

Caractéristiques Dendrométriques de *Boscia senegalensis* (pers.) Lam. Ex Poir et Variabilité Morphométrique de ses Fruits Suivant la Toposéquence dans la Zone Nord du Ferlo (Sénégal)

Khady Cissé

Université Cheikh Anta Diop de Dakar,
Laboratoire d'Ecologie et d'Eco- hydrologie

Sékouna Diatta

Université Cheikh Anta Diop de Dakar,
Laboratoire d'Ecologie et d'Eco- hydrologie
IRL 3189 Environnement, Santé, Sociétés (UCAD
/UGB/USTTB/CNRST/CNRS)

Pôle Pastoralisme et Zones Sèches (dP PPZS)

Moustapha Bassimbé Sagna

Université Cheikh Anta Diop de Dakar,
Laboratoire d'Ecologie et d'Eco- hydrologie
IRL 3189 Environnement, Santé, Sociétés (UCAD
/UGB/USTTB/CNRST/CNRS)

Rabiyatou Diallo

Université Cheikh Anta Diop de Dakar,
Laboratoire d'Ecologie et d'Eco- hydrologie

[Doi: 10.19044/esipreprint.5.2023.p249](https://doi.org/10.19044/esipreprint.5.2023.p249)

Approved: 20 May 2023
Posted: 25 May 2023

Copyright 2023 Author(s)
Under Creative Commons BY-NC-ND
4.0 OPEN ACCESS

Cite As:

Cissé K., Diatta S., Sagna M.B. & Diallo R. (2023). *Caractéristiques Dendrométriques de Boscia senegalensis (pers.) Lam. Ex Poir et Variabilité Morphométrique de ses Fruits Suivant la Toposéquence dans la Zone Nord du Ferlo (Sénégal)*. ESI Preprints.

<https://doi.org/10.19044/esipreprint.5.2023.p249>

Résumé

L'objectif de cette étude est d'évaluer la variabilité morphométrique des fruits et de la population de *Boscia senegalensis* en fonction de la toposéquence (plateau, versant et bas-fond) dans la région du Ferlo, au nord du Sénégal. Quinze individus de l'espèce ont été choisis au hasard, cinq par

niveau topographique. Des mesures ont été effectuées sur les paramètres dendrométriques (hauteur et diamètre du houppier) des individus et sur les descripteurs morphométriques des fruits (diamètres transversaux du fruit et de la graine et nombre de graines, longueur du pédoncule, masses du fruit, de l'épicarpe et de la pulpe visqueuse). L'analyse en composantes principales et l'analyse factorielle discriminante ont montré l'existence d'une variabilité morphométrique des fruits en fonction du niveau topographique, ce qui n'est pas le cas pour le nombre de graines par fruit. Aucune corrélation n'a été observée entre les deux types de descripteurs évalués (<20%). Par contre, les variables fruits, fortement corrélées avec les unités topographiques (>50%), contribuent significativement à l'explication des variabilités observées. En effet, la pente est plus favorable au développement du pédoncule (1,30cm) et à la croissance du poids des fruits (2,33g et 1,23g) alors que la plaine est plus favorable au développement des dimensions des fruits (15,38mm et 16,75mm). L'étude a montré l'existence de morphotypes chez les individus de l'espèce en fonction de la toposéquence. Les résultats de cette étude pourraient être utiles dans le cadre d'un programme de sélection variétale et d'amélioration génétique de l'espèce, mais aussi pour sa conservation et son utilisation durable au Sahel.

Mots-clés : *Boscia senegalensis* (Pers.) Lam. Ex Poir., Toposéquence, Fruit, Environnement, Ferlo

**Dendrometric characteristics of *Boscia senegalensis* (pers.)
Lam. Ex poir and morphometric variability of its fruits
according to the toposequence in the northern Ferlo zone
(Senegal)**

Khady Cissé

Université Cheikh Anta Diop de Dakar,
Laboratoire d'Ecologie et d'Eco- hydrologie

Sékouna Diatta

Université Cheikh Anta Diop de Dakar,
Laboratoire d'Ecologie et d'Eco- hydrologie
IRL 3189 Environnement, Santé, Sociétés (UCAD
/UGB/USTTB/CNRST/CNRS)

Pôle Pastoralisme et Zones Sèches (dP PPZS)

Moustapha Bassimbé Sagna

Université Cheikh Anta Diop de Dakar,
Laboratoire d'Ecologie et d'Eco- hydrologie
IRL 3189 Environnement, Santé, Sociétés (UCAD
/UGB/USTTB/CNRST/CNRS)

Rabiyatou Diallo

Université Cheikh Anta Diop de Dakar,
Laboratoire d'Ecologie et d'Eco- hydrologie

Abstract

The aim of this study was to evaluate the morphometric variability of the fruits and the population of *Boscia senegalensis* as a function of toposequence (plateau, slope and lowland) in the Ferlo region of northern Senegal. Fifteen individuals of the species were randomly selected, five per topographic level. Measurements were made on the dendrometric parameters (height and crown diameter) of the individuals and on the morphometric descriptors of the fruits (cross-sectional diameters of the fruit and seed and number of seeds, length of the peduncle, masses of the fruit, epicarp and viscous pulp). Principal component analysis and discriminant factor analysis showed the existence of morphometric variability of the fruit according to the topographic level, which is not the case for the number of seeds per fruit. No correlation was observed between the two types of descriptors evaluated (<20%). However, the fruit variables, which are strongly correlated with the topographic units (>50%), contribute significantly to the explanation of the observed variabilities. Indeed, the slope is more favourable to the development of the peduncle (1.30cm) and to the growth of the fruit weight

(2.33g and 1.23g) whereas the lowland is more favourable to the development of the fruit dimensions (15.38mm and 16.75mm). The study showed the existence of morphotypes in individuals of the species according to toposequence. The results of this study could be useful in the framework of a varietal selection and genetic improvement programme for the species, but also for its conservation and sustainable use in the Sahel.

Keywords: *Boscia senegalensis* (Pers.) Lam. Ex Poir., Toposequence, Fruit, Environment, Ferlo

Introduction

Au sahel, la végétation spontanée constitue la principale source de revenus et de complément alimentaire pour les populations, surtout en zone rurale (Grouzis et Akpo, 1997). Ainsi, l'exploitation des ligneux procure directement un bien être nutritionnel aux populations, mais constituent également une source importante de revenus servant à l'achat de denrées de première nécessité, plus particulièrement en périodes de soudure (Freiberger et al., 1998).

Boscia senegalensis (Pers.) Lam. Ex Poir, un arbuste fruitier sauvage, bien adaptée aux conditions d'aridité au Sahel, reste très sollicitée par les populations de la zone. Ceci se justifie à travers ses nombreuses utilisations liées à son importance ethnobotanique. Outre ses rôles socio-économiques, alimentaires (Rabiou et al., 2019 ; Sabo et al., 2018) et pharmacologiques (Jazy et al., 2017 ; Sakine et al., 2011), l'espèce peut être utilisée comme herbicide naturel (Rivera-Vega et al., 2015) ou même être employée comme insecticide (Seck et al., 1993). Elle pourrait aussi être une espèce-candidate dans le programme de lutte contre la désertification et la préservation de l'environnement, car elle jouerait un rôle de premier choix dans la diversification des ressources alimentaires (Rabiou et al., 2014). D'ailleurs même, dans le cadre du projet de la Grande Muraille Verte (GMV), le choix des espèces et du tracé s'étaient appuyés sur plusieurs critères. Ces critères ont concerné la valeur socio-économique, l'importance écologique et la résilience aux conditions climatiques et écologiques (Dia et al., 2010) du milieu. *B. senegalensis* faisait partie des espèces ciblées grâce à ses nombreuses valeurs.

De nombreuses études ont été menées sur l'espèce, notamment sur sa caractérisation biochimique et son importance socioéconomique (Djibo et al., 2020). Cependant, les études en rapport avec son écologie restent fragmentaires, notamment au Sénégal. Ainsi, des observations menées sur le terrain ont permis de déceler une possibilité de variabilité naturelle des populations de l'espèce dans le Ferlo. C'est dans ce contexte qu'il a été jugé nécessaire d'effectuer une étude pour contribuer à une meilleure

connaissance de *B. senegalensis* dans la zone de Tébékéré, au Sénégal. Il s'agit spécifiquement (i) d'étudier l'influence de la topographie (plateau, versant et bas-fonds) sur la population de *B. senegalensis* et sur la variabilité morphométrique de ses fruits et (ii) d'identifier les relations qui pourraient exister entre cette variation morphométrique du fruit et les mesures dendrométriques effectuées sur la population de l'espèce.

Matériels et méthodes

Description du milieu d'étude

Le Ferlo-Nord (zone sylvo-pastorale), est situé au cœur du sahel sénégalais, approximativement entre les latitudes 16°15' à 14°30' Nord et les longitudes 12°50' et 16° Ouest. Il se trouve à cheval entre les limites des régions de Saint-Louis, Louga et Matam (Ndiaye, 2015).

La végétation est de type steppe, caractérisée par un tapis herbacé discontinu et une strate ligneuse (arbres et arbustes) clairsemée dominée par *Balanites aegyptiaca*, *Boscia senegalensis* et *Calotropis procera* (Niang, 2009). Une prépondérance des individus de la strate arbustive est notée, avec un peuplement qui régénère bien au Ferlo sud et moins au nord (Ndiaye, 2013). L'élevage constitue l'activité dominante des populations et est de type extensif, avec la pratique de la transhumance à une certaine période de l'année (Diallo et al., 2012). Il y'a également l'agriculture, qui est une activité importante dans le bassin versant du Ferlo (Ndiaye, 2013). La cueillette nécessite peu d'investissements financiers, dont les produits exploités à l'échelon national concernent principalement les fruits, la gomme, les résines, les gousses, les feuilles et les écorces (Ndiaye, 2013). Les sols sont de nature sableux, sablo-argileux et argilo-sableux (Leprun, 1971). Le paysage topographique du Ferlo se présente sous forme de plateaux bas et monotones et de formations sableuses dunaires, séparées par des bas-fonds formant des mares temporaires en saison des pluies (Michel, 1969). La nature du sol diffère selon que l'on se trouve au sommet ou en bas de pente. Les replats sont caractérisés un taux de sables important (Ndiaye, 2013). Les bas-fonds quant à eux, ont un taux d'argile plus important que les autres niveaux topographiques (Diouf, 2003).

L'étude a été réalisée à Widou thiengoly, village situé dans la commune de Tébékéré (figure1), dans le département de Linguère (région de Louga). La parcelle de 2008 de la GMV, d'une superficie de 675 hectares a été choisie pour faire cette étude aux mois de juillet et d'août de l'année 2020.

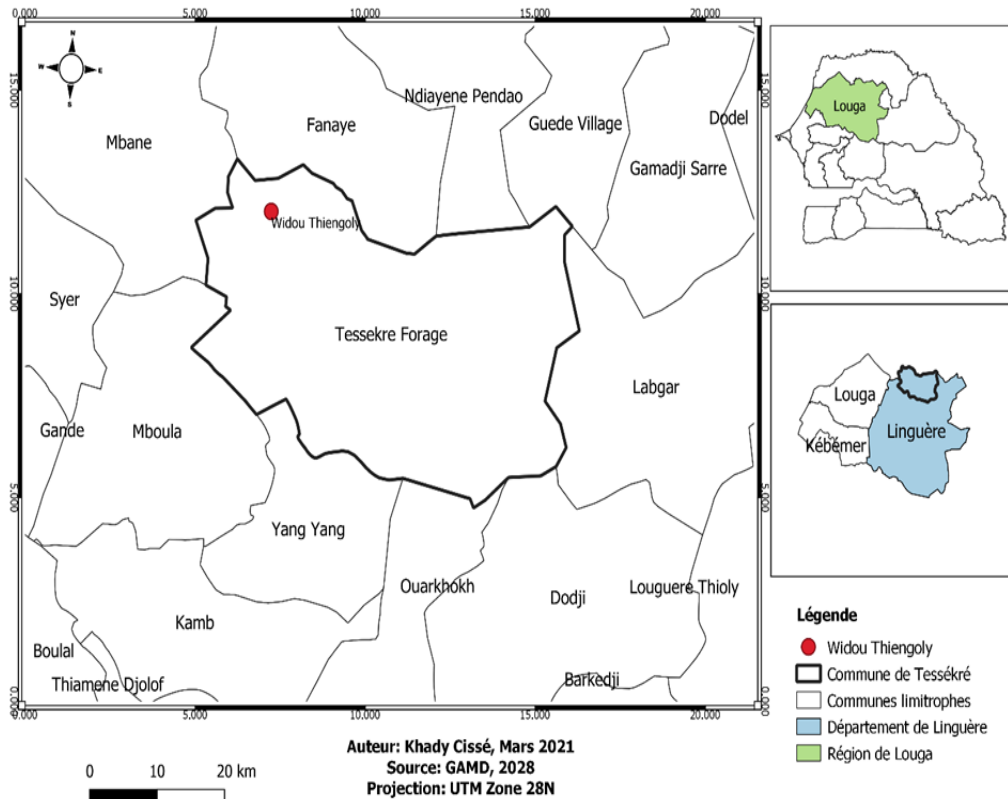


Figure 1. Situation géographique de la zone d'étude

Climat

Le Ferlo est la zone la plus aride du sahel sénégalais avec un climat de type sahélien aride. Ce climat est caractérisé par l'alternance de deux saisons : une saison sèche de 9 mois (octobre à juin) et une saison pluvieuse de 3 mois (Ndiaye et *al.*, 2013). Les précipitations sont réparties de façon irrégulière d'une année à l'autre. Les données climatiques de 1990 à 2020 fournies par l'Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie (ANACIM) ont permis de caractériser le climat du département de Linguère. Sur une période de trente années (1990 à 2020), une tendance d'augmentation des précipitations moyennes annuelles a été observée avec comme cumul moyen 403,5mm. Les maximales de pluviométries sont enregistrées entre les mois de juillet- septembre. Cette augmentation devenant plus importante à l'année 2020 où la quantité de pluies enregistrée durant ces 3 mois pluvieuses dépasse carrément 100mm, avec comme cumule annuel de 815,4mm (figure 2). La température moyenne minimale sous abris a tendance à baisser (figure 2) par rapport à la température moyenne maximale sous abris qui augmente (figure 2), soient respectivement

environ 22 °C et 37,2°C. Un maximum observé au mois de Mai (41,5°C) et un minimum en janvier (33,1°C). L'évaporation moyenne correspond à 7,2mm, et, en moyenne, les humidités maximale (importante) et minimale (faible) sont respectivement de 67,93% et 29,73%. La vitesse moyenne du vent est en moyenne de 1,9m/s, sa direction qui varie selon la période (sèche ou pluvieuse) et la durée moyenne de l'insolation est de 8,95 heures.

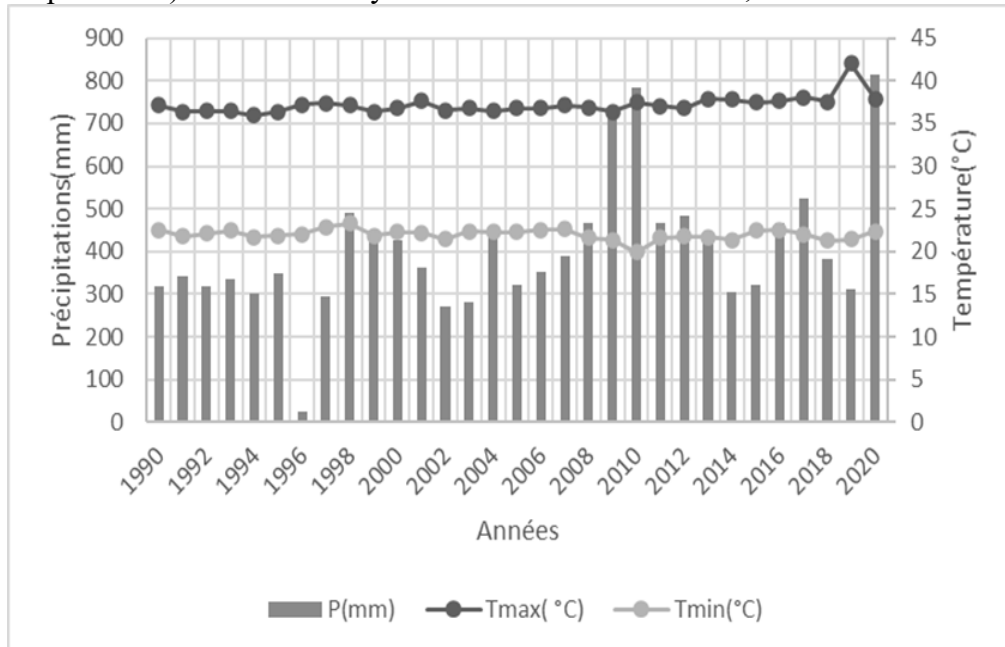


Figure 2. Variation moyenne de l'écart pluviométrique et de la température dans le département de Linguère de 1990 à 2020 (Source : ANACIM, 2020)

Présentation de l'espèce

B. senegalensis est un arbuste multicaule, originaire de l'Afrique de l'Ouest (le Sahel), appartenant à la famille des Capparacées (ordre des Brassicales), qui a une hauteur pouvant varier entre 1 à 5 mètres. Elle peut se développer sous un aspect buissonnant chez la majorité des individus (figure 3B) ou même arbustive (figure 3A). Ses feuilles sont de nature coriaces, alternes à base arrondie avec une nervure principale et des nervures secondaires bien saillantes se retrouvant au sommet de la feuille. Son inflorescence est de nature en panicule terminale corymbiforme. Les fruits sont des baies, ronds de 1 à 2 cm de diamètre en petites grappes, avec un épicarpe verruqueux et feutré, vert puis jaune brun à maturité (figure 3C) où se trouve la pulpe visqueuse renfermant les graines (Eyog Matig et *al.*, 2000). Sa phénophase se traduit quelque fois par un chevauchement entre un début de feuillaison couplé à une chute des premières feuilles, un début de floraison couplée avec une défeuillaison totale et enfin fructification en

phase d'évolution couplée à une maturation des fruits (figure 3C) ou une fin de fructification (Diallo et al., 2016).



Figure 3. Quelques éléments descriptifs de *B. senegalensis* : A= individu à caractère arbustif, B= individu à caractère buissonnant, C= fruits mûrs et non mûrs.

Echantillonnage et collecte des données

Dans le plan d'échantillonnage de la population de *B. senegalensis*, les variabilités liées à la topographie ont été prises en compte. Les individus de l'espèce ont été choisis sur trois niveaux topographiques (plateau, versant et bas-fond).

Le choix des individus suivant chaque unité topographique a été effectué de façon aléatoire. L'échantillon est constitué de cinq (5) individus au niveau du plateau, cinq (5) au niveau du versant et cinq (5) au niveau du bas fond. Ce qui fait un total de quinze (15) individus répertoriés sur l'ensemble du site. Les individus de *B. senegalensis* choisis sont ceux en cours de production et de maturité des fruits.

Évaluation des descripteurs morphométriques de B. senegalensis

Deux groupes de descripteurs ont été retenus pour l'étude morphologique de la population de *B. senegalensis* : les descripteurs dendrométriques et les descripteurs morphométriques des fruits. Sur chacun des quinze (15) individus échantillonnés, deux descripteurs dendrométriques ont été mesurés. Il s'agit de la hauteur totale (Ht) des individus et du diamètre moyen du houppier (Dmh). Sur les fruits échantillonnés sur les 15 individus, huit (8) descripteurs quantitatifs jugés cruciaux ont été évalués. Il s'agit de la longueur du pédoncule (Lp), les deux diamètres croisés des fruits et des graines (D1f, D2f, D1g et D2g), le nombre de graines par fruit (Ngr/f), les masses du fruit en entier (mf), de l'épicarpe (me) et de celle de la pulpe visqueuse (mpv).

La longueur du pédoncule a été mesurée à l'aide d'une règle graduée. Onze (11) mesures ont été obtenues pour chaque individu de *B. senegalensis*, ce qui fait un total de cent soixante-cinq (165) mesures sur l'ensemble des 15

(quinze) individus. Grâce à un pied à coulisse de marque GENERALE, la mesure des diamètres des fruits et des graines ont été faite. Pour la mesure des fruits (figure 4A et 4B), le diamètre pédonculaire est pris à partir du point d'attache au pédoncule jusqu'à l'extrémité du fruit et l'autre diamètre a été mesurée sur le côté le plus grand. Ces mesures ont concerné 30 fruits par individus et 2 mesures par fruit pour l'ensemble des individus. Ce qui correspond à un total de neuf cent (900) mesures pour l'ensemble des fruits obtenus.

La mesure des diamètres des graines a été effectuée à l'aide du pied à coulisse (figure 4C et 4D). Sachant que nous n'avons pas obtenu le même nombre de graines par fruit, nombre pouvant varier d'un à quatre, un total de mille trois cent soixante-quatre (1364) mesures pour l'ensemble des graines a été répertorié.

Les masses de ses trois composantes du fruit ont été obtenues à l'aide d'une balance de précision de marque SARTORIUS (figure 3E). Sachant que 30 fruits par arbre (individu) ont été mesurés, un total de quatre cent cinquante (450) mesures a été pris pour les masses des fruits en entier, quatre cent cinquante (450) pour les masses de l'épicarpe et quatre cent cinquante (450) pour celles de la pulpe visqueuse.

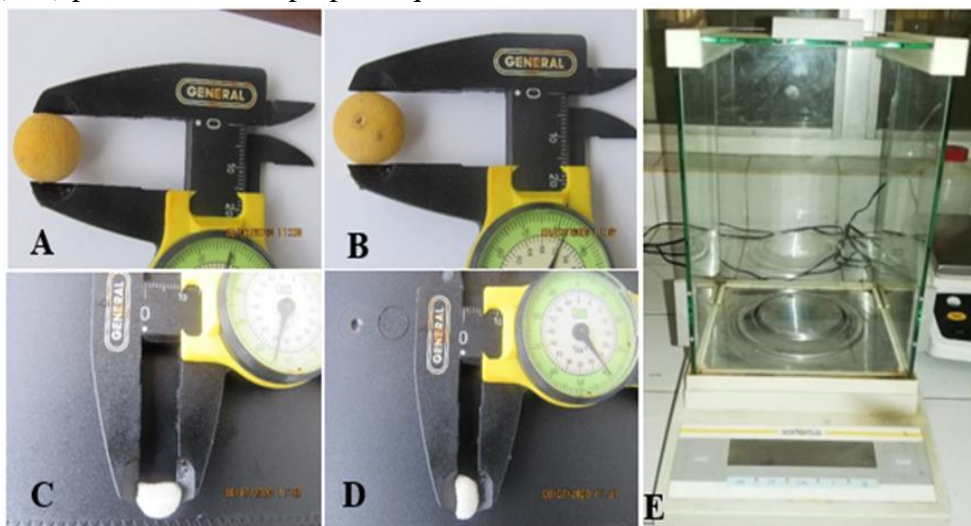


Figure 4. Mesure de quelques dimensions des fruits (A et B) et graines (C et D) par le biais d'un pied à coulisse et des poids par le biais d'une balance de précision (E)

Traitement des données

Après avoir procédé aux différentes mesures, les données obtenues ont été traitées à l'aide du logiciel XLSAT version 2021 au seuil de 5%. Les données ont fait dans un premier temps, l'objet d'une analyse descriptive.

Elles ont ensuite été soumises à une analyse en composantes principales (ACP) et à analyse factorielle discriminante (AFD).

Résultats

Description statistique des paramètres mesurés

Les analyses statistiques des paramètres dendrométriques et des descripteurs morphométriques du fruit ont permis d'obtenir les résultats consignés dans le tableau 1.

❖ *La hauteur totale (Ht)*

La population de *B. senegalensis* étudiée a une hauteur totale moyenne de $1,85 \pm 0,42$ m. La comparaison des Ht moyennes des individus du plateau ($1,86 \pm 0,40$ m), du versant ($2,04 \pm 0,59$ m) et du bas-fond ($1,66 \pm 0,12$ m) ne montrent pas de différences significatives (p -value = 0,385).

❖ *Le diamètre moyen du houppier (Dmh)*

Le diamètre moyen du houppier de l'espèce est de $2,94 \pm 0,75$ m. Les variabilités liées au relief semblent avoir une faible influence sur les individus de cette population. Les tests statistiques effectués indiquent qu'il n'y a pas de différences significatives (p -value = 0,477) entre les individus se trouvant au niveau du versant ($3,21 \pm 1,19$ m), du bas-fond ($2,61 \pm 0,28$ m) et du plateau ($3,00 \pm 0,50$ m).

❖ *La longueur du pédoncule (Lp)*

Les fruits étudiés ont un pédoncule long d'environ $1,12 \pm 0,20$ cm. L'analyse statistique montre qu'il y a des différences significatives entre la taille des pédoncules des fruits du versant par rapport au plateau et au bas-fond (p -value = $6,31 \times 10^{-9}$). En effet, la Lp moyenne sur le plateau ($0,99 \pm 0,50$ cm) et dans le bas-fond ($1,07 \pm 0,28$ cm) sont statistiquement identiques mais diffèrent de celle du versant ($1,30 \pm 1,19$ cm).

❖ *Le diamètre 1 et le diamètre 2 des fruits (D1f et D2f)*

Les résultats de cette étude montrent que les fruits *B. senegalensis* étudiés ont un diamètre pédonculaire (D1f) moyenne de $14,87 \pm 1,38$ mm et un diamètre croisé à ce dernier (D2f) de $16,26 \pm 1,44$ mm. Les variabilités relatives à la topographie ont une certaine influence sur les dimensions des fruits (p -value [D1f] = $1,82 \times 10^{-7}$; p value [D2f] = $1,31 \times 10^{-7}$). En effet, en moyenne, les dimensions du fruit aux niveaux du versant ($15,11 \pm 1,22$ mm et $16,59 \pm 0,99$ mm) et du bas fond ($15,38 \pm 0,92$ mm et $16,75 \pm 1,06$ mm) sont statistiquement identiques, mais supérieures à celles obtenues au niveau du plateau ($15,44 \pm 1,98$ et $14,13 \pm 1,80$ mm).

❖ *La masse des fruits (mf)*

La masse moyenne d'un fruit de *B. senegalensis* dans la zone étudiée est de $2,20 \pm 0,49$ g. Cette masse varie significativement (p -value = $2,29 \times 10^{-4}$) entre les différents niveaux topographiques (plateau, versant et bas-fond). En

effet, la masse moyenne du fruit du versant ($2,33 \pm 0,43$ g) est statistiquement identique à celle du bas-fond ($2,28 \pm 0,39$ g). Cependant celle du fruit du plateau ($1,98 \pm 0,65$ g) est statistiquement différent de celui du bas-fond et du versant. Cette différence indique que les masses des fruits (mf) de l'espèce au niveau du versant et du bas-fond sont plus importantes comparées à celles du plateau.

❖ **La masse de l'épicarpe (me)**

En moyenne, la masse de l'épicarpe du fruit de *B. senegalensis* dans la zone étudiée est de $1,05 \pm 0,26$ g. Et la variation de cette masse suivant les trois niveaux topographiques montre des différences significatives (p value = $7,66e-05$). En effet, la masse moyenne de l'épicarpe obtenu au niveau du versant ($1,09 \pm 0,23$ g) et du bas-fond ($1,11 \pm 0,20$ g) sont statistiquement identiques mais supérieures à celle observée au niveau du plateau ($0,94 \pm 0,34$ g). Ce qui indique que la masse de l'épicarpe du fruit de *B. senegalensis* est plus importante aux niveaux du versant et du bas-fond comparée du plateau.

❖ **La masse de la pulpe visqueuse (mpv)**

La masse moyenne de la pulpe visqueuse est de $1,14 \pm 0,26$ g. Les variabilités liées à la topographie ont une certaine influence sur la production de pulpe par les fruits (p value = $0,80 e-04$). Les résultats obtenus montrent que les masses obtenues au niveau du versant et du bas-fond sont statistiquement identiques ($1,23 \pm 0,22$ g et $1,17 \pm 0,25$ g) et supérieures à celle obtenue au niveau du plateau ($1,03 \pm 0,35$ g). Donc, la production de pulpe est beaucoup plus importante sur les niveaux versant et bas-fond par rapport au plateau.

❖ **Le nombre de graines**

Le comptage de graines dans les fruits échantillonnés donne une moyenne de $1,5 \pm 0,78$ g/f. Les résultats montrent que chez un individu de *B. senegalensis* le nombre de graines que l'on peut retrouver dans un fruit varie de 1 à 4. Cependant la probabilité d'obtenir un petit nombre de graines dans un fruit est plus élevée. Ceci indique que *B. senegalensis* pourrait produire à la fois des fruits simples (baies charnues) et des fruits multiples (poly-baies charnues). L'analyse des résultats montre que la probabilité de rencontrer des fruits multiples est plus grande au niveau du bas-fond ($1,62 \pm 0,82$ g/f) comparée au versant ($1,49 \pm 0,75$ g/f) et au replat ($1,44 \pm 0,76$ g/f). Cependant, les tests statistiques indiquent que les différences ne sont pas significatives (p -value = $0,117$).

❖ **Les diamètres de la graine (D1g et D2g)**

En moyenne, pour une graine de *B. senegalensis* les deux diamètres croisés correspondent respectivement à $8,02 \pm 0,42$ mm et $11,96 \pm 6,73$ mm. Il n'existe cependant pas de différences significatives suivant la toposéquence (p -value $< 0,05$). Donc les diamètres de la graine sont identiques quel que soit

le niveau topographique. En effet, le D1g moyenne au niveau du plateau est de $8,04 \pm 0,51$ mm, celui du versant $8,20 \text{ mm} \pm 0,43 \text{ mm}$ et celui du bas-fond $7,82 \pm 0,27$ mm. Parallèlement, le D2g moyenne au niveau du plateau est de $9,93 \pm 0,55$ mm, celui du versant $10,49 \pm 0,69 \text{ mm}$ et celle du bas-fond $15,46 \pm 6,73$ mm.

Tableau 1. Description statistique des paramètres mesurés

Variables	Versant			Plateau			Bas-fond			Population totale			p-value
	Moy	ET	CV	Moy	ET	CV	Moy	ET	CV	Moy	ET	CV	
Ht (m)	2,04a	0,59	1,24	1,86a	0,40	1,27	1,66a	0,12	-0,21	1,85	0,42	1,75	0,385
Dmh (m)	3,21a	1,19	0,88	3,00a	0,50	0,76	2,61a	0,28	0,76	2,94	0,75	1,60	0,477
Lp (cm)	1,30a	0,13	1,24	0,99b	0,15	-0,59	1,07b	0,17	1,61	1,12	0,20	0,26	6,31e-09
D1f (mm)	15,11a	1,22	-0,02	14,13b	1,80	-1,23	15,38a	0,92	-0,25	14,87	1,38	-1,21	1,82e-07
D2f (mm)	16,59a	0,99	-0,59	15,44b	1,98	-1,08	16,75a	1,06	-0,36	16,26	1,44	-1,44	1,31e-07
mf (g)	2,33a	0,43	0,47	1,98b	0,65	-0,91	2,28a	0,39	0,35	2,20	0,49	-0,79	2,29e-04
me (g)	1,10a	0,23	-0,11	0,94b	0,34	-0,86	1,11a	0,20	1,94	1,05	0,26	-0,69	7,66e-05
mpv (g)	1,23a	0,22	0,93	1,04b	0,31	-0,90	1,17a	0,25	-0,62	1,15	0,26	-0,64	0,80 e-04
Ng/f	1,49a	0,75	1,65	1,44a	0,76	1,81	1,62a	0,82	1,10	1,52	0,78	1,48	0,117
D1g (mm)	8,20a	0,43	0,34	8,05a	0,51	-1,63	7,82a	0,27	-0,65	8,02	0,42	-0,25	0,14
D2g (mm)	10,50a	0,69	1,70	9,93a	0,55	-1,05	15,46a	11,59	2,23	11,96	6,73	3,83	0,378

Les valeurs suivies de la même lettre dans la même ligne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% selon le test de Student Newman Keuls.

(Moy= moyenne ; ET= écart- type ; Cv= coefficient de variation ; Lp= longueur du pédoncule ; D1f= diamètre1 du fruit ; D2f= diamètre2 du fruit ; mf= masse du fruit ; me= masse épicarpe ; mpv= masse de la pulpe visqueuse ; Ng/f= nombre de graines par fruit ; D1g= diamètre1 de la graine ; D2g= diamètre1 de la graine ; Ht= hauteur totale ; Dmh= diamètre moyen du houppier)

Relation entre les différents descripteurs

La matrice de corrélation de Pearson établie montre des corrélations significatives entre certains paramètres mesurés (tableau 2).

Tableau 2. Matrice de corrélation entre les différents paramètres et descripteurs mesurés

Variables	Lp	D1f	D2f	Mf	Me	Mpv	D1g	D2g	Ht	Dmh
Lp		0,578	0,575	0,574	0,446	0,651	0,204	-0,226	0,138	0,042
D1f			0,976	0,957	0,908	0,925	0,003	-0,066	0,078	0,062
D2f				0,973	0,924	0,939	0,007	-0,112	0,147	0,129
Mf					0,957	0,958	0,078	-0,147	0,196	0,147
Me						0,832	0,024	-0,037	0,220	0,210
Mpv							0,122	-0,245	0,156	0,073
D1g								-0,115	0,308	0,173
D2g									-	-
Ht									0,019	0,197
Dmh										0,890

Les valeurs en gras sont différentes de 0 à un niveau de signification $\alpha=0,05$.

(Lp= longueur du pédoncule ; D1f=diamètre1 du fruit ; D2f=diamètre2 du fruit ; mf= masse du fruit ; me= masse épicarpe ; mpv= masse de la pulpe visqueuse ; D1g= diamètre1 de la graine ; D2g= diamètre1 de la graine ; Ht= hauteur totale ; Dmh= diamètre moyen du houppier)

Les résultats obtenus renseignent que les corrélations sont significatives qu'entre paramètres de la même nature (entre paramètres dendrométriques et entre descripteurs mesurés sur les fruits). De ce fait, de très fortes corrélations sont notées entre la Ht et Dmh avec 89%. Cette même tendance est observée entre les 6 descripteurs du fruit (Lp, D1f, D2f, me, mf, et mpv). Cependant, aucune corrélation n'est observée entre les descripteurs des graines (D1g et D2g) et les autres descripteurs mesurés.

La projection des différents paramètres sur les axes F1 et F2 d'un ACP permet d'obtenir la figure 5. L'axe horizontal (F1) représente 52,34% de l'information tandis que l'axe vertical (F2) représente environ 20% de l'information.

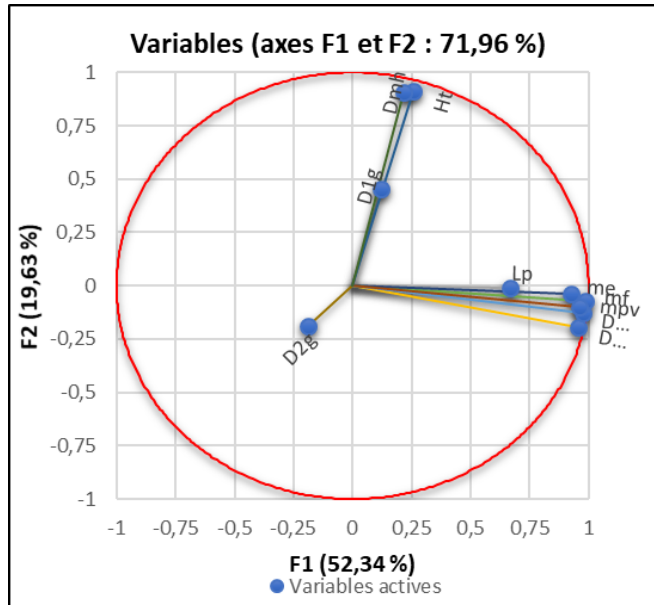


Figure 5. Représentation des variables dans le plan défini par les axes F1 et F2

Les résultats de l'ACP confirment la faible contribution des paramètres comme le D1g et le D2g dans l'explication des variabilités observées. Ce résultat montre en outre que les variables liées aux fruits (me, mf, mpv, D1f et D2f) sont positivement, fortement corrélées et contribuent significativement dans l'explication des variabilités observées. Ces dernières ne sont pas du tout liées aux paramètres dendrométriques mesurés (Ht et Dmh) et dont la contribution dans l'explication des variabilités est également assez forte.

Discrimination des individus en fonction des paramètres morphométriques et de la topographie

Une analyse factorielle discriminante (AFD) a été réalisée afin d'expliquer la relation entre les individus et leur niveau topographique et les paramètres morphométriques mesurés (figure 6).

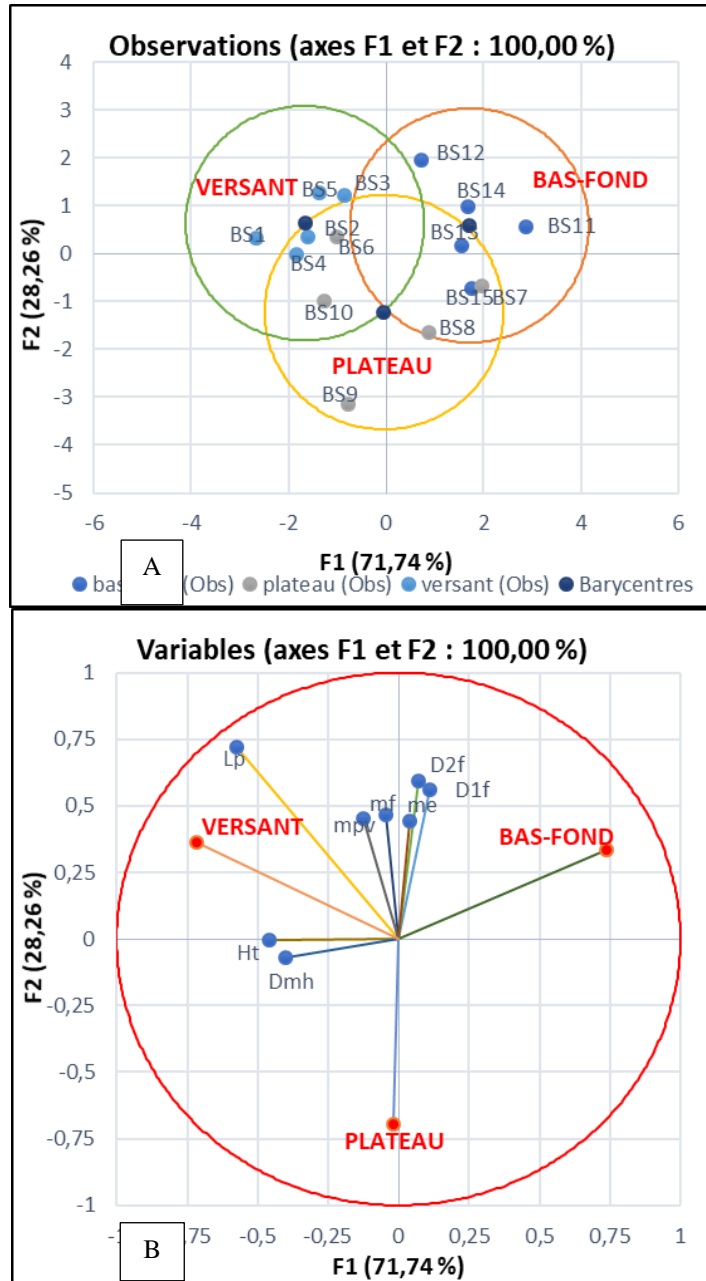


Figure 6. Distribution des individus (A) et des paramètres morphométriques (B) suivant les niveaux topographiques dans le plan défini par F1 et F2

L'analyse de la figure 6A indique qu'il existe une relation entre les individus et le niveau topographique sur lesquels ils ont été échantillonnés. Cette relation est plus marquée au niveau du bas-fond et du versant comparée au replat pour lequel les individus sont distribués de façon très disparate. Ce

résultat indique que la topographie a une certaine influence sur la morphologie de l'espèce.

La figure 6B précise le lien entre les caractères morphométriques et les niveaux topographiques. Globalement, les descripteurs des fruits sont plus développés au niveau des bas-fonds et des versants tandis que les descripteurs dendrométriques (Ht, Dmh) semblent mieux s'exprimer au niveau du versant et du replat. Il est toutefois important de préciser que par rapport aux descripteurs des fruits, le versant est plus favorable au développement des pédoncules (Lp) et à la croissance pondérale (mf et mpv) des fruits. Le bas-fond serait plus favorable au développement des dimensions des fruits (D1f et D2f).

Discussion

L'objectif de cette présente étude a été de faire une caractérisation morphométrique de l'espèce *B. senegalensis* en tenant compte des variabilités liées au relief. Les résultats obtenus ont montré que certains descripteurs utilisés sont sensibles aux variabilités de la topographie. Néanmoins, les descripteurs dendrométriques (Ht et Dmh) ne sont pas du tout sensibles à ces variabilités. Ceci étant en parfaite corrélation avec les travaux de Habou et *al.*, (2014) et Talla et *al.*, (2020a). Malgré les rudes conditions (vent violents, déficit d'eau, évaporation, etc.) fréquentes en milieu sahélien, certaines espèces comme *B. senegalensis* parviennent à résister (Diallo et *al.*, 2016) par l'adoption de différents mécanismes d'adaptation pour perdurer dans le milieu. Cette résistance aux aléas du milieu s'explique selon Mahamane et Saadou, (2009) par l'existence de structures anatomiques permettant à la plante de s'affranchir de certaines contraintes écologiques imposées par le milieu physique (aridité du climat, substrat édaphique). D'autres travaux ont souligné les caractéristiques xérophiles et héliophiles de l'espèce (Habou et *al.*, 2017) et son système racinaire très profond et superficiel lui permet également une prospection efficace des différentes couches du sol pour chercher et valoriser diverses sources d'eau (Mahamane et Saadou, 2009).

De grandes différences sont remarquées sur le fruit de *B. senegalensis* suivant le niveau topographique. Les fruits rencontrés aux niveaux du versant et du bas-fond sont globalement plus lourds (Mf, Me et Mpv) et plus grands (D1f et D2f) comparés à ceux échantillonnés sur le plateau. Sur ces deux niveaux topographiques, les conditions sont moins rudes avec une disponibilité des ressources nutritives en particulier l'eau, mais également les caractéristiques pédologiques. Ce qui pourrait favoriser le développement des fruits dans de meilleures conditions jusqu'à leur maturité. Ceci est corroboré par les travaux de Habou et *al.*, (2014) et Talla et *al.*, (2020a) qui ont signalé que l'espèce régénère le mieux dans le bas-fond,

suivi du versant contrairement au plateau où les conditions de vie sont moins favorables.

Le nombre de graines dans un fruit de *B. senegalensis* ne montre pas du tout de variations (différences) suivant les trois niveaux combinés. En effet, il y a moyenne, une graine par fruit de *B. senegalensis*. Ces résultats sont en accord avec ceux des travaux de Tréca et Tamba, (1997), qui ont signalé que la majorité des fruits de *B. senegalensis* rencontrée ne renferme qu'une seule graine. La longueur et la largeur des graines de *B. senegalensis* ne montrent pratiquement pas de différence quel que soit le niveau topographique (plateau, versant et bas-fond). Donc, il n'existe pas de de graines plus longue ou même plus large quel que soit le niveau où l'individu peut évoluer. Ceci laisse sous-entendre qu'il existe seulement une variation du fruit en entier de l'espèce *B. senegalensis* et quelle que soit sa taille, les graines gardent une uniformité.

Les individus de *B. senegalensis* qui se trouvent au niveau du versant possèdent un pédoncule assez long par rapport à ceux qui se trouvent au niveau du plateau et du bas-fond. Cette longueur importante du pédoncule est liée aux conditions écologiques ambiantes du milieu. En effet, les pentes sont colonisées par une faible proportion d'individus, mais qui trouvent les meilleures conditions pour le développement de leur feuillage (couronne), de leur bois, production et leur croissance en taille (Talla *et al.*, 2020a).

Les liaisons fortes notées entre certaines variables mesurées sur le fruit traduisent une certaine dépendance entre elles. En effet, exceptées les dimensions (les diamètres) des graines, toutes les autres variables du fruit sont corrélées. Cependant, l'absence de relation entre les descripteurs du fruit et les paramètres dendrométriques mesurés sur les individus traduit qu'il est possible d'identifier des individus de *B. senegalensis* à diamètre moyen du houppier ou hauteur totale considérables avec des fruits à masse et taille petites, ou même ceux à diamètre moyen du houppier ou hauteur totale faibles avec relativement des fruits de taille et de masse importante. De même, il est difficile de prédire la taille des graines à partir de la taille et de la masse du fruit. Ces résultats sont appuyés par les travaux de Leakey *et al.* (2005) qui signalaient qu'il est difficile d'établir des liens étroits entre les différents caractères morphologiques.

Les relations qui existent entre certains individus de *B. senegalensis* et la topographie traduisent une certaine proximité entre eux. Ceci laisse sous-entendre l'existence de morphotypes ou d'accommodats sur ce milieu en relation avec l'espèce.

Conclusion et perspectives

Cette étude réalisée a permis de contribuer à la connaissance de l'espèce *B. senegalensis* sur les aspects relatifs à son écologie, plus

spécifiquement son comportement vis-à-vis des variabilités topographiques. L'évaluation de la variabilité morphométrique de son fruit par le biais de mesures de descripteurs jugés cruciaux (la masse et les diamètres du fruit, la masse de l'épicarpe, la masse de la pulpe visqueuse, la longueur du pédoncule, le nombre de graines dans le fruit, les diamètres des graines) accompagnés de mesures de paramètres dendrométriques (la hauteur totale et le diamètre moyen du houppier) ont permis de montrer que l'espèce réagit de façon différente selon les descripteurs et de façon indépendante des paramètres dendrométriques et ceci en rapport étroite avec les facteurs de l'environnement. Il est aussi important de souligner l'absence totale de corrélation entre les descripteurs du fruit et les paramètres dendrométriques avec de fortes liaisons notées entre variables de même nature. Dans ce contexte, les individus à masse de fruit, de l'épicarpe et de pulpe visqueuse plus importante avec des diamètres de fruit considérables se trouvent de préférence dans le bas-fond. Sur le versant, les individus rencontrés en plus de ces caractéristiques, possèdent un pédoncule plus long. La hauteur totale et le diamètre moyen du houppier globalement restent uniformes quel que soit le niveau où les individus peuvent se trouver.

Ces résultats obtenus pourraient ainsi être utiles dans le cadre d'un programme de sélection variétale, d'amélioration génétique de l'espèce mais aussi dans sa conservation et son utilisation durable au sahel. Ainsi, au vu de ces résultats, les recherches futures devraient porter sur :

- ❖ Etudier la variabilité morphométrique de l'espèce en tenant compte d'autres parties de ses organes comme ses feuilles ainsi que son aspect physique.
- ❖ Caractériser l'espèce quant à sa variabilité génétique.
- ❖ Etudier comment les facteurs écologiques influencent dans le comportement de l'espèce.
 - ❖ Effectuer cette même étude morphométrique de l'espèce dans d'autres zones du sahel, mais dans un contexte où l'échantillon soit plus grand. Ceci permettra de mieux caractériser l'espèce sur ce point

Remerciements

Nous remercions IRL 3189 Environnement « Environnement, Santé, Sociétés » (UCAD, CNRS, CNRST, USTTB, UGB), le Labex DRIIHM et l'OHMi Tessékéré pour le financement de notre travail.

Conflits d'intérêt

Les auteurs de cet article trouvent qu'il n'y a aucun conflit d'intérêts.

References:

1. Diallo A., Agbangba E. C., Thiaw A. & Guisse A. (2012). Structure des populations d'*Acacia senegal* (L.) Willd dans la zone de Tessékéré (Ferlo nord), Sénégal. *Journal of Applied Biosciences*. fthal-01722558
2. Diallo M. D., Mahamat-Saleh M., Diallo A., Bassene C., Ndiaye O., Niang K. & Diop A. (2016). Caractérisation de la variabilité des phénophases de cinq espèces végétales sahéliennes dans la zone nord ferlo, sénégal. 19.
3. Djibo I. M., Rabiou H., Mourou B., Diouf A., Diallo I. I., Adamou A. B., Mman L. H., Amadou O. A. & Mahamane A. (2020). *Boscia Senegalensis* (Pers.) Lam. ex Poir., une espèce ligneuse à fortes potentialités ethnobotaniques et bien adaptée à la sécheresse au Sahel : Synthèse Bibliographique. *European Scientific Journal ESJ*, 16(9). <https://doi.org/10.19044/esj.2020.v16n9p206>
4. Eyog Matig O., Gandé Gaoué O. & Dossou B. (2000). Programme de ressources génétiques forestières en Afrique au sud du Sahara (p. 241).
5. Freiburger C. E., Vander J. D. J., Pastuszyn A., Glew R. S., Mounkaila G. & Milson M. Nutrient content of the edible leaves of seven wild plants from Niger, *Plant Food Hum. Nutr.* 1998;53: 57–69.
6. Grouzis M. & Akpo L. E. (1997). Influence of tree cover on herbaceous above- and below-ground phytomass in the Sahelian zone of Senegal. *Journal of Arid Environments*, 35(2), 285–296. <https://doi.org/10.1006/jare.1995.0138>
7. Habou R., Abdoulaye D., Maârouhi I. M., Yakoubou B., Mahamane S., Boubacar M. M., Sani I. S., Abdou L. & Ali M. (2017). Influence de la géomorphologie sur la distribution spatiale des peuplements de *Boscia Senegalensis* (Pers.) Lam. Ex Poir. dans la commune rurale de Simiri (Ouest Niger). *European Scientific Journal, ESJ*, 13(30), 230. <https://doi.org/10.19044/esj.2017.v13n30p230>
8. Habou R., Maârouhi I. M., Yacoubou B., Abdoulaye D., Boubacar M. M., Ali M., Sani I. S. & Lykke A. M. (2014). Structure de la population de *Boscia senegalensis* (Pers) Lam. Ex Poir suivant la toposéquence dans la commune de Simiri (Niger). . . Vol., 3, 13.
9. Jazy M. A., Karim S., Morou B., Sanogo R. & Mahamane S. (2017). Enquête ethnobotanique auprès des tradipraticiens de Santé Des régions de Niamey et Tillabéri au Niger : Données 2012-2017. *European Scientific Journal, ESJ*, 13(33), 276. <https://doi.org/10.19044/esj.2017.v13n33p276>

10. Mahamane A. & Saadou M. (2009). Structures anatomiques de quelques organes de *Boscia senegalensis* (Pers.) Lam. Ex Poir. Et adaptation à la sécheresse. *Sécheresse*, 20(2), 237-239. <https://doi.org/10.1684/sec.2009.0182>
11. Ndiaye O. 2013. Caractéristiques des sols, de la flore et de la végétation du Ferlo, Sénégal. Thèse de doctorat unique en biologie végétale, option écologie, FST UCAD, 114p
12. Ndiaye O. 2015. Déterminants de la dynamique de la végétation d'un milieu pâture en région sahélienne du Sénégal. FST UCAD, 138p
13. Diouf M. 2003. Caractéristiques fondamentales de la feuillaison d'une espèce ligneuse sahélienne : *Acacia tortilis* (forsk.) Hayne. Variations selon les microsites topographiques au Ferlo (nord-Sénégal). Université Cheikh Anta Diop de Dakar (UCAD), 104p
14. Niang K. 2009. L'arbre dans les parcours communautaires du Ferlo-Nord (Sénégal). Mémoire de DEA en biologie végétale, FST-UCAD, 67 p.
15. Rabiou M. M., Sabo H. M. T. M., Sani M. S. M., Sadou H., Saadou M., Amoukou I., Idrissa H. & Durst B. (2019). Composition en acides aminés des graines de *Boscia Senegalensis* issues de différentes méthodes de traitements traditionnelles au Niger. *European Scientific Journal ESJ*, 15(6). <https://doi.org/10.19044/esj.2019.v15n6p91>
16. Rivera-Vega L. J., Krosse S., De Graaf R. M., Garvi J., Garvi-Bode R. D. & Van Dam N. M. (2015). Allelopathic effects of glucosinolate breakdown products in Hanza [*Boscia senegalensis* (Pers.) Lam.] processing waste water. *Frontiers in Plant Science*, 6. <https://doi.org/10.3389/fpls.2015.00532>
17. Sabo H., Illia M. N. A., Rabiou M. M., Maazou A. B., Douma S., Chaibou I., Amoukou I. & Idrissa H. (2018). Recettes alimentaires à base des graines de *Boscia Senegalensis* au Niger : cas des communes de Bambeye Et Banibangou. 12.
18. Sakine A. M. N., Mahmoud Y., Gbenou J., Agbodjogbe W. & Moudachirou M. (2011). Effet antihyperglycémiant des extraits de *Boscia senegalensis* (Pers.) Lam. Ex Poir et de *Colocynthis vulgaris* (L.) Schrad. *Phytothérapie*, 9(5), 268-273. <https://doi.org/10.1007/s10298-011-0650-5>
19. Talla R., Sagna M. B., Diallo M. D., Diallo A., Faye N., Sarr O., Badji E. S., Diatta S., Ngom D. & Guisse A. (2020). Population Structure and Toposequence Distribution of *Boscia senegalensis* (Pers.) Lam. Ex Poir and *Sclerocarya birrea* (A. Rich) Hoscht in the Ferlo (Senegal). *Journal of Plant Sciences*, 11.

20. Talla R., Sagna M. B., Diallo M. D., Diallo A., Ndiaye D., Sarr O. & Guisse A., (2020). Development of Allometric Models for Estimating the Biomass of *Sclerocarya birrea* (A.Rich) Hoscht and *Boscia senegalensis* (Pers.) Lam. Ex Poir. Open Journal of Ecology, 10(08), 571-584. <https://doi.org/10.4236/oje.2020.108035>
21. Tréca B. & Tamba S. (1997). Rôle des oiseaux sur la régénération du ligneux *Boscia senegalensis* (pers.) Lam. en savane sahélienne au Nord Sénégal. 22.