



Structure des populations de *Acacia senegal* (L.) Willd dans la zone de Tessékéré (Ferlo nord), Sénégal.

Aly Diallo^{1*}, Emile Codjo Agbangba¹, Amath Thiaw¹ et Aliou Guisse^{1,2}

¹ Département de Biologie Végétale, Faculté des Sciences et Techniques, Université Cheikh Anta Diop, B.P. 5005. Dakar-Fann, Sénégal

² Observatoire Homme Milieu Tessekéré (Ferlo)

*Auteur correspondant : E-mail : aly_diallofr@yahoo.fr

Original submitted in on 28th September 2012. Published online at www.m.elewa.org on 30th November 2012.

RESUME

Objectifs : Cette étude vise à déterminer la structure et la régénération des populations de *Acacia senegal* (L.) Willd dans la zone de Tessékéré dans le Ferlo nord.

Méthodes et Résultats : Il a été procédé à la caractérisation des populations par des relevés pour des mesures dendrométriques. Les résultats obtenus font ressortir une forte hétérogénéité des ces populations au sein d'un même site surtout à Tessékéré et entre les deux sites étudiés. Les populations de *Acacia senegal* ont une structure arbustive. À Widou les individus de taille et de diamètre moyens sont les plus représentés par opposition à Tessékéré où l'état de dégradation est plus avancé. Ces populations sont distribuées en agrégats à Widou. Cette distribution est plus irrégulière à Tessékéré avec de très faibles densités. Le nombre élevé de pieds morts observé dans les deux sites traduit la forte pression anthropique que subit cette végétation à travers les coupes et l'effet néfaste du surpâturage. Le renouvellement de *Acacia senegal* à Widou est très faible voire inexistante. À Tessékéré, malgré l'état de dégradation avancée de ces populations, *Acacia senegal* régénère relativement bien.

Conclusion et applicabilité des résultats : La structure des populations de *Acacia senegal* dans la zone de Tessékéré est fortement tributaire de la disponibilité de l'eau mais surtout des actions anthropiques. Dans le cadre de la conservation et de la gestion de la biodiversité du Ferlo, cette étude apporte des informations complémentaires sur l'état actuel des populations de *Acacia senegal* dans cette zone.

Mots-clés: *Acacia senegal*, structure, population, Ferlo

Structure of *Acacia senegal* (L.) Willd Population in Tessekere area (Ferlo North), Senegal.

Abstract

Objectives: This study aims at determining the structure and regeneration of *Acacia senegal* (L.) Willd population in Tessékéré area in northern Ferlo.

Methods and Results: *Acacia senegal* populations were characterized through dendrometric measurements in surveys. The results showed a strong heterogeneity of the populations within the same site Tessekere and especially between the two sites. Populations of *Acacia senegal* have a shrub structure. In Widou, individuals' size and diameter means were the most represented versus Tessékéré where the state of degradation was more advanced. These populations were distributed in aggregates in Widou. This distribution was more irregular in Tessekere with very low densities. The high number of observed death individuals in the two sites reflected the strong anthropic pressure on the vegetation through cuts and the negative impact of overgrazing. The renewal of *Acacia senegal* in Widou was very low or nonexistent. In

Tessekere, despite the advanced state of deterioration of these populations, *Acacia senegal* regenerated relatively well.

Conclusion and applicability of the results: The population structure of *Acacia senegal* in Tessekere area was highly dependent on water availability but also human actions. In the framework of conservation and management of biodiversity in Ferlo, this study provided information on the current status of *Acacia senegal* populations in this area.

Keywords: *Acacia senegal* , structure , population , Ferlo.

INTRODUCTION

Au Sénégal le domaine sahélien, correspondant à la zone sylvopastorale, est caractérisé par une végétation arbustive et arborée dominée par les épineux avec essentiellement des *Acacia*. Ces ligneux jouent un rôle essentiel dans la vie des populations sahéliennes en constituant non seulement un fourrage de relais en saison sèche mais aussi une ressource fourragère stable pendant tout le cycle annuel car moins tributaire de la répartition des pluies de la saison précédente comme l'ont si bien souligné Rippsten et de Fabregues (1972). De plus, ils apportent un complément alimentaire et sont utilisés comme bois de service, bois d'œuvre, médicaments aux populations résidentes (Lykke *et al.*, 2004). Mais ces ressources végétales subissent, depuis plusieurs décennies, une forte dégradation en raison de la péjoration climatique et de la forte anthropisation (Sarr, 2008). Il en résulte une situation du milieu qui se traduit dans le paysage par la remise en activité des dunes autrefois fixées par la végétation (Ozer, 2002) et par un déboisement excessif (Ozer, 2004). Cette situation a été fortement ressentie au sein des peuplements gommiers. En effet, Parmi les produits forestiers qui sont exploités, la gomme arabique produite par *Acacia senegal* présente une valeur économique particulièrement importante qui fait tout l'intérêt porté au Ferlo sur le plan forestier. La politique forestière dans cette zone a été surtout guidée par des objectifs de production commerciale et d'exportation. Elle a été orientée essentiellement par le souci de régénérer les peuplements gommier et d'améliorer la production de la gomme

arabique. Ces interventions ont permis l'implantation de plus de plusieurs hectares de gommiers dans le Département de Linguère. Les espérances placées dans ces plantations se sont révélées trop optimistes. L'objectif original de production commerciale n'a pas été réalisé et le découragement des autorités qui s'en est suivi n'a pas favorisé le contrôle de la filière gomme arabique. Il en résulte une forte dégradation des ces ressources sous l'influence de pressions humaines et animales intenses (MEPN, 2006). Les changements notables induits dans ces écosystèmes entraînent une précarisation de plus en plus accentuée des conditions de vie des populations rurales qui sont les plus affectées par les effets de cette désertification. Cette situation est fort préjudiciable aux conditions de vie des populations et à l'économie de cette zone (Diouf *et al.*, 2002). Une meilleure gestion des réserves sylvo-pastorales nécessiterait la restauration de ces écosystèmes dégradés (Akpo et Grouzis, 1996). Cette reconstitution doit reposer sur la connaissance de l'état actuel de ces ressources (Diallo *et al.*, 2012). Ce travail a été effectué dans le but de faire un état des lieux des ressources gommifères par la caractérisation des populations de *Acacia senegal* de la zone de Tessékéré. Cette caractérisation consistera à déterminer leur structure et leur régénération afin de diagnostiquer les processus de dégradation et d'apporter des informations nécessaires pour la reconstitution et la gestion durable des ressources naturelles de cette région.

MATERIEL ET METHODES

Site d'étude : L'étude a été réalisée dans la région naturelle du Ferlo, région Nord du Sénégal. Cette vaste zone de transition bioclimatique, entre le domaine saharien au Nord et les savanes soudaniennes au Sud, est caractéristique du Sahel africain. Les inventaires floristiques et les relevés ligneux ont été réalisés dans les sites Widou Thiengoly et Tessékéré forage (figure 1). Le choix des sites est guidé par la présence d'importantes populations de *Acacia senegal* mises en place par un projet Allemand dans les années 80. Ensuite, ces deux sites sont jusqu'à présent ceux qui sont les plus occupés par les travaux de la grande muraille verte, nom donné à un projet international de reboisement destiné à enrayer en Afrique le phénomène de désertification des régions sub-sahariennes et en particulier du Sahel.

Cette zone fait partie d'un ensemble dunaire fortement érodé, au relief très faible, où Valenza et Diallo (1972) distinguent sept formations pédologiques, treize groupements végétaux et quarante-huit parcours botaniques, constitués de plusieurs faciès. Ces formations de dunes de sables se caractérisent par un ensemble de rides asymétriques séparées par des dépressions longitudinales à sol sablo-argileux grisâtre localement calcaire et à sol hydromorphe à engorgement temporaire (Michel, 1969). Principalement, les sols suivants sont répertoriés : les sols ferrugineux tropicaux, les sols hydromorphes, les régosols et lithosols sur cuirasse (CSE, 2002). Le climat est de type sahélien ; la température moyenne annuelle est de 28,6 °C et les températures moyennes mensuelles

minimale et maximale sont respectivement de 24,4 °C (janvier) et 32,3 °C (mai). Depuis 1970, il y a une tendance à la hausse des températures de 0,1 à 1,8 °C (CSE, 2002). Le régime pluviométrique se situe entre les isohyètes 100 et 500 mm.

D'après les enquêtes menées par Barral *et al.* (1983), la végétation du Ferlo aurait été constituée par une savane soudanienne fortement boisée où poussaient des herbes vivaces jusque dans les années 1970. La zone s'est sahélysée à cause des déficits pluviométriques successifs. En fin de saison des pluies, la végétation se présente sous la forme d'un tapis herbacé continu piqueté d'arbres et d'arbustes (Diallo *et al.*, 2011a), fréquemment épineux et ne formant jamais de strate continue. De nombreuses espèces ligneuses telles que *Terminalia avicennoides*, *Sterculia setigera*, *Sclerocarya birrea* ou *Combretum glutinosum* n'apparaissent plus que sous forme d'individus morts sur pied ou se sont raréfiées. Par contre d'autres espèces sont restées stables ou sont en extension, il s'agit de *Balanites aegyptiaca*, *Acacia senegal*, *Boscia senegalensis*. La richesse et densité floristiques et la capacité de résilience écologique augmentent quand on s'éloigne des points de forage, ce qui confirme la pression anthropique sur les peuplements ligneux (Vincke *et al.*, 2010). Beaucoup d'espèces herbacées à affinité soudanienne ont nettement régressé tandis que d'autres plus saharo-sahéliennes ont profité de la sécheresse pour s'étendre. Le pâturage et l'ébranchage, pratiqués de manière excessive, ont en outre accentué les effets de la sécheresse.

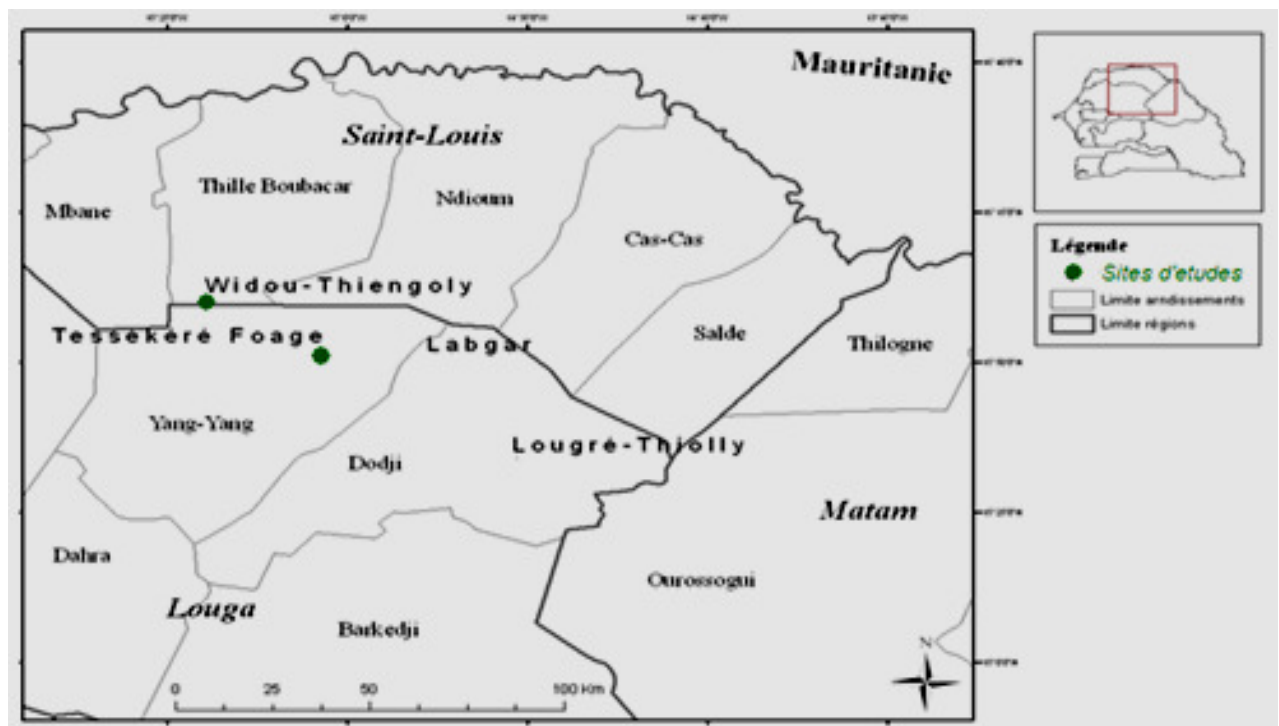


Figure 1 : Carte de situation des sites

Échantillons et relevés : Les données de la flore et de la végétation ont été collectées sur des placeaux d'inventaires et de relevés de végétation de 50 m x 50 m durant le mois d'août 2010. En tenant compte de la zone couverte par ces populations, nous avons utilisé 16 placeaux ainsi répartis : Widou Thiengoly (8) et Tessékéré forage (8). Les placeaux sont installés de manière aléatoire en prenant soin de couvrir toute la zone occupée par les populations de *Acacia senegal*. La distance entre placeaux varie en 300 et 500 m.

La collecte et le traitement des données : Dans chaque placeau, un comptage exhaustif de tous les individus a été réalisé. Pour chaque individu, les mesures ont porté sur la hauteur pour établir la structure de la population, le diamètre du houppier pour évaluer le recouvrement, la distance entre deux individus par la méthode du plus proche individu (P.P.I.) pour décrire la distribution, et la circonférence du tronc à la base soit à 30 cm du sol pour estimer la surface terrière. Pour mesurer la hauteur des individus, nous avons utilisé un bloom leiss. Les données recueillies ont été gérées et traitées avec le tableur Excel afin de rechercher les paramètres de structure (densité, surface terrière, surface de couronne, distribution).

Deux types de densité ont été déterminés:

- La densité réelle qui correspond au nombre réel d'arbres sur la parcelle, ramené à l'hectare ;
- La densité théorique, la plus souvent utilisée, calculée en fonction de l'espacement entre les rangées d'arbres et l'espacement au sein des rangées d'arbres. Elle ne tient pas compte d'éventuelles irrégularités sur la parcelle, ni de la présence de zones sans arbres. Le calcul de la densité théorique se fait par le rapport de la surface d'un hectare sur le carré de la distance moyenne entre les arbres (Gning, 2008):

$$\text{Densité théorique} = \frac{10000}{(Dm)^2}$$

Dm = distance moyenne entre les arbres.

Lorsque la densité réelle est inférieure à la densité théorique, la parcelle est irrégulière et comporte des zones sans arbres.

La surface terrière, appelée aussi recouvrement basal, est la somme des surfaces des troncs des arbres à 0,30 m.

Selon Rondeux (1993), la surface terrière peut être estimée en considérant que les sections des tiges sont circulaires. Elle s'exprime par unité de surface (m²) et se calcule à l'aide de la formule suivante :

$$St = \sum_{k=1}^n \frac{C^2}{4\pi}$$

St = surface terrière exprimée en m² ha⁻¹.
C = circonférence à 30 cm du sol des individus, mesurée en mètre.

Le recouvrement de la population est la somme des surfaces de la couronne de tous les individus de la population.

Cette surface est obtenue à l'aide du diamètre moyen du feuillage de l'arbre assimilé à un cercle par projection sur le sol. Elle est obtenue par la formule suivante (Rondeux, 1993) :

$$Sc = \sum \frac{\pi x D^2}{4}$$

Sc = surface de la couronne en (m² ha⁻¹) ; D = moyenne des diamètres Est/Ouest et Nord/Sud.

Le traitement des données de circonférence à 0,30 m du sol et de hauteur totale donne des histogrammes qui illustrent la répartition des individus en fonction de ces paramètres. Cela permet de voir les classes de circonférence et celles des hauteurs les plus fréquentes dans le but d'apprécier la nature de la population (arbustive ou arborée). Touffet (1982) appelle « arbustes » les individus adultes dont la hauteur ne dépasse pas 7 m et « arbres » ceux dont la hauteur dépasse cette mesure. Pour évaluer le potentiel de régénération naturelle nous avons considéré les jeunes plants comme ceux dont le diamètre est inférieur à 3.5 cm soit 10 cm de circonférence.

RESULTATS

Caractéristiques structurales des populations

Les caractéristiques structurales des populations de *Acacia senegal* sont représentées dans le tableau I.

Tableau 1 : Variation des paramètres des populations en fonction des sites

Sites Paramètres	WidouThiengoly	Tessékéré forage
Densité théorique (ind ha ⁻¹)	101	42,6
Densité réelle (ind ha ⁻¹)	53,3	24
Surface terrière (ind ha ⁻¹)	1,8	0,6
Recouvrement aérien (ind ha ⁻¹)	1541	428

Densité : Dans les 16 placeaux d'inventaire, 155 individus ont été recensés dont 107 et 48 pieds respectivement à Widou Thiengoly et à Tessékéré forage. La densité réelle est de 24 individus à l'hectare à Tessékéré tandis qu'à Widou elle est de 53,3 individus (Tab. I). La densité théorique varie aussi d'un site à un autre. La densité réelle est deux fois inférieure à la densité théorique ce qui traduit l'existence de zones sans *Acaciasenegal*. La distance moyenne entre deux arbres est de 11,3 m et 19,6 m respectivement à Widou et à Tessékéré avec des coefficients de variation (Cv) supérieurs à 90%. Ces coefficients de

variation très élevés reflètent une agrégation des individus sous forme de bosquets.

Recouvrement : La surface terrière varie suivant les sites (Tab. I) : elle est trois (3) fois plus élevée à Widou qu'à Tessékéré. Comme la surface terrière, l'aire de projection au sol de la couronne est plus importante à Widou qu'à Tessékéré soit des recouvrements de 15 et 4% respectivement.

Structure des populations

Distribution des circonférences : La figure 2 présente la distribution des individus en circonférence à Widou Thiengoly et à Tessékéré forage.

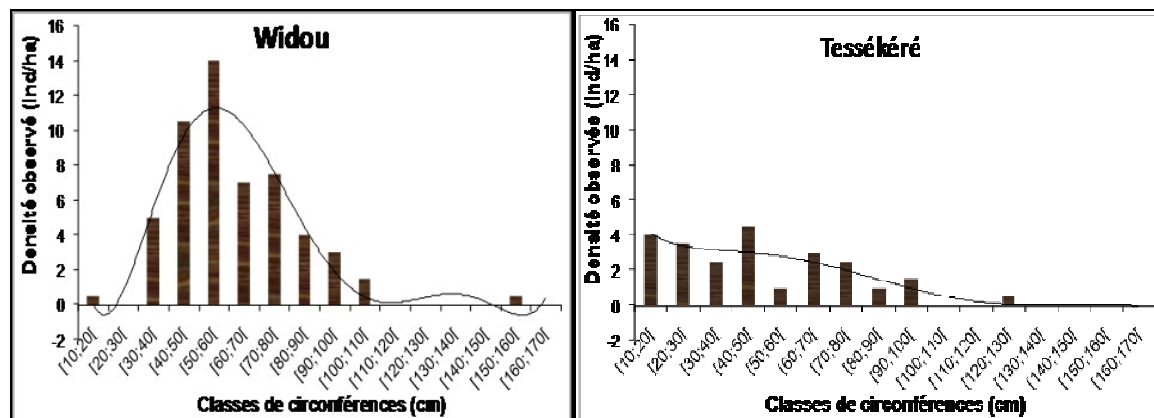


Figure 2 : Répartition des populations de *Acacia senegal* par classes de circonférence à Widou Thiengoly et à Tessékéré forage selon les densités observées.

À Widou, la structure en circonférence présentée à la figure 2 s'apparente globalement à une distribution gaussienne. Les sujets dont la circonférence est comprise entre 30 cm et 90 m sont les plus nombreux à l'hectare. La classe modale est la classe des circonférences comprises entre 50 et 60 cm. On note de la figure 2 que la structure en circonférence des populations de *Acacia senegal* à Tessékéré présente une forme en « J renversé ». Cette structure est régressive. Il est rare d'observer plus de 5 arbres à l'hectare pour des circonférences allant au delà de 40 cm.

forage est représentée par la figure 3. Comme pour la circonférence, la distribution en hauteur de *Acacia senegal* dans ces deux sites suit la même tendance. En effet, on note de la figure 3 que la structure en hauteur à Tessékéré présente une forme en « J renversé ». Il est rare d'observer plus de 5 arbres à l'hectare pour des hauteurs allant au delà de 5 m. À Widou, cette structure s'apparente globalement à une distribution gaussienne asymétrique négative. Les sujets dont la hauteur est comprise entre 3 m et 7 m sont les plus nombreux à l'hectare. La classe modale est la classe des hauteurs comprises entre 5 et 7 m.

Distribution des hauteurs : La distribution des individus en hauteur à Widou Thiengoly et à Tessékéré

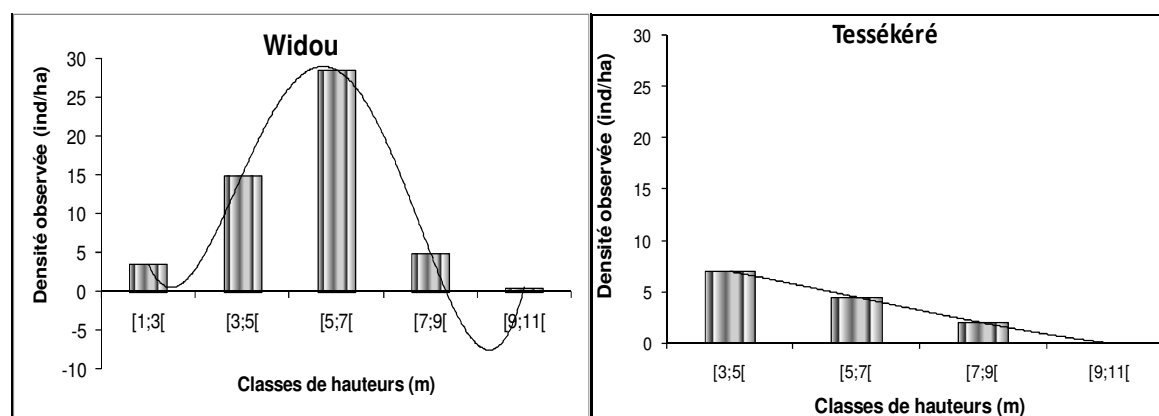


Figure 3 : Répartition des populations de *Acacia senegal* par classes de hauteur à Widou Thiengoly et à Tessékéré forage selon les densités observées.

Capacité de régénération et mortalité : La capacité de régénération naturelle des populations de *Acacia senegal* a été évaluée en fonction de la densité des

jeunes plants mais aussi en fonction de celle des individus morts sur pieds (figure 4).

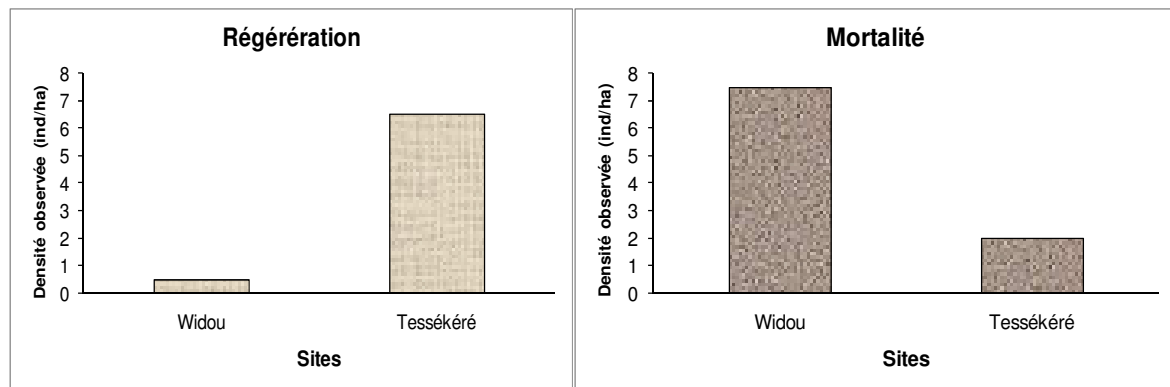


Figure 4 : Densités de jeunes plants et de pieds morts de *Acacia senegal* observées à Widou et à Tessékéré.

Il a été considéré comme jeunes plants les tiges dont la circonférence à la base du tronc est inférieure à 10 cm. Au total, 14 jeunes plants ont été répertoriés au sein des populations de *Acacia senegal*. La capacité de régénération de *Acacia senegal* est globalement très

faible. Par ailleurs, cette régénération semble relativement plus importante à Tessékéré ($6,5 \text{ ind ha}^{-1}$) qu'à Widou ($0,5 \text{ ind ha}^{-1}$). Quant à la mortalité dans ces populations, elle est plus élevée à Widou avec $7,5 \text{ ind ha}^{-1}$

DISCUSSION

Ce travail qui a porté sur l'étude de la structure des populations de *Acacia senegal* au Ferlo dans le Nord-Sénégal a révélé une densité, une surface terrière et un recouvrement élevés à Widou Thiengoly et faibles à Tessékéré forage. La distance entre individus est très variable d'un site à l'autre. La présence d'individus épars ou disséminés montre que ces populations se développent dans des conditions climatiques difficiles, aggravées parfois par une action anthropique intense (Cornet & Poupon, 1978 ; Diallo *et al.*, 2011b). La faible régénération naturelle de *Acacia senegal* observée dans cette zone a été déjà reportée dans des études antérieures (Diallo *et al.*, 2011b). Tybirk (1991) avait souligné que l'absence d'un nombre important de jeunes plants notée chez *Acacia senegal* serait liée à l'utilisation des graines et des fruits dans l'alimentation du bétail. À cela s'ajoute la sélection des jeunes plants par le pâturage et l'influence du broutage sur le taux de croissance des jeunes arbres (Miehe, 1990). Les résultats obtenus et les observations sur le terrain montrent que la mortalité élevée observée dans cette zone pourrait être liée surtout à l'action anthropique intense à travers la pression croissante du bétail et les coupes abusives (Cornet & Poupon, 1978 ; Sharman, 1987 ; Miehe, 1990). Cette pression du bétail est fortement ressentie dans les deux sites d'étude qui sont des zones de parcours. La distribution selon la grosseur (circonférence) montre que la population de Tessékéré forage présente une structure en forme de

« J » renversé traduisant l'importance des jeunes plants au sein de cette population. En effet, elle est dominée par les individus appartenant aux premières classes. La population de Widou Thiengoly présente une structure gaussienne avec une faible proportion de jeunes plants et la présence d'individus dans les classes supérieures à 50 cm. Les classes de circonférence qui dominent les populations caractérisent les formations végétales sahéliennes. Les pieds de *Acacia senegal* de grosses circonférences (supérieures à 100 cm) sont rares. Cette rareté traduit l'incapacité des arbres à croître normalement en épaisseur suite aux déficits hydriques cumulés (Diallo *et al.*, 2011b). La hauteur des sujets varie en général entre 1 et 11 m et atteint rarement les 7 m dans la zone de Tessékéré forage. Cette hauteur caractérise la végétation sahélienne essentiellement arbustive. Mais, en certains endroits comme à Widou, la hauteur des individus dépasse les 7 m. Ces types de populations se rencontrent généralement dans les zones dépressives, bénéficiant d'un régime hydrique favorable comme c'est le cas à Widou. Sylla Gaye (1989) a souligné l'influence positive de l'humidité des sols sur la croissance des gommiers dans les dépressions interdunaires. Fontes et Guinko (1995) attestent que certains bas-fonds au Sahel supportent une végétation de type savanicole.

L'analyse de la structure de ces populations et les observations de terrain permettent d'indiquer que la

distribution est unimodale dans la majeure partie des populations de *Acacia senegal* de cette zone. Cette distribution unimodale est caractéristique des peuplements équiennes. En effet, ces populations ont été mises en place durant l'année 1987. Selon les circonstances (coupes, saignées), cette distribution est devenue dissymétrique et à la suite des actions de restauration (reboisements, remplacement des pieds

morts par de jeunes plants), elle peut devenir bimodale (Rondeux, 1993). Cependant, force est de reconnaître que les populations de *Acacia senegal* de cette zone sont très perturbées car faisant état d'une dégradation assez poussée surtout à Tessékéré forage.

Il urge d'intégrer dans les opérations d'aménagement de cette zone la protection et la restauration de ces populations afin de les préserver durablement.

CONCLUSION

Dans le cadre de la conservation et de la gestion de la biodiversité du Ferlo, cette étude apporte des informations complémentaires sur l'état actuel des populations de *Acacia senegal* dans cette zone. La structure de ces populations de la zone de Tessékéré est à dominante arbustive. Cette structure est fortement tributaire de la disponibilité de l'eau et surtout de la pression anthropique. En effet, le nombre élevé de pieds de *Acacia senegal* morts et la faible régénération

observés dans les deux sites traduit la forte pression anthropique que subit cette végétation à travers les coupes et l'effet néfaste du surpâturage. Il serait intéressant de poursuivre les investigations en étudiant la variabilité génétique des populations de *Acacia senegal* en relation avec les facteurs édaphologiques; son effet sur la production de gomme et ses caractéristiques physico-chimiques.

REMERCIEMENTS

Nous adressons nos sincères remerciements à l'Observatoire Homme Milieux (OHM) qui a financé une partie de cette étude.

RÉFÉRENCES

- Akpo LE, et Grouzis M, 1996. Influence du couvert ligneux sur la régénération de quelques espèces ligneuses sahéliennes (Nord Sénégal, Afrique occidentale). *Webbia*, 50 (2), 19: 247-263.
- Barral H, Bénédicte E, Boudet G, 1983. Systèmes de production d'élevage au Sénégal dans la région du Ferlo. ACC GRIZA (LAT), Min. Rech. et Ind., GERDAT-ORSTOM; 172 pp.
- Cornet A, et Poupon H, 1978. Description des facteurs du milieu et de la végétation dans cinq parcelles situées le long d'un gradient climatique en zone sahélienne du Sénégal. *Bull. IFAN*, 39, 2 : 241-302.
- CSE (Centre de Suivi Ecologique), 2002. Synthèse des études diagnostiques des sites de l'observatoire du Ferlo. Projet ROSELT/OSS. Rap. Ministère de la jeunesse, de l'environnement et de l'hygiène publique. 10 pp.
- Diallo A, Ndiaye M, Guissé A, 2012. *Acacia senegal* (L.) Willd : une alternative dans la restauration des écosystèmes dégradés du Ferlo et dans la lutte contre la pauvreté. *Plantes du Sahel*. CNRS EDITIONS, Paris. pp. 59 – 68.
- Diallo, A., Faye, M., N., Guissé, A., 2011b. Structure des peuplements ligneux dans les plantations d'*Acacia senegal* (L.) Willd dans la zone de Dahra (Ferlo, Sénégal). *Rev. Écol. (Terre Vie)*, vol. 66. 415 – 427.
- Diallo A, Faye MN, Ndiaye O, Guissé A, 2011a. Variations de la composition de la végétation herbacée des plantations de *Acacia senegal* (L.) Willd de la zone de Dahra (Ferlo). *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 5(3): 1250-1264.
- Diouf M, Akpo LE, Rocheteau A, Do F, Goudiaby V, Diagne AL, 2002. Dynamique du peuplement ligneux d'une végétation sahélienne au Nord-Sénégal (Afrique de l'ouest). *Journal des sciences, IFAN-CAD*, Vol. 2, n°1 : 1-9.
- Fontes J, Guinko S, 1995. Carte de la végétation et de l'occupation du sol du Burkina Faso. Note explicative 67 pp.
- Gning ON, 2008. Caractéristiques des ligneux fourragers dans les parcours communautaires de Khossanto (Kédougou, Sénégal oriental): importance des espèces menacées. Mémoire DEA, FST, UCAD (Sénégal). 55 pp + annexes.
- Lykke AM, Kristensen MK, Ganaba S, 2004. Valuation of local use and dynamics of 56 woody

- species in the Sahel. *Biodiversity and Conservation* 13 (10), 1961–1990.
- Michel P, 1969. Les bassins des fleuves Sénégal et Gambie. Etude géomorphologique. Doctorat ès sc., Strasbourg : 1167 pp.
- Miehe S, 1990. Inventaire et suivi de la végétation dans les parcelles pastorales à Windou Thiengoly. *GTZ*, 108 pp.
- MEPN (Ministère de l'Environnement et de la Protection de la Nature), 2006. Politique forestière du Sénégal 2005 – 2025. Documents annexes (Version finale). 105 p.
- Ozer P, 2002. Dust variability and land degradation in the Sahel. *BELGEO*, 2002-2, 195-209.
- Ozer P, 2004. Bois de feu et déboisement au Sahel: mise au point. *Sécheresse*, 15 : 243-251.
- Rippsten G, et Peyre de Fabregues B, 1972. Modernisation de la zone pastorale du Niger. Janvier 1972, IEMVT, Etude agrostologique no 33, 306 p. 2 cartes dans encart séparé.
- Rondeux J, 1993. La mesure des arbres et des peuplements forestiers. Gembloux, Faculté des Sciences agronomiques, Unité de Gestion et Économie forestières, 511 p.
- Sarr MA, 2008. Variabilité pluviométrique en Afrique de l'ouest : dynamique des espaces végétaux à partir des images satellitales. Exemple du bassin versant du Ferlo (Sénégal). Journées de Climatologie – Nantes - Climat et société : Climat et végétation, pp 57-76.
- Sharman MJ, 1987. Végétation ligneuse sahélienne. The Global Environment Monitoring System, GEMS, série Sahel, n° 7, PNUE, FAO Ed., Nairobi, 85 p.
- Sylla Gaye C, 1989. Comportement d'*Acacia senegal* en plantation et dans la nature au Sahel sénégalais - Perspectives d'avenir des reboisements gommiers. Troisième Symposium sur le Gommier et la Gomme Arabique, 25 - 28 octobre 1988, St Louis, Sénégal. SYGGA III : 139-169 - Publ. ISRA, Dakar.
- Touffet J, 1982. Dictionnaire essentiel d'écologie Ouest France. 108 p.
- Tybirk K, 1991. Régénération des légumineuses du Sahel. Botanical Institute Arhus Université, 86 p.
- Valenza J, et Diallo AK, 1972. Etude des pâturages naturels du Nord Sénégal, Etudes agrostologiques. Maisons-Alfort, France, lemvt, 311 p. + 3 cartes
- Vincke C, Diedhiou I, Grouzis M, 2012. Long term dynamics and structure of woody vegetation in the Ferlo (Senegal); *Journal of arid environments*; 2010, vol. 74, no2, pp. 268-276