiques nanophanérophytes (NP). « sous-arbustes » (0,5-2 m), microphanérophytes (mp) « arbustes » (2-8 m) et mésophanérophytes (mP) « arbres » de la classe d'hauteur (8-30m) (existent dans les deux vallées et sont plus importants en vallée aménagée).

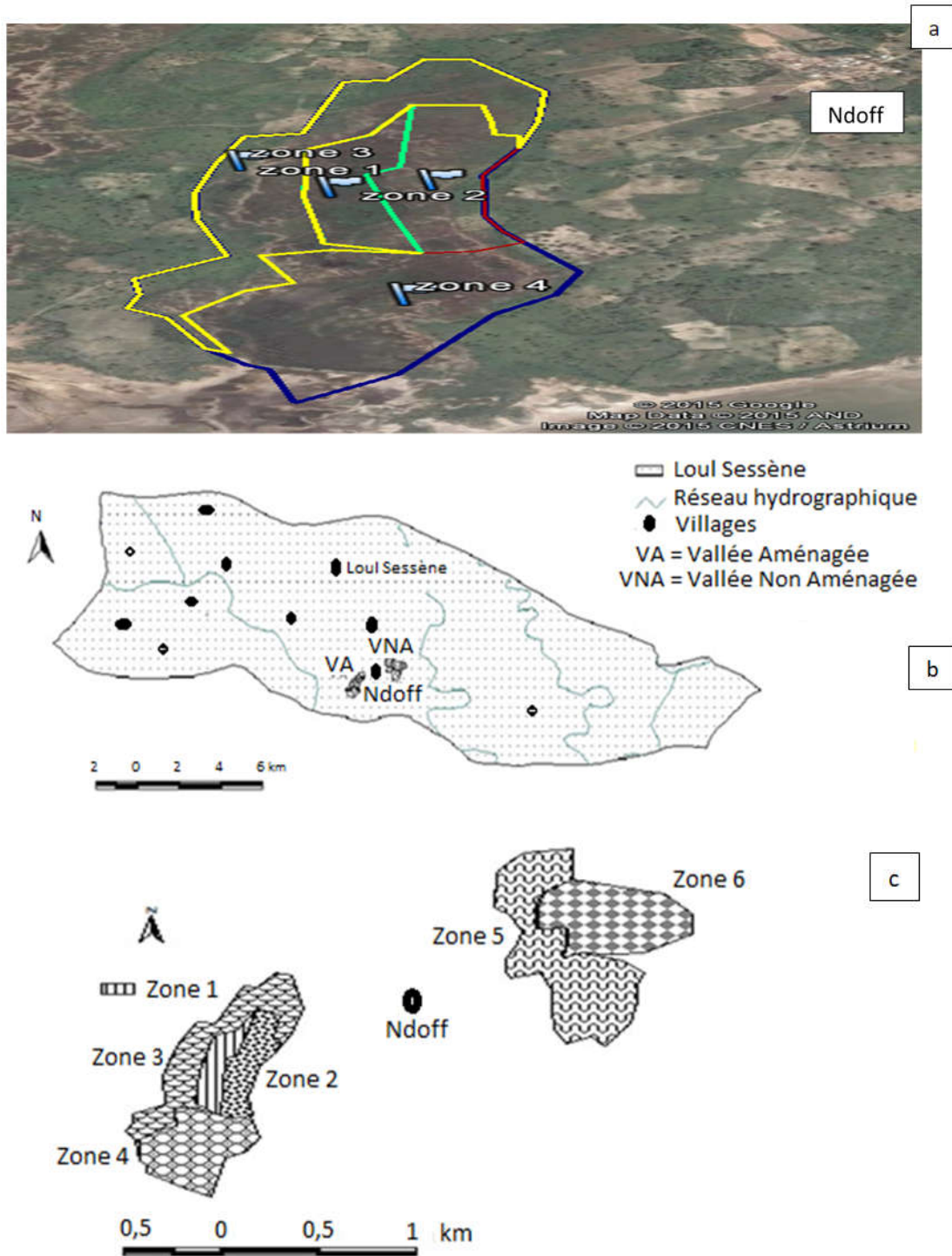


Figure 3. Carte de la stratification (a), du réseau hydrographique (b) et des zones homogènes (c) des vallées de Ndoff (Faye E., octobre, 2015)



Figure 4. Carte du système de maillage et l'emplacement des placettes sur le terrain

Tableau 1. Répartition des placettes par zone

Numéro de Zone	Superficie (m ²)	Taux d'échantillonnage (%)	Superficie inventoriée (m ²)	Superficie placette (m ²)	Nombre de placettes
1	82300	1,5	1234,5	100	12,3
2	125200	1,5	1878,0	100	18,8
3	260100	1,5	3901,5	100	39,0
4	230000	1,5	3450,0	100	34,5
5	326300	1,5	4894,5	100	48,9
6	482000	1,5	7230,0	100	72,3
Total	1505900		22588,5		225,9

Tableau 2. Analyse du potentiel hydrogène (pH)

Types de vallées	Numéro Echantillon	UMP	Codes d'identification	pH (potentiel hydrogène)	Appréciations
AM	1	T A1	Ech T A 1	6,07	Acide
AM	2	TH 1	Ech T H 1	5,00	Acide
NAM	3	TA 2	Ech T A 2	5,40	Acide
NAM	4	TH 2	Ech T H 2	4,30	Très acide

NB. TA = Tanne arbustive ; TH = Tanne herbeuse ; AM = Aménagé ; NAM = Non aménagé

Tableau 3. Analyse de la conductivité électrique (CE)

Types de vallées	Numéro Echantillon	UMP	Codes d'identification	CE (conductivité électrique) en (mS.cm ⁻¹)	Appréciations
AM	1	T A1	Ech T A 1	0,6	Sol salé
AM	2	TH 1	Ech T H 1	0,9	Sol salé
NAM	3	TA 2	Ech T A 2	1,0	Sol salé
NAM	4	TH 2	Ech T H 2	1,7	Sol salé

NB. TA = Tanne arbustive ; TH = Tanne herbeuse ; AM = Aménagé ; NAM = Non aménagé

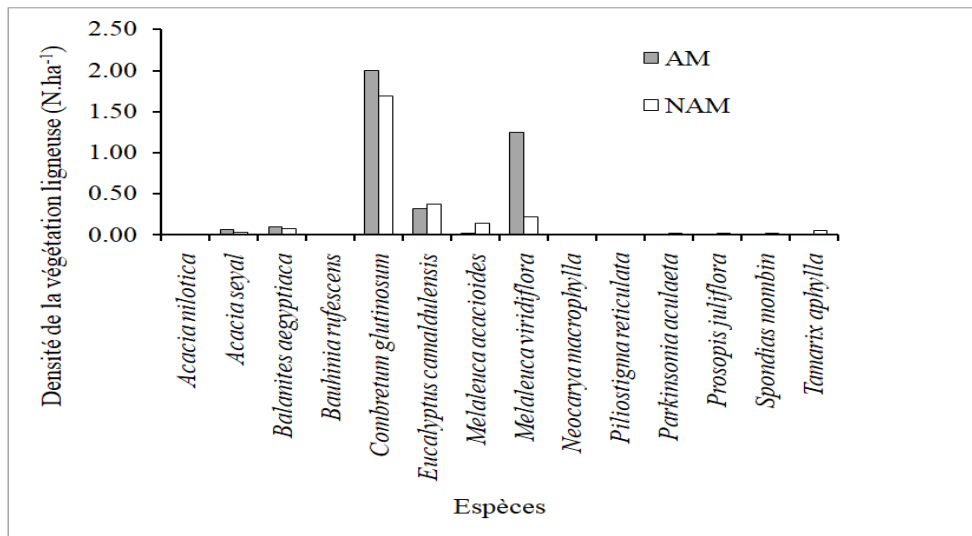


Figure 5. Densité de la végétation ligneuse par espèce et par vallée

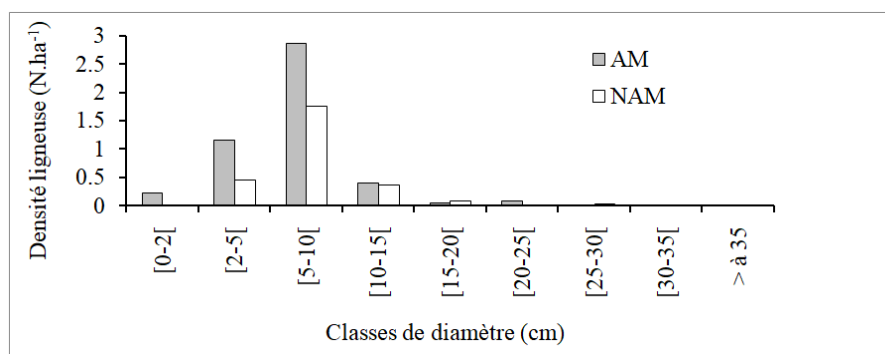


Figure 6. Effets de l'aménagement sur les classes de diamètre et par vallée

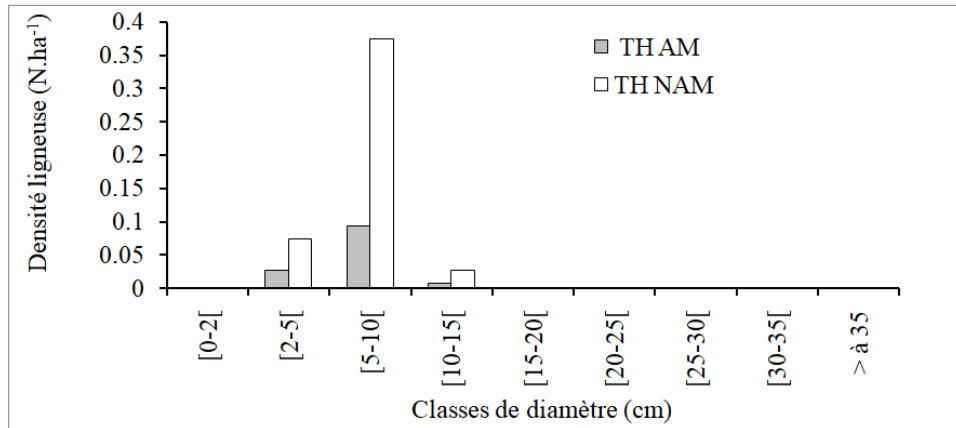


Figure 7. Effets de l'aménagement sur la structure ligneuse en tannes herbeuses

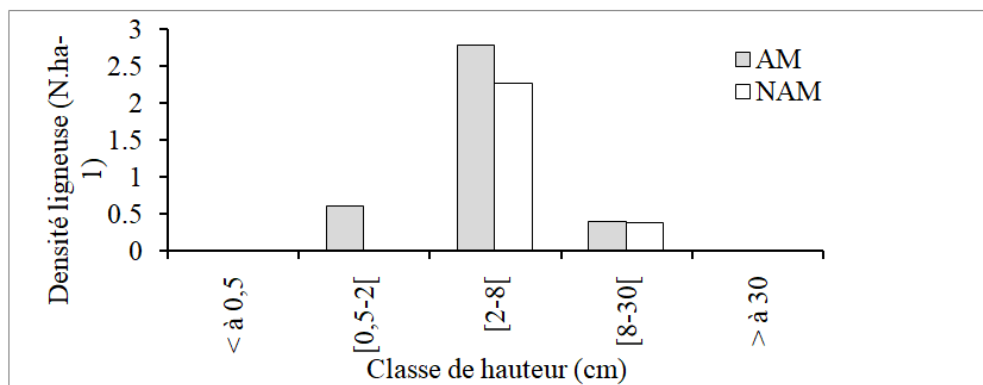


Figure 8. Effets de l'aménagement sur la structure verticale de la végétation ligneuse

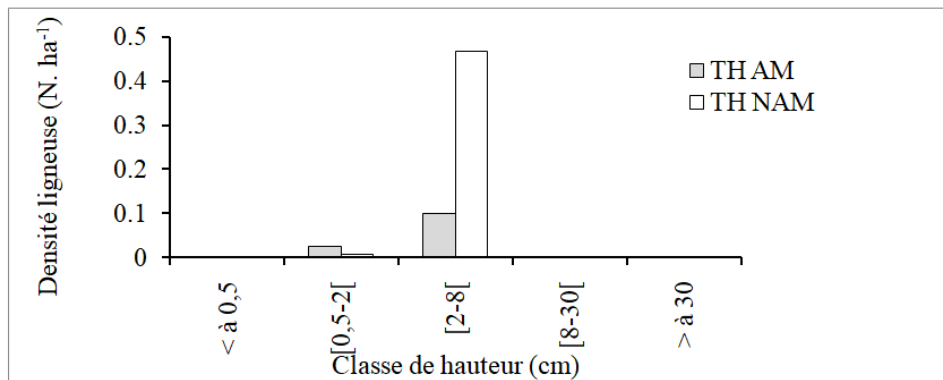


Figure 9. Effets de l'aménagement sur la hauteur des ligneux en tannes herbeuses

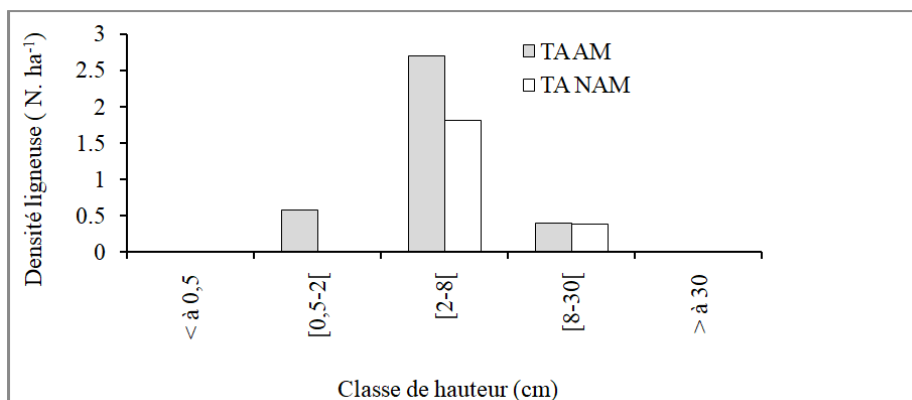


Figure 10. Effets de l'aménagement sur la hauteur des ligneux en tannes arbustives

Cela permet d'affirmer l'effet de l'aménagement mécanique et biologique sur la reconstitution des types biologiques.

Hauteur des ligneux en tannes herbeuses: L'analyse de la figure 11 montre que la classe de hauteur (0,5-2 m) des nanophanérophites (NP) est deux fois supérieures en vallée aménagée qu'en vallée non aménagée. Elle est moins importante par rapport à la classe d'hauteur (2-8 m) des microphanérophites (mp) qui est largement plus importante en vallée non aménagée. Donc, l'aménagement favorise l'émergence de jeunes individus qui ne franchissent pas aussi rapidement les classes supérieures que ceux situés en zone non aménagée.

Hauteur des ligneux en tannes arbustives: L'examen de la figure 12 montre que la vallée aménagée dispose des densités de types biologiques plus considérables avec des classes d'hauteur plus importantes par rapport à la partie non aménagée. Cela prouve une fois de plus l'efficacité de l'aménagement mécanique du barrage anti-sel sur la croissance en hauteur des espèces ligneuses dans les tannes arbustives.

Structure des couronnes des arbres

Diamètres des couronnes dans la vallée aménagée: L'observation de la figure 13 montre que dans la vallée aménagée notamment au niveau de la zone 2, les houppiers des ligneux (*M. viridiflora*) sont relativement faibles avec des classes de diamètre (0-0,5 m) et (0,5-1m).

Hauteur des couronnes en tanne arbustive aménagée: La figure 14 montre que la structure verticale des houppiers de *M. viridiflora* est construite sur moins d'un individu à l'hectare. Cependant, elle se présente en cloche avec le maximum au niveau de la classe (1 - 1,5 m) avec moins de 0,3 ind. ha⁻¹.

DISCUSSION

Effet de l'aménagement sur la composition chimique des sols: La comparaison des tannes (arbustives et herbeuses) faite dans les deux (2) vallées révèle sur le plan chimique des propriétés d'acidité et de salinité dans les différentes UMP. En effet, les indicateurs d'appréciation de la présence de sels dans le sol ont des degrés différents suivant deux facteurs: (i) le gradient de la salinité et l'aménagement réalisé (ii). Cependant, les résultats d'analyse du pH se situent selon la norme Française de 1967 dans les intervalles 5-6,5 pour les tannes (TA1, TH1 et TA2) acides et dans l'intervalle 3,5-5 pour la tanne enherbée (TH2) très acide. De même, la conductivité électrique (CE) obtenue montre aussi le caractère salé de toutes les UMP au niveau des vallées. Ainsi, tous les résultats de la conductivité électrique des UMP et vallées se trouvent dans la gamme définie par la norme de salinité des sols. Cependant, cette salinité varie à des degrés différents au niveau des différentes tannes. Les tannes de la vallée aménagée présentent des CE moins importantes. Donc, ces résultats confirment l'effet de l'aménagement sur le dessalement des différents types de tannes. Les résultats de pH du sol trouvés par Ndour (2006) sur des horizons de 0-20 cm dans toutes les UMP sont compris entre 4 et 4,5 caractérisant ainsi leurs hyper salinités. Des CE largement plus élevées (2,5 à 3,7 mS.cm⁻¹) aux nôtre ont été obtenues sur sols sulfatés acides salés de Ndiassate à *Tamarix aphylla* (Faye et al., 2019). Ces résultats sont corroborés par les présents résultats

qui attestent la diminution de la salinité et de l'acidité par les aménagements biomécaniques.

Effet de l'aménagement sur la densité ligneuse des vallées: L'importance de la densité des espèces ligneuses en vallée aménagée par rapport à celle non aménagée a fait ressortir l'effet significatif de l'aménagement sur les vallées. En effet, la densité de *C. glutinosum* a été plus importante en zone aménagée (2 ind. ha⁻¹) qu'en zone non aménagée (1,69 ind. ha⁻¹). La même tendance reste valable pour *Acacia seyal* (0,07 et 0,03 ind. ha⁻¹), *B. aegyptiaca* (0,09 et 0,07 ind. ha⁻¹) et *M. viridiflora* (1,25 et 0,23 ind. ha⁻¹). Contrairement aux espèces *A. nilotica*, *E. camaldulensis*, *M. acacioides*, etc. dont la densité en vallée non aménagée est sensiblement supérieure à celle en vallée aménagée. Ces résultats confirment ceux de Boubacar (2010) dans deux sites (régénéré et dégradé) avec des taux faibles de recouvrement de *C. glutinosum* (0,36%) et de *B. aegyptiaca* (0,48%) dans la zone dégradée. Par ailleurs sur les mêmes vallées (Ndour, 2006), des taux de réussite assez acceptables en tannes arbustives et herbeuse ont été obtenus avec *M. acacioides* (79,6%), *A. nilotica*, *A. seyal*, *P. juliflora*, etc. (53%). Ces résultats sont corroborés par ceux obtenus en zone non aménagée et révèlent significativement la nécessité de l'aménagement (construction des barrages anti-sel) dans le processus de la redynamisation de la végétation ligneuse en milieu salé. Leurs résultats demeurent largement supérieurs aux nôtres, et cette supériorité peut être due au stade juvénile où étaient ces espèces. Cependant, les résultats obtenus sur *M. viridiflora* sont plus importants que ceux trouvés par Ndour (2006) soit 14%.

Effet de l'aménagement sur la structure horizontale des ligneux: Au niveau des vallées, la densité ligneuse a été plus élevée dans les classes de diamètre de (2-5 cm) et (5-10 cm) au niveau des vallées aménagées. Cette forte présence des individus au niveau de ces dernières classes caractérise l'existence d'une population composée des jeunes individus (fourré et jeune perchis). Cependant, au niveau de la tanne herbeuse la densité ligneuse est plus importante au niveau de la classe de diamètre (5-10 cm) au niveau de la vallée non aménagée; ce qui signifie que l'aménagement n'a pas d'effet sur la croissance en diamètre en tanne herbeuse. Contrairement en tanne arbustive, l'aménagement (digue anti-sel) a un effet très positif sur la croissance en diamètre surtout dans les classes (2-5 cm) et (5-10 cm). Ces résultats confirment ceux de Boubacar (2010) en zone reverdie où la densité maximum est de 4,58 ind. ha⁻¹ pour une classe de diamètre de (5-15 cm). De plus, la densité de la même classe de diamètre en zone non aménagée comparée avec la zone dégradée inventoriée donne des résultats six (06) fois inférieures. Des densités importantes ont été relevées dans le parc à *F. albdia* où les classes de diamètres compris entre 10 et 40cm sont les plus dominantes avec densités 8,67 individus/ha, 10,13 individus/ha et 7,6 individus/ha respectivement pour les classes de (10-20), (20-30) et (30-40) (Moussa et al., 2015). Belemvire et al. (2008) affirment que toutes les classes de diamètres en situation d'aménagement sont significativement différentes de celles en situation sans aménagement. Cela est confirmé par les différents résultats obtenus dans les deux vallées de Ndoff. Selon Faye et al. (2019), en milieu sulfatés acides salés de Ndiassate, le diamètre basal de *Tamarix aphylla* est significativement ($p < 0,01$) influencé par l'écartement et le diamètre le plus important (7,37cm) a été obtenu avec l'écartement 4*5m.

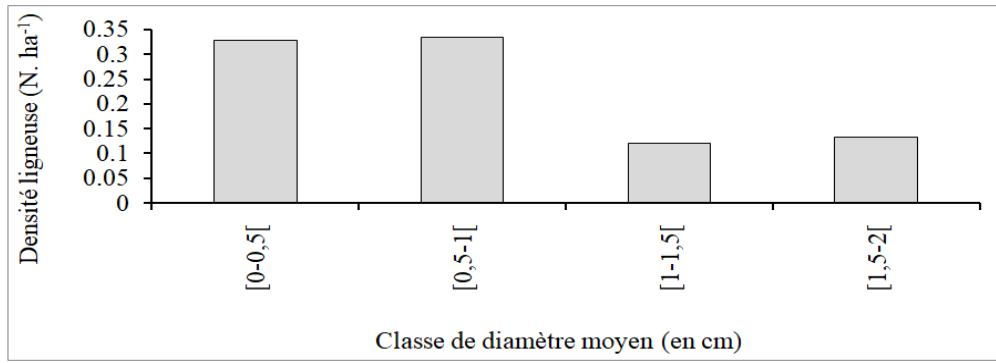


Figure 11. Croissance en diamètre des houppiers en tanne arbustive aménagée

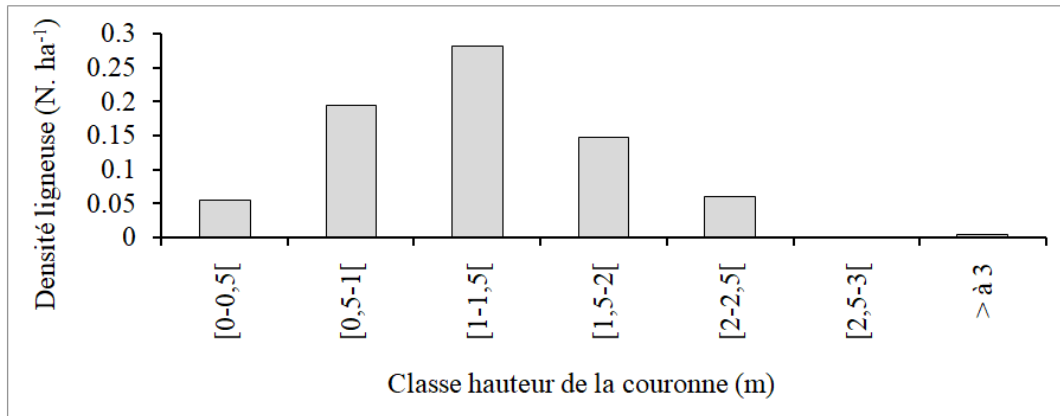


Figure 12. Variation de la hauteur de couronne en tanne arbustive aménagée

Effet de l'aménagement sur la structure verticale des ligneux: Quant à la structure verticale des ligneux des vallées, elle est essentiellement composée des types biologiques nanophanérophites (NP) « sous-arbustes » (0,5-2 m (et microphanérophites (mp) « arbustes » (2-8 m (et mésophanérophites (mP) « arbres ». On note cependant une forte dominance de ces types biologiques au niveau des vallées aménagées par rapport aux vallées non aménagées. Cette différence ne pourrait être expliquée que par l'effet positif de l'aménagement sur la régénération ou la reconstitution des types biologiques des espaces dégradés. Cette tendance (reconstitution) s'est maintenue en tannes herbeuses où la présence des individus de hauteur (0,5-2 m (des nanophanérophites (NP) est deux fois supérieures en vallée aménagée qu'en vallée non aménagée. De même en tannes arbustives, les types biologiques de hauteur (0,5-2 m (et (2-8 m (sont plus importants en zone aménagée. Des résultats similaires sont obtenus dans le Centre-Sud du Niger où, 94,24% des types biologiques est composé des microphanérophites marquant le caractère arbustif de la végétation du complexe forestier (Abdourahmane *et al.*, 2013). De même que dans la ville de Sokodé (Centre-Togo), les microphanérophites (54,7 %) et les mésophanérophites (29,91 %) sont les types biologiques les plus abondants (Toureyet *et al.*, 2020). Contrairement au peuplement forestier de l'île forestière Loufézou au Congo où, les mésophanérophites (10 à 25 m de hauteur) sont dominants (Miabangana et Malaisse, 2020). Les résultats des études dans les vallées de Ndoff peuvent être comparés avec ceux obtenus en zone sahéenne par Boubacar (2010). En effet, la classe (2-8m (des arbustes ou microphanérophites (mp) trouvée en vallée aménagée est inférieure à la classe de hauteur supérieure à 7 m

en zone reverdie avec 31,11% d'individus. Par contre, les résultats obtenus en vallée non aménagée sur les mêmes classes de hauteur sont inférieurs avec 14,24% contre 28% en zone dégradée. Cette même différence s'observe dans nos deux vallées à travers la classe de hauteur (8-30 m (et la classe supérieure à 7 m des zones (régénérée et dégradée) de Boubacar (2010). Ainsi, la classe de hauteur (0,5-2 m (en vallée aménagée disposant d'une densité de 0,73% est évaluée à soixante-quinze (75) fois plus petite par rapport à la classe de hauteur (1,5-2 m (trouvée en zone reverdie (Boubacar, 2010). Ces résultats issus de l'effet de l'aménagement biomécanique mettent en exergue la nécessité de l'intervention humaine dans le processus de reconstitution de la structure des formations ligneuses surtout dans les milieux défavorables.

Effet de l'aménagement sur les houppiers des arbres : L'effet de l'aménagement sur le recouvrement de *M. viridiflora* en zone aménagée selon les variables diamètres croisés de couronnes et hauteur de houppier a donné des résultats assez faibles variant avec des densités de 0,3 ind. ha⁻¹ pour la classe de diamètre (0-0,5 m (, à 0,13 ind. ha⁻¹ pour la classe (1,5-2 m (Ces résultats se distinguent de ceux de Boubacar (2010) qui montrent que la zone sahéenne reverdie donne des pourcentages d'individus en classes minimum et maximum de plus de 11,81% et de 17,32%. Le recouvrement global dans le Centre-Sud nigérien a été estimé à 24,49% et 15,71% respectivement dans les parcs à *F. albida* et *P. africana* (Moussa *et al.*, 2015). Les densités des classes de hauteur de houppier sont relativement faibles. Cependant, seule la classe (1-1,5 m (compte une densité peu importante. Ce faible recouvrement malgré le type d'aménagement (mécanique ou biologique) s'explique non seulement par des densités assez

faibles mais aussi par des prélèvements effectués soit par des animaux (empiétement), soit par les hommes (ébranchages, piquets) sur ces jeunes individus.

Conclusion

Les résultats obtenus ont permis d'apporter un début de réponse à l'objectif spécifique fixé. En effet, la reconstitution de la végétation ligneuse a été confortée par l'aménagement biomécanique tout comme la baisse de la salinité et de l'acidité. Donc les effets positifs de l'aménagement biomécanique des vallées sont confirmés par une amélioration des niveaux de salinité et d'acidité des sols adjacents. L'étude pourrait être étendue aux effets des aménagements sur la faisabilité des céréales (riz, mil, maïs, sorgho, etc.), le phénomène de la régénération par semis naturels (mesures éco physiologiques), le développement du système racinaire des semis naturels, les groupements phytosociologiques des vallées et les interactions entre espèces ligneuses locales et/ou exotiques.

REFERENCES

- Belemvire, A. A. Maïga, H. Sawadogo, M. Savadogo, S. Ouédraogo (2008), Evaluation des impacts biophysiques et socioéconomiques des investissements dans les actions de gestion des ressources naturelles au Nord du plateau central du Burkina Fasso, 91p.
- Diarra, A. (2011), Plan d'inventaire forestier du site de BBE au niveau de la région de Tambacounda, Département de Koumpentoum Communauté rurale de Kouthiaba, 11p.
- Kalamayi, A. L. (2007), Normes d'inventaire d'aménagement forestier. Loi numéro 011/2002 du 29 Août 2002 portant code forestier. Congo, MECNEF, Service permanent d'inventaire et d'aménagement forestier (SPIAF), Guide opérationnel, 33p.
- Ndiaye, A. E. Faye, (2013), Effet du stress salin sur la germination des graines de *Gossypium hirsutum* L. Mémoire d'ingénieur des travaux Université de Thiès / Institut Supérieur de Formation Agricole et Rural, 38p.
- Ndiaye, A. O. Diagne, E. Faye, T. A. Diop, (2014), Contribution à l'étude de la valeur agronomique des sols sales de trois terroirs villageois de la région de Fatick. In Faye E., Tamba A. et Diatta M. (eds) « Lutte contre la salinisation et la valorisation des terres salées au Sénégal », pp 88-92.
- Ndour, B. (2006), Relation sol-plantes dans les écosystèmes terres salées du Bassin arachidier du Sénégal. Thèse doctorat, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, Faculté des Sciences et Techniques, 93p.
- Sénégal). *Journal of Chemical, Biological and Physical Sciences*. Mai 2021-Juillet 2021, vol 11, N°3 ; 492-501
- Jiagh, E. R. L. Zapfack, L. P. R. K. Banoho, M. Tsayem-Demze, J. Corbonnois, P. Tchawa, (2016), Diversité de la flore ligneuse à la périphérie du Parc national de Waza (Caméroun). *VertigO* – La revue électronique en sciences de l'environnement. Volume 16, Number 1
- Miabangana, E. S. F. Malaisse, (2020), Structure, composition et diversité floristiques de l'île forestière Loufézou dans le plateau des Caractes (République du Congo). *Geo-Eco-Trop.*, 2020, 44, 2: 205-220
- FAO, 2010. Evaluation des ressources forestières mondiales 2010. Rapport principal. Etude FAO, Forêts N°163, Rome, Italie, 349p.
- Wafu, G. (2008), Les aires protégées de l'Extrême-Nord Cameroun entre politique de conservation et pratiques locales Thèse de Doctorant en Géographie-Aménagement-Environnement, Université d'Orléans, 325p.
- Abdourahmane, H. B. Mokou, N. Rabiou, A. Mahamane, (2013), Caractéristiques floristiques, diversité et structure de la végétation ligneuse dans le Centre-Sud du Niger: cas du complexe des forêts classées de Dan kada Dodo-Dan Gado. *Int. J. Chem. Sci.* 7(3): 1048-1068
- Boubacar, H. (2010), Caractérisation biophysique des ressources ligneuses dans les zones dégradées et reverdiées au Sahel: cas du département de Mayahi. Mémoire D.E.A diplôme d'études approfondies en biologie appliquée Université Amadou Moumouni/FST/DB/Niger, 56p.
- N'da, H.D. C.Y. Abou, E.K. N'guessan, M. Koué, Y. C. Sagné, (2008), Analyse de la diversité floristique du parc national de la Marahoué. Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire. *Afrique Science*, 04(03): 552-579
- Moussa, M. L. Mahamane, (2015), Caractéristiques des peuplements ligneux des parcs à *Faidherbia albida* (Del.) A. Chev. Et à *Prosopis africana* (Guill., Perrot et Rich.) Taub. Du Centre-Sud Nigérien. *Journal of Applied Biosciences* 94: 8890-8906
- Diallo, M.D. O. Ndiaye, M. Salah, A. Tine, A. Diop, A. Guissé, (2015), Etude comparative de salinité de l'eau des sols dans la zone nord des Niayes 5Sénégal). *AfricanCrop Science Journal*, Vol.3, No.2. pp.101-111
- Sadio, S. (1989). Pédogénèse et Potentialité des Sols Sulfatés Acides Salés des Tannes du Sine-Saloum, Sénégal. Thèse de doctorat, Université de Nancy 1 France, 269 p.
- Sadio, S. P. N. Sall, G. Diatta, (1989), Utilisation de le *Eucalyptus camaldulensis* dans la lutte contre la désertification. *Revue Sénégalaise des Recherches Agricoles et Halieutiques* Vol. 2. N. 1 pp 21-25.
- Tourey, Sa. T. Boukpepsi, K. D. Kpedenou, T. K. T. Tchamie, (2020), Diversité et importance de la flore ligneuse de la ville de Sokodé (Centre - Togo). *Revue électronique en sciences de l'environnement – VertigO* - Volume 20, Numéro 3