

Variabilités structurale et floristique des populations du jujubier, *Ziziphus mauritiana* Lam. en zone semi-aride du Burkina Faso (Afrique de l'Ouest)

Blaise KABRE^{1*}, Mamounata BELEM/OUEDRAOGO², Amadé OUEDRAOGO¹

Résumé

Le jujubier (*Ziziphus mauritiana* Lam.) est un arbuste à grande valeur socio-économique dans les pays sahéliens. Cependant, peu de données existent sur la disponibilité de l'espèce afin d'envisager sa gestion durable. Cette étude vise à évaluer la variabilité démographique et la diversité floristique ligneuse associée au jujubier dans les zones sahélienne et soudano-sahélienne du Burkina Faso. Des inventaires floristiques et forestiers ont été effectués le long d'un gradient climatique suivant un échantillonnage orienté sur la présence du jujubier. Les paramètres dendrométriques ont été mesurés et comparés entre les zones climatiques. La corrélation révèle que les espèces *Flueggea virosa*, *Piliostigma reticulatum*, *Piliostigma thonningii*, *Sclerocarya birrea* et *Vitellaria paradoxa* ont une plus forte probabilité d'association au jujubier. Les plus fortes densités des individus adultes du jujubier se rencontrent dans la zone soudano-sahélienne (87 individus/ha, $p < 0,05$). La structure des populations révèle une abondance des juvéniles, traduisant un bon potentiel de renouvellement. La faible proportion des individus sains dans les populations et la forte pression anthropique pourraient compromettre la conservation de l'espèce. Cette situation appelle à la prise de stratégies appropriées de conservation durable des populations du jujubier.

Mots-clés : Diversité floristique, Espèce menacée, Gradient climatique, Milieu semi-aride, Structure de populations.

Variability of stands structure and floristic diversity of the jujube, *Ziziphus mauritiana* Lam., populations in the semi-arid areas of Burkina Faso (West Africa)

Abstract

Jujube (*Ziziphus mauritiana* Lam.) is a thorny shrub with high socio-economic value in Sahelian countries. However, little is known about the availability of the species in order to plan its sustainable management. This study aims to assess the demographic variability and the woody species diversity associated with the jujube populations in the Sahel and Sudano-Sahelian areas of Burkina Faso. Vegetation inventories were carried out across a climatic gradient according to an oriented sampling scheme, based on jujube occurrence. The demographic and diversity parameters were measured and compared between climatic zones. Correlation analysis revealed *Flueggea virosa*, *Piliostigma reticulatum*, *Piliostigma thonningii*,

¹ Université Joseph KI-ZERBO, Laboratoire de Biologie et Ecologie Végétales, 03 BP 7021 Ouagadougou 03, Burkina Faso ;

² Institut de l'Environnement et de recherches Agricoles (INERA), Département Environnement et Forêt, Centre National de la Recherche Scientifique et Technologique, 03 BP 7047 Ouagadougou 03, Burkina Faso.

* Auteur correspondant : E-mail: kabreblaisetin@gmail.com

Sclerocarya birrea and *Vitellaria paradoxa* as woody plant species with highest association probability with jujube. The highest densities of adult individuals of jujube occurred in the Sudano-Sahelian zone (87 individuals/ha, $p < 0,05$). The stand structure of jujube revealed an abundance of young individuals, a high potential likely to renew the stands. However, the low proportion of healthy individuals and strong human pressure could compromise the conservation of the species in its natural habitats. This situation calls for appropriate strategies for a sustainable management of jujube population.

Keywords: Woody species diversity, Threatened species, Climatic gradient, Semi-arid area, Stand structure.

Introduction

Les formations naturelles constituent un réservoir de biodiversité et jouent un rôle fondamental dans l'équilibre socio-économique des populations humaines, notamment dans les pays en développement (GUIGMA *et al.*, 2012 ; 2014 ; CODJIA *et al.*, 2015). Parmi les espèces ligneuses à haute valeur socio-économique au Sahel figure le jujubier, *Ziziphus mauritiana* Lam. (Rhamnaceae), qui représente une ressource à grand potentiel. *Z. mauritiana* est un arbuste de 3 à 8 m de hauteur. C'est une espèce commune des zones sahélienne et soudanienne d'Afrique (DANTH *et al.*, 2002) qui pousse sur divers types de sols, notamment les sols sablonneux et gravillonnaire, dans les terrains de culture et sur les bords des rivières (ARBONNIER, 2019). L'espèce, bien que tolérante à la sécheresse, est aussi présente dans des zones où les précipitations sont plus élevées. Toutes les parties de la plante sont utilisées par les populations locales pour des besoins divers (OUEDRAOGO *et al.*, 2017 ; THIOYE, 2017). Ses fruits riches en vitamines et en protéines sont consommés comme compléments alimentaires et commercialisés dans les marchés locaux (LAMIEN *et al.*, 2018 ; PARKOUDA *et al.*, 2018). Dans son aire de répartition au Burkina Faso, *Z. mauritiana* fait l'objet de fortes pressions anthropiques du fait de l'accroissement de la demande de ses produits. Elle subit ainsi une cueillette anarchique et intensive de ces produits. Sachant que la survie d'une plante dépend de l'état de santé de l'écosystème qui l'abrite (LANKOANDE *et al.*, 2019), la connaissance des caractéristiques démographiques et de la composition de la flore ligneuse associée à *Z. mauritiana* pourra orienter le développement de stratégies de gestion durable pour sa conservation à long terme. L'objectif général de cette étude est de fournir des données écologiques de base pouvant aider à la mise en œuvre de programmes de gestion durable de l'espèce. De façon spécifique il s'agit de :

- (i) évaluer la variabilité physiologique et structurale des populations et ;
- (ii) analyser la diversité floristique ligneuse associée aux populations naturelles de *Z. mauritiana* dans les zones sahélienne et soudano-sahélienne du Burkina Faso.

I. Matériel et méthodes

1.1. Zone d'étude

L'étude a été menée dans les provinces du Yatenga et du Mouhoun, respectivement en zones climatiques sahélienne et soudano-sahélienne du Burkina Faso (figure 1) avec des conditions environnementales variables (tableau I). Les principales activités socio-économiques des populations dans ces localités sont l'agriculture, l'élevage, le commerce et l'artisanat (INSD, 2019). L'exploitation des produits forestiers non ligneux, qui y est également très développée, est majoritairement pratiquée par les femmes (ALIRA, 2004).

Tableau I : Les paramètres environnementaux des deux zones climatiques de l'étude.

Paramètres environnementaux	Zones climatiques	
	Sahélienne	Soudano-sahélienne
Saison pluvieuse	juin-septembre	juin-octobre
Pluviométrie moyenne	< 600 mm	600-900 mm
Température moyenne	> 30°C	20-30°C
Réseau hydrographique	Sources des rivières du Sourou et du fleuve Nakambé	Fleuve Mouhoun et ses affluents
Types de sols	Minéraux bruts Ferrugineux Hydromorphes	Vertisols Ferrugineux Hydromorphes
Types de végétation	Savanes Steppes	Savanes Forêts galeries

Variables climatiques : Sources (FONTES et GUINKO, 1995 ; DIPAMA, 2010) ;

Types de sols : Sources (BUNASOLS, 2004 ; 2006) ;

Végétation : Sources (FONTES et GUINKO, 1995).

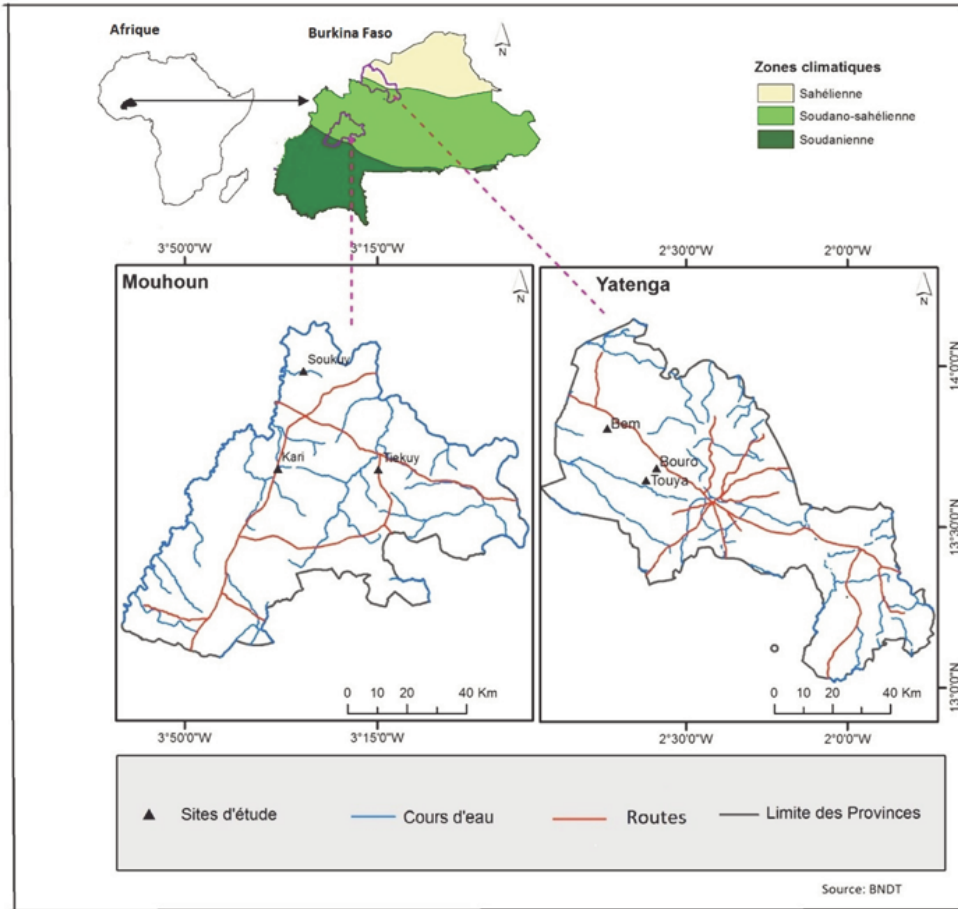


Figure 1 : Carte de la zone d'étude.

1.2. Echantillonnage et collecte de données

Dans chaque zone climatique, trois sites ont été retenus suivant un échantillonnage de type orienté, dont le critère est la présence de population de *Ziziphus mauritiana*. En prélude aux travaux d'inventaire des prospections ont été effectuées dans chaque province afin de retenir des sites abritant des populations de l'espèce suivant le gradient climatique. A la fin de la saison des pluies (octobre-novembre 2017), des inventaires forestiers et floristiques y ont été réalisés au moyen de 10 placeaux de 50 m x 20 m par site, soit 30 placeaux par zone climatique. La distance minimale entre les placeaux était de 100 m. Les mesures des paramètres dendrométriques ont concerné uniquement les individus de *Z. mauritiana*. Les variables mesurées ont porté sur le diamètre de la tige à 1,30 m du sol (dhp) à l'aide d'un ruban Pi chez les individus adultes. Tout individu de dhp supérieur ou égale à 2 cm est considéré comme un adulte (RABIOU *et al.*, 2016). L'état sanitaire de chaque individu adulte a été noté selon la codification suivante : 1 = individu sain, 2 = individu malade (individu attaqué, parasité ou partiellement endommagé) et 3 = individu mort (THIOMBIANO *et al.*, 2015 ; LANKOANDE *et al.*, 2016). Dans chaque placeau, toutes les espèces ligneuses ont été recensées, affectée d'un coefficient d'abondance-dominance selon la classification de Braun-Blanquet (BRAUN BLANQUET, 1932).

L'inventaire de la régénération naturelle a été effectué dans les mêmes placeaux de 50 m x 20 m et a concerné uniquement les individus juvéniles de *Z. mauritiana* (dhp < 2 cm) regroupés en jeunes plants (individus dont la hauteur $\geq 0,5$ m) et en plantules (hauteur < 0,5 m) (GAO *et al.*, 2017). Le diamètre au collet a été mesuré chez les juvéniles à l'aide d'un pied à coulisse (précision 0,01 mm).

1.3. Analyse des données

1.3.1. Caractéristiques dendrométriques de *Ziziphus mauritiana*

Les paramètres suivants ont été calculés pour chaque zone climatique :

- la densité moyenne (Dm) des individus exprimée en nombre d'individus à l'hectare :

$$Dm = \frac{k}{s} \quad (1)$$

k est le nombre total d'individus (adultes, plantules ou jeunes plants) dans le placeau et s la superficie du placeau (s = 0,10 ha).

- pour un individu i, ramifié en n tiges en dessous du niveau de mesure, le diamètre quadratique a été calculé comme suit :

$$Dq = \left(\sum_{i=1}^n dsi^2 \right)^{\frac{1}{4}}, \quad (2)$$

dsi est le diamètre de la tige ramifiée, n le nombre de tiges ramifiées

- le diamètre moyen (Dg) des individus exprimé en centimètre pour les adultes et les jeunes plants et en millimètre pour les plantules :

$$Dg = \left(\frac{1}{k} \sum_{j=1}^k dj^2 \right)^{\frac{1}{2}}, \quad (3)$$

où k est défini comme dans l'équation (1) et dj le diamètre de l'individu j. la surface terrière des individus adultes par placeau (G, en $m^2 \cdot ha^{-1}$).

$$G = \frac{\pi}{4s} \sum_{j=1}^k 10^{-4} dj^2, \quad (4)$$

avec d_j qui est le diamètre de l'individu j du plateau ; $s = 0,10$ ha, la surface du plateau.

Une analyse de variance (ANOVA) a été réalisée au seuil de 5 % pour comparer les paramètres dendrométriques suivant les zones climatiques. Lorsque l'analyse révèle une différence significative, le test de HSD de Tukey est réalisé pour l'appariement des moyennes. Le test de Shapiro-Wilk a été utilisé pour vérifier la normalité des données (SHAPIRO et FRANZIA, 1972). Les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide du logiciel R version 3.6.0 (RCORE TEAM, 2019).

1.3.2. Structure démographique des populations de *Ziziphus mauritiana*

La structure des populations de *Z. mauritiana* a été analysée à travers la distribution des individus en classes de diamètre d'amplitude 3 cm (RABIOU *et al.*, 2016). Les structures ont été ajustées par une surimposition de la distribution théorique de Weibull à 3 paramètres (JOHNSON et KOTZ, 1970 ; HUSCH *et al.*, 2003) à l'aide du logiciel Minitab14. La fonction de probabilité de Weibull (f) est exprimée selon la formule :

$$f(x) = \frac{c}{b} \left(\frac{x-a}{b}\right)^{c-1} \exp\left\{-\left(\frac{x-a}{b}\right)^c\right\}, \quad (5)$$

avec, x = diamètre de la tige ; a = paramètre de seuil, c 'est le seuil inférieur de mesure du diamètre des adultes. Dans la présente étude, la valeur de ce seuil est de 2 cm ; b = paramètre de taille ; c = paramètre de forme. Les structures de la régénération ont été ajustées par une surimposition de la distribution théorique de Weibull à 2 paramètres (le paramètre « a » étant nul).

1.4. Diversité des espèces ligneuses associées à *Ziziphus mauritiana*

Les noms de toutes les espèces ligneuses répertoriées ont été mis à jour selon la nomenclature de la classification Phylogénétique des Angiospermes (APG IV, 2016). Le degré d'association des espèces ligneuses à *Z. mauritiana* a été déterminé en calculant la co-occurrence des espèces recensées dans les populations de *Z. mauritiana*. Les profils de co-occurrence ont été analysés en fonction de la fréquence des plateaux où d'autres espèces ont été enregistrées conjointement avec *Z. mauritiana* à l'aide d'un corrélogramme. Afin de réduire le nombre de variables de la figure, seules 16 espèces présentes au moins dans 25 % des plateaux sont concernées par la coranalyse à l'aide du logiciel R version 3.6.0 (RCORE TEAM, 2019).

II. Résultats

2.1. Caractéristiques dendrométriques et état sanitaire des populations de *Ziziphus mauritiana*

La densité moyenne globale des individus adultes de *Z. mauritiana* est de 56,4 individus à l'hectare. C'est dans la zone soudano-sahélienne que cette densité est significativement plus élevée (tableau II). Les diamètres moyens et les surfaces terrières ne varient pas significativement entre les deux zones climatiques ($p > 0,05$).

L'état sanitaire de la population de *Z. mauritiana* révèle une proportion de sujets adultes sains de 28,4 %. C'est dans la zone sahélienne que la proportion d'individus sains est significativement plus élevée (tableau II). La proportion globalement faible d'individus sains indique un mauvais état sanitaire des populations naturelles de *Z. mauritiana* dont une des causes est la forte pression anthropique (photo 1).



Photo 1 : Manifestations de la pression anthropique à travers la coupe du bois des pieds adultes (a) et le brouillage du bétail (b) dans les populations de *Z. mauritiana* en zone sahélienne.

En ce qui concerne la régénération, la densité des plantules montre un potentiel de régénération élevé avec une densité globale moyenne de 264,8 individus à l'hectare. C'est dans la zone sahélienne que la densité de plantules est significativement plus forte dans les populations de *Z. mauritiana* (tableau II). Les plantules de gros diamètre sont plus fréquentes dans la zone soudano-sahélienne.

Tableau II : Paramètres démographiques et structuraux de *Z. mauritiana* en fonction des zones climatiques.

Paramètres	Zone climatique				ANOVA
	Sahélienne		Soudano-sahélienne		
	Moyenne	CV (%)	Moyenne	CV (%)	P-value
Adultes					
Densité (individus.ha ⁻¹)	25,7 ^b	143,86	87 ^a	162,75	<0,001
Dhp (cm)	11,6 ^a	83,14	9,3 ^a	66,02	0,322
Surface terrière (m ² .ha ⁻¹)	0,37 ^a	150,19	0,62 ^a	152,68	0,165
Proportion des individus sains	36,7 ^a	121,97	20,1 ^b	155,60	<0,001
Jeunes plants					
Densité (individus.ha ⁻¹)	148,08 ^a	104,27	101,03 ^a	71,39	0,65
Diamètre au collet (cm)	2,76 ^a	65,37	3,2 ^a	70,94	0,2
Plantules					
Densité (individus.ha ⁻¹)	344,3 ^a	95	185,3 ^b	100,39	0,002
Diamètre au collet (mm)	0,26 ^b	94,4	0,83 ^a	72,77	<0,001

Les lettres différentes sur les valeurs moyennes indiquent des différences significatives entre les zones climatiques selon le test de HSD de Tukey à 5 %.

2.2. Structure en classes de diamètre des populations

Dans les deux zones climatiques, la structure en classe de diamètre des individus adultes présente une allure en L (figure 2). La valeur du paramètre de forme « c » de la distribution de Weibull, inférieure à 1 est caractéristique d'une population à prédominance jeunes. Toutefois, il apparaît une irrégularité de la succession des effectifs à partir des classes de diamètres de 11-14 cm et 20-23 cm dans les populations de la zone sahélienne et 20-23 cm dans celles de la zone soudano-sahélienne.

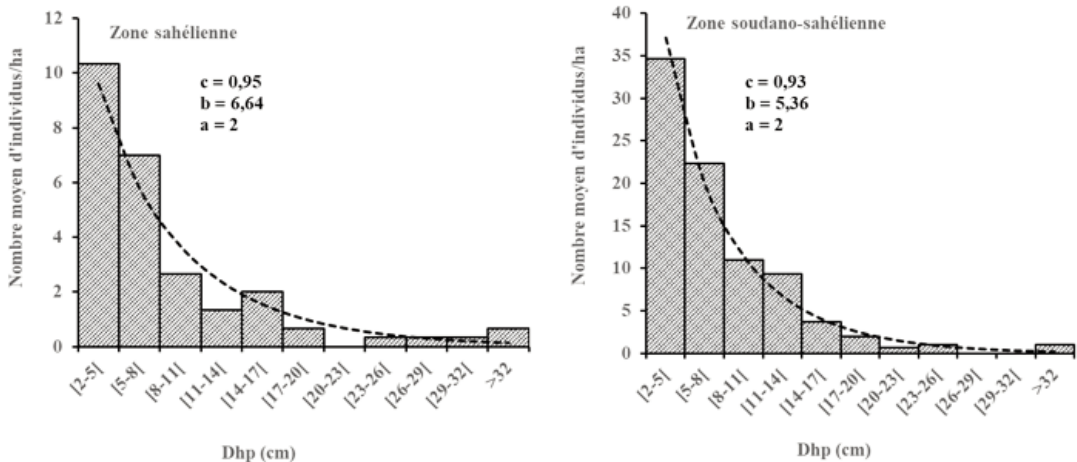


Figure 2 : Structure de la distribution en classes de diamètre des individus adultes de *Z. mauritiana* en fonction des zones climatiques. a = paramètre de seuil ; b = paramètre de taille ; c = paramètre de forme.

Les structures démographiques de la régénération montrent aussi une allure en forme de L, traduisant une prédominance des individus dans les petites classes de diamètre (figure 3). Elle est tout aussi caractéristique d'un grand potentiel de renouvellement des populations de l'espèce. Cependant, la baisse des effectifs dans les classes de plus de 2 cm révèle des difficultés de transition entre les stades plantules et jeunes plants.

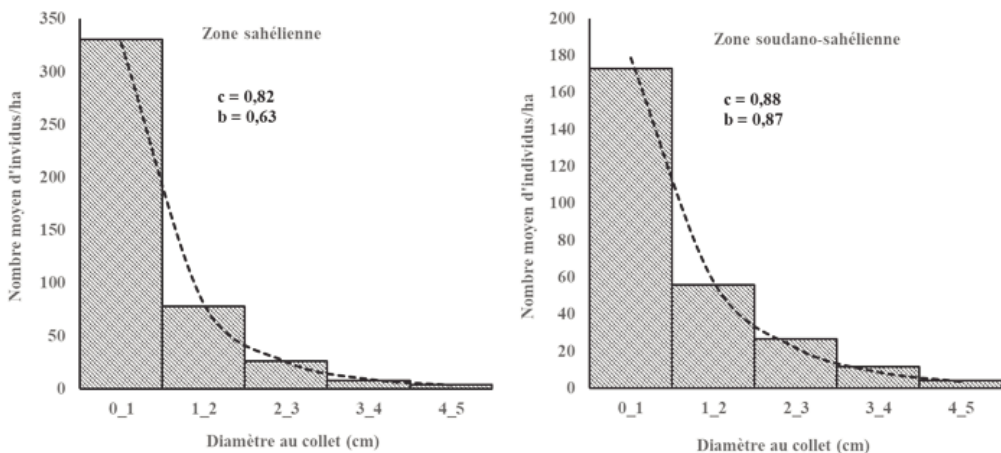


Figure 3 : Structure de la distribution en classes de diamètre au collet de la régénération de *Z. mauritiana* dans les deux zones climatiques. b = paramètre de taille ; c = paramètre de forme.

2.3. Diversité des espèces ligneuses associées aux populations naturelles de *Ziziphus mauritiana*

Les populations naturelles de *Z. mauritiana* sont associées à un total de 59 espèces ligneuses réparties en 45 genres et 18 familles. Les familles les plus représentées en termes de nombre d'espèces sont les Fabaceae (30,5 %), les Combretaceae (16,9 %), les Rubiaceae (8,5 %), les Malvaceae (6,8 %), les Apocynaceae (5,1 %) et les Anacardiaceae (5,1 %). Les espèces recensées sont réparties en 27 espèces dans la zone sahélienne et en 52 espèces dans la zone soudano-sahélienne. Trois espèces sont spécifiques aux populations de la zone sahélienne. Il s'agit de *Ficus sycomorus* L., *Maerua angolensis* DC. et *Pterocarpus lucens* Lepr. ex Guill. & Perr. avec de faibles fréquences. Vingt et une espèces sont spécifiques à la zone soudano-sahélienne, parmi lesquelles des espèces typiques des zones humides telles que *Pterocarpus santalinoides* DC., *Ficus* sur Forssk. et *Holarrhena floribunda* (G.Don) T. Durand & Schinz avec de faibles fréquences (Annexe 1).

La co-occurrence d'espèces ligneuses avec *Z. mauritiana* dans ses populations naturelles a été révélée par le corrélogramme (figure 4). Selon ce dernier, *Flueggea virosa* (Roxb. ex Willd.) Voigt., *Piliostigma reticulatum* (DC.) Hochst., *Piliostigma thonningii* (Schumach.) Milne-Redh., *Sclerocarya birrea* (A.Rich.) Hochst. et *Vitellaria paradoxa* C.F. Gaertn. sont les espèces corrélées le plus positivement à *Z. mauritiana*. Les espèces telles que *Anogeissus leiocarpa* (DC.) Guill. & Perr., *Cassia sieberiana* DC. et *Combretum micranthum* G.Don sont corrélées négativement avec *Z. mauritiana*. La présence de ces dernières dans un milieu n'indique pas forcément la présence de *Z. mauritiana*.

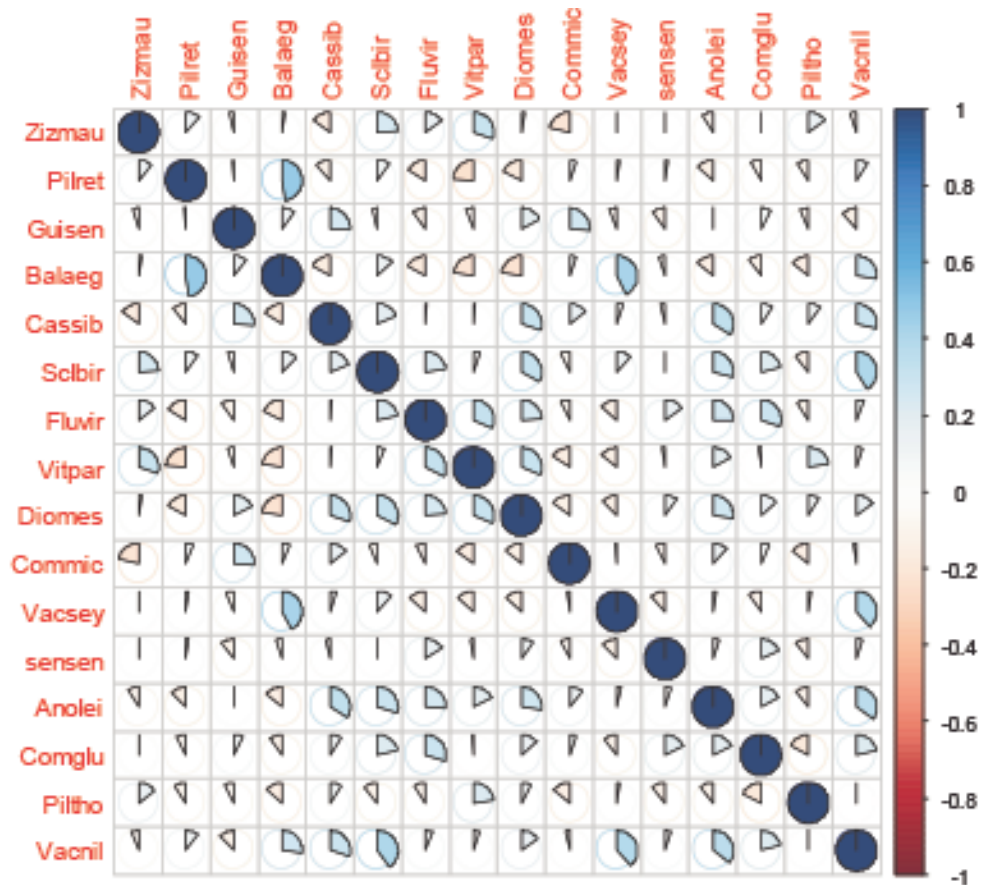


Figure 4 : Corrélogramme montrant la co-occurrence des espèces ligneuses avec *Ziziphus mauritiana* dans son habitat.

Légende : Zizmau = *Ziziphus mauritiana*, Pilret = *Piliostigma reticulatum*, Guisen = *Guiera senegalensis*, Balaeg = *Balanites aegyptiaca*, Cassib = *Cassia sieberiana*, Scibir = *Sclerocarya birrea*, Fluvir = *Flueggea virosa*, Vitpar = *Vitellaria paradoxa*, Diomes = *Diospyros mespiliformis*, Commic = *Combretum micranthum*, Vacsey = *Vachellia seyal*, Sensen = *Senegalia senegal*, Anolei = *Anogeissus leiocarpa*, Comglu = *Combretum glutinosum*, Piltho = *Piliostigma thonningii*, Vacnil = *Vachellia nilotica*.

Les couleurs bleue et rose de fond des cercles dans les cellules du quadrillage indiquent respectivement des corrélations positives et négatives entre les espèces proportionnellement à la portion colorée. Pour ce qui est de *Z. mauritiana* avec les autres espèces, cela concerne les premières ligne et colonne du quadrillage.

III. Discussion

3.1. Paramètres démographiques de *Ziziphus mauritiana*

La faible densité des individus adultes de *Z. mauritiana* dans les populations de la zone sahélienne s'explique par la forte pression anthropique à travers la coupe du bois et l'élevage. Ces pratiques causent la régression des espèces dans leurs habitats naturels (OUEDRAOGO *et al.*, 2006). Ce constat corrobore les travaux de NACOUлма *et al.* (2011) qui ont montré que les pressions anthropiques réduisent la densité de *Prosopis africana* (Guill. & Perr.) Taub. et de

Pterocarpus erinaceus Poir, deux espèces fourragères dans la région de l'Est du Burkina Faso. Néanmoins la densité de *Z. mauritiana* dans la zone sahélienne est supérieure à celle rapportée par SAVADOGO *et al.* (2016) sur l'espèce dans la même zone au Burkina Faso. La faible valeur du diamètre moyen des individus de *Z. mauritiana* dans la zone soudano-sahélienne révèle des populations plus jeunes.

Les faibles proportions de sujets sains dans la population adulte traduisent une vulnérabilité de *Z. mauritiana* dans ses habitats naturels. Cette vulnérabilité est en grande partie favorisée par l'exploitation anarchique des organes de l'espèce par l'homme, dont l'émondage pour le fourrage. En effet, SEWADE *et al.* (2016) ont montré que les ligneux fourragers constituent le principal recours des éleveurs pour l'alimentation du bétail en période sèche.

La forte densité des plantules observée dans la zone sahélienne peut être expliquée par l'influence du feu et du pâturage qui stimulent la germination des graines de l'espèce. Lors du pâturage, la dissémination par le bétail des noix des fruits appréciés à travers leurs déjections favorise la germination. En effet, GUEYE *et al.* (1999) ont montré que le transit par le tube digestif, notamment des chèvres, augmente les capacités de germination des graines de *Z. mauritiana*. La dormance tégumentaire des graines de l'espèce pourrait aussi être levée sous l'effet de la chaleur des feux de brousses. Cette idée est rapportée par BOUBACAR *et al.* (2018) qui soutiennent que l'effet du stress hydrique et la température augmente le taux et la vitesse de germination des graines de *Z. mauritiana*.

3.2. Structure des populations de *Ziziphus mauritiana*

Dans les deux zones climatiques, la structure de la distribution en classes de diamètre des sujets adultes de *Z. mauritiana* révèle une stabilité des populations. L'abondance des individus dans les classes de petit diamètre traduit un bon potentiel de renouvellement des populations (HERRMANN et TAPPAN, 2013 ; RABIOU *et al.*, 2015). Cependant, l'irrégularité de la succession des effectifs dans les classes de diamètre révèle l'effet des perturbations qui peuvent affecter ce renouvellement. Les perturbations sont surtout le fait de pressions anthropiques à travers l'exploitation anarchique des fruits et des feuilles, la coupe du bois et l'émondage. L'émondage pour l'alimentation du bétail constitue particulièrement une menace pour l'espèce (OUEDRAOGO *et al.*, 2017 ; ZAMPALIGRE *et al.*, 2019).

La structure démographique de la strate juvénile de *Z. mauritiana* marquée par une forte densité d'individus dans les petites classes de diamètre est due aux conditions hydriques favorables de la saison des pluies qui permet un bon recrutement. Cependant, en saison sèche ces jeunes recrues sont soumis à de nombreuses menaces telles que le stress hydrique, les feux de brousses et le pâturage entraînant des difficultés d'affranchissement des plantules et par conséquent une chute des effectifs dans les classes supérieures. Ce constat corrobore les études de BATIONO *et al.* (2001) et de OUEDRAOGO *et al.* (2006) qui ont mis en évidence une bonne capacité de germination des graines de *Azelia africana* Sm. dont les plantules n'arrivent cependant pas à franchir les différents stades de développement jusqu'à l'âge adulte à cause des pressions anthropiques et de la péjoration climatique. L'ampleur de ces facteurs de perturbation sur la régénération des ligneux est beaucoup plus marquée dans la zone sahélienne (BOGNOUNOU *et al.*, 2010). Le traumatisme causé par les facteurs de perturbation entraîne un rabougrissement des individus juvéniles chez *Z. mauritiana*. THIOMBIANO (2005) a montré que les piétinements et

le broutage des juvéniles des Combretaceae par les animaux compromettent leur survie. En effet, la permanence du pâturage constitue une menace pour les jeunes pousses chez des ligneux (SEWADE *et al.*, 2016 ; ABDOURHAMANE *et al.*, 2017).

3.3. Diversité floristique ligneuse des populations de *Ziziphus mauritiana*

Comparativement à la zone sahélienne, la zone soudano-sahélienne présente des conditions environnementales meilleures pour le maintien de la diversité végétale. Ces conditions contribuent à une bonne régénération des ligneux et à la survie des plantules pendant les périodes de sécheresse (LANKOANDE *et al.*, 2019). Les semis peuvent pousser et survivre sous les arbres (BADANO *et al.*, 2016) mais la forte anthropisation de ces habitats favorables limite leur développement. Le cortège floristique en chevauchement entre les deux zones climatiques traduit l'amplitude écologique de certaines espèces qui ont la capacité de coloniser divers types de milieux. Le corrélogramme a révélé que cinq espèces ligneuses sont étroitement associées à *Z. mauritiana*. Ces espèces s'adaptent aux conditions écologiques de *Z. mauritiana*. L'une des justifications de cette adaptation est le fait qu'elles sont toutes des espèces de savanes (ARBONNIER, 2019).

Conclusion

Cette étude a révélé que les populations naturelles de *Z. mauritiana* sont associées à de nombreux espèces ligneuses. Parmi les espèces ligneuses indicatrices de la présence de *Z. mauritiana* avec une forte probabilité figurent forcément *Flueggea virosa*, *Piliostigma reticulatum*, *Piliostigma thonningii*, *Sclerocarya birrea* et *Vitellaria paradoxa*. Les populations naturelles de *Z. mauritiana* sont relativement stables avec un bon potentiel de régénération dans les zones sahélienne et soudano-sahélienne du Burkina Faso. Ce potentiel reste toutefois vulnérable, surtout dans la zone sahélienne, à cause de nombreux facteurs de perturbations qui affectent les plantules au stade du recrutement. Aussi, la faible proportion d'individus adultes sains dans les populations naturelles de *Z. mauritiana* pourrait compromettre la disponibilité de la ressource de cette espèce à long terme. Des stratégies adéquates de conservation doivent être adoptées dans le sens de la gestion durable des populations de *Z. mauritiana* dans ses habitats naturels.

Remerciements

Les auteurs remercient le Projet TreeFood n° 1507-143 pour avoir financé cette étude. Ils expriment également leur reconnaissance aux populations locales des provinces du Yatenga et du Mouhoun pour leur collaboration.

Références bibliographiques

ABDOURHAMANE H., RABIOU H., DIOUF A., MOROU B., MAHAMANE A. et BELLEFONTAINE R., 2017. Structure démographique et répartition spatiale des populations de *Sclerocarya birrea* (A. Rich.) Hochst. du secteur sahélien du Niger. *Bois et Forêts des Tropiques*, 333(3) : 55–66.

ALIRA A., 2004. Commercialisation de fruits sauvages et de leurs produits dans Boucle du Mouhoun. Cas des villes de Bissandérou, Bomborokuo, Soana et de la ville de Dédougou. Mémoire. Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, 83 p.

APG IV (Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants). *Botanical Journal of the Linnean Society*, 181(1) : 1–20.

- ARBONNIER M., 2019.** Arbres, Arbustes et Lianes Des Zones Sèches d’Afrique de l’Ouest. Paris: MNHN, 776 p.
- BADANO E. I., SAMOUR-NIEVA O. R., FLORES J., FLORES-FLORES J. L., FLORESCANO J. A. et RODAS-ORTIZ J. P., 2016.** Facilitation by nurse plants contributes to vegetation recovery in human-disturbed desert ecosystems. *Journal of Plant Ecology*, 9 (5) : 485–497.
- BATIONO B. A., OUEDRAOGO S. J. et GUINKO S., 2001.** Longévité des grains et contraintes à la survie des plantules d’*Azelia africana* Sm. dans une savane boisée du Burkina Faso. *Annals of Forest Science*, 58 : 69–75.
- BOGNOUNOU F., TIGABU M., SAVADOGO P., THIOMBIANO A., BOUSSIM I. J., ODEN P. C. et GUINKO S., 2010.** « Regeneration of five Combretaceae species along a latitudinal gradient in SaheloSudanian zone of Burkina Faso ». *Annals of Forest Science*, 67 (306) : 1–10.
- BOUBACAR A. A., DOUMA S., DIOUF A., AGÜNDEZ M. D., ALI A. R. et MAHAMANE A., 2018.** Effets du stress hydrique et de la température sur la germination de quatre ligneux alimentaires prioritaires du Niger. *Afrique Science*, 14(3) : 28–41.
- BRAUN-BLANQUET J., 1932.** Plant sociology. Macgran-Hill, New York and London.
- BUNASOLS (Bureau National des Sols), 2004.** Étude morpho-pédologique des provinces du Yatenga, du Loroum et du Zandoma. Rapport technique N°2, 142 p.
- BUNASOLS (Bureau National des Sols), 2006.** Étude morpho-pédologique des provinces du Mouhoun et des Balés. Rapport technique N°135, 82 p.
- CODJIA J. T. C., ASSOGBADJO A. E., IDOHOU R., HONFO S. H., TOVISSORE C. F., CHADARE F. J., EKUE M. R. M. et YOROU N. S., 2015.** Espèces ligneuses sauvages alimentaires du Bénin : Biodiversité et perspectives de gestion. *Bibliothèque Nationale du Bénin*, 190 p.
- DANTHU P., SOLOVIEV P., TOURE M. A. et GAYE A., 2002.** Propagation végétative d’une variété améliorée de jujubier introduite au Sénégal. *Bois et Forêts des Tropiques*, 272 (2) : 93-96.
- DIPAMA J. M., 2010.** Climate. In **THIOMBIANO A. et KAMPMANN D.** (Eds.), Biodiversity atlas of West Africa. Ouagadougou & Frankfurt/Main. Vol. 2, pp. 122–124.
- FONTÈS J. et GUINKO S., 1995.** Carte de la végétation et de l’occupation des sols du Burkina Faso. Institut inter, 71 p.
- GAO W. Q., NI Y. Y., XUE Z. M., WANG X. F., KANG F. F., HU J., GAO Z. H., JIANG Z. P. et LIU J. F., 2017.** Population structure and regeneration dynamics of *Quercus variabilis* along latitudinal and longitudinal gradients. *Ecosphere* 8(4) : 1–15.
- GUEYE M., SAMB P. I. et NONGONIERMA A., 1999.** Effet du tractus digestif de la chèvre sur la germination de *Ziziphus mauritiana* Lam. *Tropicultura*, 17(3) : 109–112.
- GUIGMA Y., ZERBO P. et MILLOGO-RASOLODIMBY J., 2012.** Utilisation des espèces spontanées dans trois villages contigus du sud du Burkina Faso. *Tropicultura*, 30 : 230–235.
- GUIGMA Y., OUEDRAOGO A., ZERBO P. et MILLOGO-RASOLODIMBY J., 2014.** The use of wild plants as food in three adjoining villages in southern Burkina Faso. *Journal of Nutritional Ecology and Food Research*, 2 : 1–11.
- HERRMANN S. M. et TAPPAN G. G., 2013.** Vegetation impoverishment despite greening : A case study from central Senegal. *Journal of Arid Environments*, 90: 55–66.
- HUSCH B., BEERS T. et KERSSHAW J. J., 2003.** *Forest Mensuration*. John Wiley et Sons, New Jersey, 4 th Ed, 343 p.
- INSD (Institut National de la Statistique et de la Démographie), 2019.** Annuaire Statistique 2018. MEF (Ministère de l’Économie et des Finances), 407 p.
- JOHNSON N. L. et KOTZ S., 1970.** Continuous Univariate Distributions, Houghlin Mifflin Company, Boston, 32(2): 1-12.
- LAMIEN N., OUEDRAOGO S. J., SANOGO D., KOUYATE A. M., TOUGIANI A., VOGNAN G., TAPSOBA D., PARKOUDA C. et BAYALA J., 2018.** Catalogue régional des arbres et arbustes alimentaires des terroirs sahéliens et soudaniens d’Afrique de l’Ouest : vers une meilleure valorisation de leurs potentiels nutritionnels. INSAH, 79 p.

- LANKOANDE B., OUEDRAOGO A., BOUSSIM J. I. et LYKKE A. M., 2016.** Natural stands diversity and population structure of *Lophira lanceolata* Tiegh. ex Keay, a local oil tree species in Burkina Faso, West Africa. *Agroforestry systems*. Doi 10.1007/s10457-016-9913-3.
- LANKOANDE B., LYKKE A. M., BOUSSIM J. I. et OUEDRAOGO A., 2019.** Structure, plant diversity and future management of *Pentadesma butyracea* stands, an endangered oil tree species in Burkina Faso, West Africa. *Forestry*; 00 : 1–8. doi:10.1093/forestry/cpz034
- NACOUUMA B. M. I., TRAORE S., HAHN K. et THIOMBIANO A., 2011.** Impact of land use types on population structure and extent of bark and foliage harvest of *Azelia africana* and *Pterocarpus erinaceus* in Eastern Burkina Faso. *International Journal of Biodiversity and Conservation*, 3(3) : 62–72.
- OUEDRAOGO A., THIOMBIANO A., HAHN-HADJALI K. et GUINKO S., 2006.** « Diagnostic de l'état de dégradation des peuplements de quatre espèces ligneuses en zone soudanienne du Burkina Faso ». *Sécheresse*, 17(4) : 485–491.
- OUEDRAOGO P., BATIONO B. A., SANOU J., TRAORE S., BARRY S., DAYAMBA S. D., BAYALA J., OUEDRAOGO M., SOETERS S. et THIOMBIANO A., 2017.** Uses and vulnerability of ligneous species exploited by local population of northern Burkina Faso in their adaptation strategies to changing environments. *Agriculture and Food Security*. Doi10.1186/s40066-017-0090-z.
- PARKOUDA C., LAMIEN N., OUEDRAOGO R., TAPSOBA D., OUEDRAOGO S. J. et BAYALA J., 2018.** Caractéristiques physico-chimiques de Produits Forestiers Non Ligneux (PFNL) à haute valeur nutritive au Sahel. INSAH, 132 p.
- RABIOU H., DIOUF A., BATIONO B. A., SEGLA K. N., ADJONOU K., KOKUTSE DZIFA A., RADJI R., KOKOU K., MAHAMANE A. et SAADOU M., 2015.** « Structure des peuplements naturels de *Pterocarpus erinaceus* Poir. dans le domaine soudanien, au Niger et au Burkina Faso ». *Bois et Forêts des Tropiques*, 3(325) : 71–83.
- RABIOU H., DAN GUMBO I., BATIONO A. B., ISSAHAROU-MATCHI I. et MAHAMANE A., 2016.** État des populations naturelles de *Vitellaria paradoxa* Gaertn. C. F. dans la zone soudanienne du Niger et du Burkina Faso (Afrique de l'Ouest). *Revue Ivoirienne Science Technologie*, 28 : 428–441.
- RCORE TEAM, 2019.** A language and environment for statistical computing. Vienna, Austria, R Foundation for Statistical Computing. <http://www.R-project.org>
- SAVADOGO O. M., OUATTARA K., PARE S., OUEDRAOGO I., SAWADOGO-KABORE S., BARRON J. et ZOMBRE N. P., 2016.** Structure, composition spécifique et diversité des ligneux dans deux zones contrastées en zone Sahélienne du Burkina Faso. *Vertigo*, 16 (1). <https://doi.org/10.4000/vertigo.17282>
- SEWADE C., AZIHOU A. F., FANDOHAN A. B., HOUEHANOU T. D. et HOUINATO M., 2016.** Diversité, priorité pastorale et de conservation des ligneux fourragers des terres de parcours en zone soudano-guinéenne du Bénin. *Biotechnologies Agronomiques Sociétés et Environnement*, 20(2) : 113–129.
- SHAPIRO S. S. et FRANCIA R. S., 1972.** An approximate analysis of variance test for normality. *Journal of the American Statistical Association* 67: 215-216.
- THIOMBIANO A., 2005.** Les Combretaceae du Burkina Faso: taxonomie, écologie, dynamique et régénération des espèces. Thèse d'État, Université de Ouagadougou, 290 p.
- THIOMBIANO A., GLÉLÉ KAKAÏ R., BAYEN P., BOUSSIM J. I. et MAHAMANE A., 2015.** Méthodes et dispositifs d'inventaires forestiers en Afrique de l'Ouest : état des lieux et propositions pour une harmonisation. *Annales des Sciences Agronomiques*, 19: 15–31.
- THIOYE B., 2017.** Amélioration de la croissance et de la production fruitière de *Ziziphys mauritiana* Lam. par l'inoculation mycorhizienne dans deux vergers au Sénégal. Thèse de doctorat, Université Cheikh Anta DIOP de Dakar, 182 p.
- ZAMPALIGRE N., KAGAMBEGA W. F., SANOU L. et SAWADOGO L., 2019.** Impact of Grazing Intensity on Floristic Diversity and Woody Structure in Grazing Area Near Kaboré Tambi National Park (Burkina Faso). *Journal of Agriculture and Environmental Sciences*, 8(2) : 106–115.

Annexe 1

Annexe : Liste des espèces ligneuses répertoriées dans les populations de *Z. mauritiana* dans les deux zones climatiques

Espèces	Fréquence en zone sahélienne (%)	Fréquence en zone soudano sahélienne (%)
<i>Azizelia africana</i> Sm. ex Pers.		1
<i>Annona senegalensis</i> Pers.		3,4
<i>Anogeissus leiocarpa</i> (DC.) Guill. & Perr.	2	3,6
<i>Balanites aegyptiaca</i> (L.) Delile	11,6	1,6
<i>Bombax costatum</i> Pellegr. & Vuill.	0,5	0,3
<i>Burkea africana</i> Hook.		0,3
<i>Cadaba farinosa</i> Forssk.		0,5
<i>Calotropis procera</i> (Aiton) R.Br.	1	0,5
<i>Cassia sieberiana</i> DC.	6,1	4,4
<i>Combretum aculeatum</i> Vent.	4,5	
<i>Combretum adenogonium</i> Steud. ex A.Rich.		1
<i>Combretum glutinosum</i> Perr. ex DC.	4	2,6
<i>Combretum micranthum</i> G.Don	9,1	1,3
<i>Combretum molle</i> R.Br. ex G.Don		0,3
<i>Combretum nigricans</i> Lepr. ex Guill. & Perr.	2,5	
<i>Daniellia oliveri</i> (Rolfe) Hutch. & Dalziel		1,8
<i>Detarium microcarpum</i> Guill. & Perr.		0,5
<i>Diospyros mespiliformis</i> Hochst. ex A.DC.	2	5,5
<i>Faidherbia albida</i> (Delile) A.Chev.	4	
<i>Feretia apodanthera</i> Delile		1,3
<i>Ficus sur</i> Forssk.		0,3
<i>Ficus sycomorus</i> L.	1	
<i>Flueggea virosa</i> (Roxb. ex Willd.) Voigt	3	5,7
<i>Gardenia erubescens</i> Stapf & Hutch.		1,8
<i>Gardenia sokotensis</i> Hutch.		0,5
<i>Gardenia ternifolia</i> Schumach. & Thonn.	2	1
<i>Grewia bicolor</i> Juss.	0,5	1,8
<i>Grewia lasiodiscus</i> K.Schum.		1,6
<i>Guiera senegalensis</i> J.F.Gmel.	9,1	4,9
<i>Gymnosporia senegalensis</i> (Lam.) Loes.		1,6
<i>Holarrhena floribunda</i> (G.Don) T. Durand & Schinz		0,3
<i>Khaya senegalensis</i> (Desr.) A.Juss.		0,5
<i>Lannea microcarpa</i> Engl. & K.Krause	4	1,3
<i>Loeseneriella africana</i> (Willd.) N.Hallé		0,5
<i>Maerua angolensis</i> DC.	2	
<i>Ozoroa obovata</i> (Oliv.) R.Fern. & A.Fern.		0,5
<i>Parkia biglobosa</i> (Jacq.) R.Br. ex G.Don		1
<i>Pericopsis laxiflora</i> (Benth.) Meeuwen		1
<i>Piliostigma reticulatum</i> (DC.) Hochst.	12,6	6,8
<i>Piliostigma thonningii</i> (Schumach.) Milne-Redh.		4,2
<i>Prosopis africana</i> (Guill. & Perr.) Taub.		0,8
<i>Pteleopsis suberosa</i> Engl. & Diels		0,8

<i>Pterocarpus lucens</i> Lepr. ex Guill. & Perr.	0,5	
<i>Pterocarpus santalinoïdes</i> DC.		0,3
<i>Saba senegalensis</i> (A.DC.) Pichon	1	2,1
<i>Sarcocephalus latifolius</i> (Sm.) E.A.Bruce		0,5
<i>Sclerocarya birrea</i> (A.Rich.) Hochst.	6,1	4,4
<i>Securidaca longipedunculata</i> Fresen.		1,6
<i>Senegalia macrostachya</i> (Reichenb. ex DC.) Kyal. & Boatwr	1	3,1
<i>Senegalia senegal</i> (L.) Britton	1,5	4,4
<i>Sterculia setigera</i> Delile		0,3
<i>Tamarindus indica</i> L.		0,8
<i>Terminalia avicennioides</i> Guill. & Perr.		1,8
<i>Vachellia nilotica</i> (L.) P.J.H.Hurter & Mabb	2,5	2,1
<i>Vachellia seyal</i> (Del.) P.J.H. Hurter	4	2,9
<i>Vitellaria paradoxa</i> C.F.Gaertn.	1,5	5,7
<i>Ximenia americana</i> L.		2,6
<i>Ziziphus mucronata</i> Willd.		0,8
