

1 **Structure des peuplements des espèces pourvoyeuses des produits forestiers non**  
2 **ligneux (PFNL) des unités d'occupation des sols suivant un gradient agro-**  
3 **climatique du centre-sud du Niger.**

4  
5  
6  
7  
8  
9  
10

11 **Résumé**

12 Les PFNL jouent un rôle important dans la vie socio-économique des populations rurales,  
13 comme sources alimentaires ou pour la médecine traditionnelle, avec pour conséquence la  
14 réduction des peuplements des espèces qui les pourvoient. Cette étude analyse la structure de ces  
15 peuplements selon les zones agroclimatiques et les unités d'occupation des sols au centre-sud du  
16 Niger. Au total, 260 relevés floristiques ont été réalisés selon les unités d'occupation des sols.  
17 Des placettes de 2500 m<sup>2</sup> ont été utilisées pour les champs (cultures continues, parcs  
18 arborés/arbustifs), 1000 m<sup>2</sup> pour les pâturages et les sites récupérés, et 500 m<sup>2</sup> pour les cordons  
19 ripicoles. Sur chaque arbre, le DHP, la hauteur totale et les deux diamètres du houppier ont été  
20 mesurés. Les individus de diamètre  $\leq 2$  cm ont été considérés comme régénération. Les résultats  
21 montrent une différence significative pour les paramètres étudiés ( $p < 0,05$ ), sauf la  
22 régénération au nord. Dans le sud-sahélien, les cordons ripicoles (CR) et sites récupérés (SR)  
23 présentent les plus fortes densités (180 à 227,5 individus./ha) et diamètres moyens (41,06 cm  
24 pour CR). Au nord, les densités maximales sont obtenues pour les aires de pâturages (AP) (172  
25 ind./ha) et SR (190 ind./ha), mais avec des diamètres moyens plus faibles (8 à 11 cm). Le  
26 recouvrement est maximal dans les CR du sud (35,28 %) et les AP du nord (31,72 %). Quant à la  
27 surface terrière, elle atteint 3,65 m<sup>2</sup>/ha dans les parcs arborés (PA) au nord et reste élevée dans  
28 les CR du sud. La densité des sujets adultes suit une tendance similaire.

29 **Mots-clés** : Produits forestiers non ligneux (PFNL), zones sahéliennes, unités d'occupation des  
30 sols, Maradi, Niger.

31 Abstract

32 NTFPs play a major socioeconomic role for rural populations, particularly as food and  
33 medicinal sources. Their intensive exploitation leads to a reduction in the populations  
34 of the woody species concerned. This study analyzes the structure of these populations  
35 according to agroclimatic zones and land use units in the Maradi region, in south-  
36 central Niger. A total of 260 floristic surveys were conducted according to land use  
37 units. Plots of 2,500 m<sup>2</sup> were used for fields (continuous crops, tree/shrub parklands),  
38 1,000 m<sup>2</sup> for pastures and reclaimed sites, and 500 m<sup>2</sup> for riparian barriers. For each  
39 tree, the DBH, total height, and both crown diameters were measured. Individuals with  
40 a diameter < 2 cm were considered regeneration. Marked differences appear between  
41 the zones. In the southern Sahel, the CR and SR regions display the highest densities  
42 (180 and 227.5 individuals/ha, respectively) and average diameters (up to 41.06 cm in  
43 CR). In the north, the highest densities are observed in the PA (172 individuals/ha) and  
44 SR regions (190 individuals/ha), but with smaller diameters (8–11 cm). Coverage is  
45 highest in the southern CR regions (35.28%) and the northern PA regions (31.72%).  
46 Basal area reaches 3.65 m<sup>2</sup>/ha in the northern PA regions and remains high in the  
47 southern CR regions. The density of adult trees follows a similar trend. Differences  
48 between units are significant ( $p < 0.05$ ). In the north, regeneration shows a low overall  
49 density, with no significant variation between units ( $p > 0.05$ ). The lowest rate is  
50 recorded in SR regions (23.23 plants/ha), reflecting limited natural regeneration.

51 **Keywords:** Non-timber forest products (NTFPs), Sahelian zones, land use units,  
52 Maradi, Niger.

53

54 **Introduction**

55 Dans les zones sahéliennes du Niger, les produits forestiers non ligneux (PFNL) occupent une  
56 place essentielle dans les stratégies de subsistance des populations rurales. Ils contribuent à  
57 l'alimentation, la santé, la culture et aux revenus des ménages vulnérables (FAO, 2019 ; Ingram

58 *et al.*, 2022). Ces produits, qui comprennent fruits sauvages, feuilles comestibles, écorces,  
59 racines médicinales, gommes, résines, champignons, miel et produits animaux, proviennent  
60 majoritairement de formations naturelles, souvent non gérées, mais fortement sollicitées. Cette  
61 dépendance est exacerbée par le contexte sahélien marqué par des déficits pluviométriques  
62 récurrents, une dégradation avancée des terres agricoles et une baisse de la productivité des  
63 cultures vivrières. Dans ce cadre, les PFNL apparaissent comme des ressources de résilience face  
64 à l'insécurité alimentaire et aux chocs climatiques (Dossa *et al.*, 2021 ). Cependant, malgré leur  
65 importance socioéconomique et écologique, les connaissances relatives aux espèces qui les  
66 fournissent demeurent souvent fragmentaires, notamment en ce qui concerne leur répartition,  
67 leur abondance et leur usage selon les contextes écologiques. En effet, les dynamiques de leur  
68 disponibilité et d'exploitation varient fortement selon les zones agroclimatiques, allant du Sahel  
69 aride au sud soudanien plus humide, ainsi que selon les unités d'occupation des sols, lesquelles  
70 influencent la composition floristique et la structure des peuplements (Yamba *et al.*, 2017 ;  
71 Adam *et al.*, 2020). Or, peu d'études au Niger ont abordé de manière systématique la  
72 caractérisation des espèces pourvoyeuses de PFNL en tenant compte à la fois du gradient  
73 agroclimatique et des unités d'occupation des terres, alors que cette approche est essentielle pour  
74 une gestion durable des ressources naturelles et une meilleure planification des actions de  
75 valorisation. Ainsi, il devient nécessaire de développer des études approfondies et comparatives  
76 qui tiennent compte de la diversité écologique du territoire nigérien et de l'impact des usages du  
77 sol sur la distribution et la richesse spécifique des espèces utiles (Abdoulaye *et al.*, 2022). Face à  
78 ces enjeux, une meilleure compréhension de la structure et de la dynamique des PFNL est  
79 indispensable. Cela permettrait de poser les bases d'une gestion durable de ces ressources, en  
80 tenant compte des différences agro climatiques et des unités d'occupation des sols. L'objectif  
81 principal de cette étude est d'analyser la structure, des peuplements des espèces pourvoyeuses de  
82 ces PFNL en fonction du gradient agroclimatique et des unités d'occupation des sols dans les  
83 zones nord sahélienne et sud sahélienne de la région de Maradi, en vue de mieux comprendre  
84 leur disponibilité et leur dynamique écologique.

## 85 **Matériel et méthode**

### 86 **Choix des terroirs villageois d'étude**

87 Cette étude a été réalisée dans deux zones agro climatiques suivant un gradient  
88 pluviométrique Nord-Sud dans le centre-sud de la région de Maradi. Au niveau des  
89 zones nord et sud, l'étude a été conduite respectivement dans 9 et 10 villages  
90 (Tableau1).

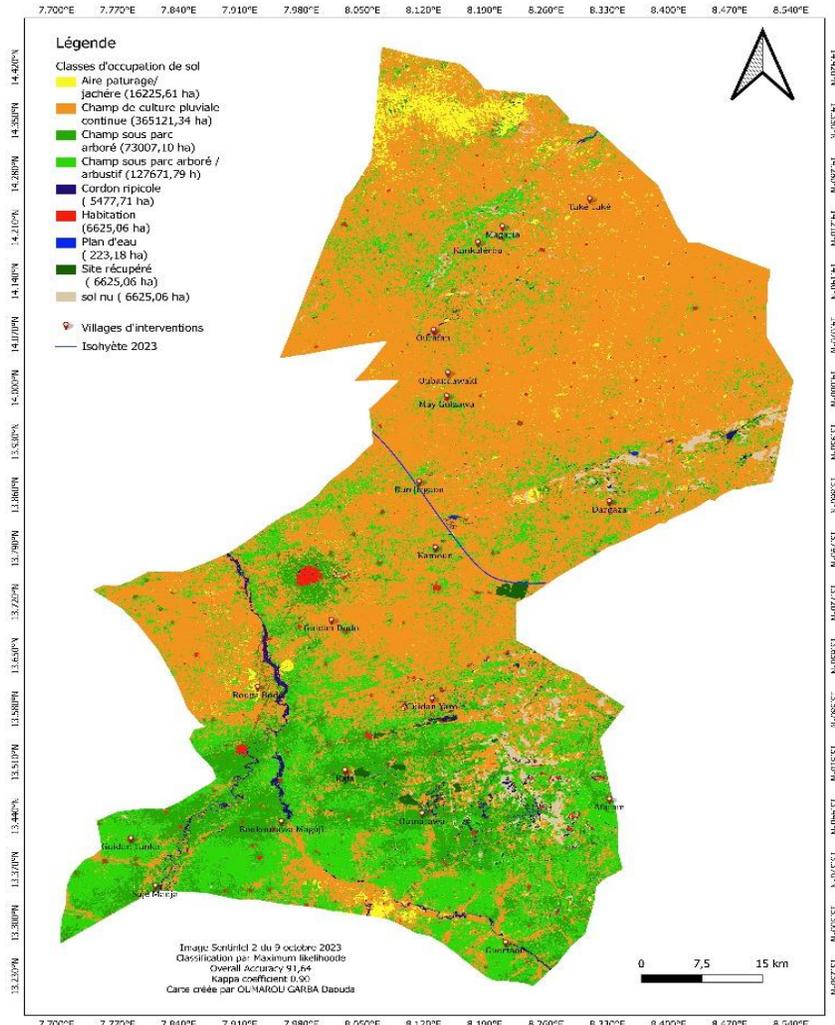
91 **Tableau 1** : Choix des villages d'étude.

Zones	Nord Sahélienne	Sud Sahélienne
Villages	Kamoune, Dargaza, Dan Jirgaou, Maiguizawa, Oubandawaki, Ourafane, Kankalerou, Magaria et Take-Take.	Guidan Dodo, Guidan Yaro, Oumarawa, Afaram, Guertaou, Boukouzawa Magaji, Rafa, Rouga Bode, Guidan Tanko et Saje Manja

92

93 Le choix de ces zones est basé sur leur divergence climatique. Quant aux villages le choix est  
94 basé d'une part sur leur proximité avec les unités d'occupation des sols définies et d'autre part à  
95 leur accessibilité. Ce choix a été opéré suivant deux étapes couplées :

96 La figure 1 représente la carte d'occupations des sols des différentes zones et les  
97 villages d'étude.



98

99

Figure1 : Carte d'occupation des sols et de choix des villages dans les deux zones

100

101

### **Inventaire des espèces ligneuses pourvoyeuses des PFNL**

102

Un échantillonnage stratifié a été réalisé à partir de la carte d'occupation des sols, en appliquant

103

un taux de sondage de 0,1 %, selon la formule de Manzo *et al.* (2020) :

104

$t(\%) = (SP \times N / SF) \times 100$  ; où  $t$  est le taux de sondage,  $SP$  la superficie d'une placette,  $N$  le nombre

105

de placettes et  $SF$  la superficie de l'unité cartographiée. Au total, 260 placettes ont été réparties

106

proportionnellement aux superficies des types d'occupation des sols et aux zones

107

agroclimatiques : 146 en champs de culture continue (CCC), 29 en parcs arborés (PA), 51 en

108

parcs arborés/arbustifs (PAA), 16 en aires de pâturage/jachère (AP), 6 sur sites récupérés (SR) et

109

11 en cordons ripicoles (CR). La taille des placettes variait selon le type d'occupation :  $50 \times 50$

110 m en CCC, PA et PAA (Sinsin *et al.*, 2016), 50 × 20 m en AP et SR (Rabiou *et al.*, 2020), et 50 ×  
111 10 m en CR (Ouédraogo *et al.*, 2006), en tenant compte de l'homogénéité des unités.

## 112 **Collecte des données**

113 Dans chaque placette, tous les ligneux avec un DHP  $\geq 2$  cm ont été mesurés (Zounon, 2019), les  
114 individus en dessous de ce seuil étant considérés comme régénération naturelle (Maazou *et al.*,  
115 2017). Les hauteurs totales ont été relevées avec des jalons gradués, les DHP à 1,30 m du sol  
116 (Sun, 2008), et l'envergure du houppier par mesure perpendiculaire au sol. Les individus  
117 multicaules ont fait l'objet d'un comptage des tiges et rejets, considérés comme « tiges d'avenir  
118 ». L'état sanitaire, les signes d'anthropisation (coupes, écorçage, émondage) ont également été  
119 notés (Abass *et al.*, 2019).

## 120 **Analyse et traitement des données**

121 Les données issues de l'inventaire sur l'ensemble des espèces pourvoyeuses des PFNL ont été  
122 utilisées pour calculer les paramètres dendrométriques suivants :

### 123 - **La densité moyenne (D) en tiges/ha :**

124 La densité moyenne du peuplement (N en arbres/ha): elle est le nombre moyen d'arbres de dbh  $\geq$   
125 2 cm par hectare. Cette notion est un indicateur du degré de concurrence entre les arbres, à  
126 condition de tenir compte aussi de l'âge et de la fertilité de la station. Elle est donnée par la  
127 formule:

$$D = \frac{n}{S} \quad (1)$$

128 Où n = nombre total de tiges inventoriées dans la placette et S = superficie de la placette en  
129 hectare.

### 130 - **La surface terrière moyenne (G) :**

131 La surface terrière des peuplements est définie comme la somme des sections transversales des  
132 arbres mesurées à 1,30 m au-dessus du sol ou le cas échéant à 30 cm au-dessus des contreforts  
133 (Hountondji, 2008). Elle renseigne sur le niveau d'occupation du sol par l'arbuste, comme  
134 espace vital de croissance (Karim, 2013). Elle se calcule selon la formule suivante :

135  $G = \sum \pi D^2 / 4$  (Tindano *et al.*, 2014). Elle est exprimée en m<sup>2</sup>/ha.

136 Avec D = diamètre à hauteur de poitrine d'homme.

137 ➤ La densité moyenne de régénération (Nr) : c'est le nombre de pieds juvéniles par hectare  
138 (individus/ha) et donnée par la formule suivante :  $Nr = \frac{nr}{s}$

139 Avec nr = nombre total des individus de diamètre inférieur ou égale à 2 cm recensées dans la  
140 placette et s = superficie de la placette en hectare. Pour les individus multicaules, seule la plus  
141 grosse tige a été mesurée.

#### 142 - L'indice de valeur d'importance (IVI)

143 L'importance écologique des espèces a été appréciée à partir de l'Indice de Valeur d'Importance  
144 (IVI) qui permet de mieux apprécier leur importance dans une communauté végétale (Traoré *et*  
145 *al.*, 2011). Il est une expression synthétique et quantifiée de l'importance d'une espèce dans un  
146 peuplement. Cet indice, pour une espèce, se définit comme étant la somme de sa fréquence  
147 relative (Fr), sa densité relative (Dr) et sa dominance relative (Domr) qui se calculent comme suit  
148 :

149 -  $IVI = (Domr) + (Fr) + (Dr)$  avec :

150 Surface terrière totale d'une espèce  
151 La dominance relative d'une espèce =  $\frac{\text{Surface terrière totale d'une espèce}}{\text{Surface terrière totale de toutes espèces}} \times 100$   
152

153 Fréquence relative d'une espèce  
154 La fréquence relative :  $\frac{\text{Fréquence relative d'une espèce}}{\text{Somme des fréquences des espèces}} \times 100$   
155

156  
157 Nombre d'individus de l'espèce par ha  
158 La densité relative d'une espèce =  $\frac{\text{Nombre d'individus de l'espèce par ha}}{\text{Nombre total d'individus par}} \times 100$   
159

160 L'IVI renseigne sur l'importance écologique d'une espèce au sein d'un peuplement.

#### 161 - L'indice combiné de valeur (ICI)

162 La valeur combinée d'une espèce (ICI) a été calculée pour chaque espèce en combinant rang  
163 ethnobotanique (forte fréquence de citation) et Rang écologique (classement selon IVI élevé  
164 score sur 300). Il permet de détecter les espèces à haute valeur écologique et haute valeur socio-

165 culturelle, qui seraient prioritaires pour la conservation ou la valorisation. (Martin, 2004) et  
166 Tardío, 2008).

167  $ICI = 0.5 \cdot \text{Freq. Citation norm.} + 0.5 \cdot \text{IVI norm}$  où 0.5= coefficient, Freq. Citation norm=  
168 fréquence de citation normalisée et IVI norm= indice de valeur d'importance normalisée.

169 La normalisation des données consiste à mettre chaque valeur entre 0 et 1 pour pouvoir les  
170 comparer. (Martin, 2004 et Tardío, 2008).

171 **La formule de normalisation est donnée par :**

172 **Valeur normalisée** =  $(x - x_{\min}) / (x_{\max} - x_{\min})$

173 **Structure en classe de diamètre des peuplements**

174 La distribution de Weibull à trois paramètres (position  $a$ , échelle  $b$ , forme  $c$ ) a été utilisée pour  
175 modéliser la structure en classes de diamètre des espèces dominantes, en raison de sa souplesse  
176 et de sa capacité à représenter diverses formes de distribution. Sa fonction de densité de

177 probabilité est :  $f(x) = \frac{c}{b} \left(\frac{x-a}{b}\right)^{c-1} \exp \left\{-\left(\frac{x-a}{b}\right)^c\right\}$

178 Le paramètre  $a$  correspond à la valeur seuil, soit le diamètre minimal ;  $b$  est lié à la valeur  
179 centrale de la distribution des classes de diamètre ;  $c$  contrôle la forme de la distribution,  
180 déterminant diverses structures. Un test d'ajustement entre la distribution observée et la  
181 distribution théorique de Weibull (Rondeux, 1999) a été réalisé avec Minitab 16..

182 **RESULTATS**

183 **Composition floristique**

184 Le tableau 2 présente la composition floristique des ligneux fournissant les PFNL. Les Fabaceae  
185 dominaient nettement dans toutes les unités d'occupation des sols, avec des proportions allant de  
186 36,9 % à 76,3 % dans la zone nord (notamment en AP, PA, CCC) et jusqu'à 84,6 % dans les  
187 sites récupérés (SR) de la zone sud.

188 Dans la zone nord, les Capparaceae, Combretaceae et Zygophyllaceae étaient également  
189 fréquentes, tandis que les Burseraceae, les Euphorbiaceae, les Rhamnaceae et les Malvaceae  
190 étaient marginales mais localement présentes. La zone sud présentait une plus grande diversité

191 familiale : Annonaceae (21,8 % en AP), Arecaceae (13,8 % en CCC), Ebenaceae (35,7 % en  
192 CR), ainsi que des Zygophyllaceae (18,2 % en AP) et Rhamnaceae dans les unités perturbées.

### 193 **Paramètres dendrométriques par zone agro-climatique et par unité d'occupation de sols**

194 L'analyse des paramètres dendrométriques (tableau 2) révèle des différences significatives entre  
195 les zones nord- sahélienne et sud-sahélienne. Dans la zone sud-sahélienne, les (CR) et les (SR)  
196 présentaient les plus fortes densités d'arbres (180 et 227,5 individus/ha respectivement) ainsi que  
197 les plus grands diamètres moyens (jusqu'à 41,06 cm en CR). En revanche, la zone nord-  
198 sahélienne enregistrait ses plus fortes densités dans les AP (172 ind. /ha) et les SR (190 ind. /ha),  
199 bien que les diamètres y étaient plus faibles (autour de 8 à 11 cm). Le recouvrement était  
200 maximal dans les CR du Sud (35,28) et les AP du Nord (31,72), indiquant une biomasse aérienne  
201 importante dans ces milieux. La surface terrière était plus élevée dans les PA du Nord (3,65  
202 m<sup>2</sup>/ha) et les CR du Sud. La densité des sujets adultes suivait une tendance similaire. Les  
203 différences entre unités étaient statistiquement significatives ( $p < 0,05$ ). Pour la régénération on  
204 observait au nord une faible densité globale des rejets avec des valeurs homogènes entre unités  
205 ( $p > 0,05$ ), mais le plus faible taux était observé en S.R (23,23 pieds/ha) et les faibles différences  
206 indiquaient une régénération naturelle limitée. Par contre au sud la densité moyenne des rejets  
207 était significativement plus élevée ( $p < 0,001$ ). Elle était exceptionnelle dans les PAA (2239.8  
208 pieds/ha), et élevée dans les (CCC et PA). En revanche, la densité était très faible dans les (AP).

209

210

**Tableau 2 : Paramètres dendrométriques par zone agro-climatique et par unités d'occupation de sols.**

Zones agro-climatiques	Unités d'occupation des sols	Paramètres dendrométrique					
		Densité (Individus/ha)	Diamètre moyen à 1,30 m (cm)	Recouvrement en	Surface terrière globale (m <sup>2</sup> /ha)	Densité de Sujets adults (pied/ha)	Densité de rejets (pied/ha)
Zone nord sahélienne	CCC	25.52± 20.15	19.47± 15.20 <sup>b</sup>	7.94±9.26 <sup>c</sup>	1.22± 1.46 <sup>b</sup>	25.90±20.42 <sup>b</sup>	236.32±279.76 <sup>a</sup>
	PA	47.2± 13.97	27.44± 15.33 <sup>a</sup>	22.23±7.56 <sup>ab</sup>	3.65± 1.50 <sup>a</sup>	47.2±13.97 <sup>b</sup>	152.5±17.68 <sup>a</sup>
	PA/A	33.30± 22.01	21.65± 16.47 <sup>b</sup>	9.33±8.61 <sup>bc</sup>	1.93± 1.73 <sup>ab</sup>	33.30±22.01 <sup>b</sup>	332.92±312.86 <sup>a</sup>
	C.R	-	-	-	-		
	A.P	172± 51.67	11.04± 8.32 <sup>c</sup>	31.72±23.37 <sup>a</sup>	1.03± 0.86 <sup>ab</sup>	172±51.67 <sup>a</sup>	354.2±314.28 <sup>a</sup>
	S.R	190± 106.61	8.58± 6.66 <sup>c</sup>	21.84±18.12 <sup>ab</sup>	0.53± 0.66 <sup>b</sup>	190±106.61 <sup>a</sup>	23.23.51 <sup>a</sup>
	P		0.000	0.000	0.002	0.000	0.403
Zone sud sahélienne	CCC	21.67± 12.26	24.22± 19.08 <sup>bc</sup>	5.70±4.21 <sup>b</sup>	1.61± 1.58 <sup>b</sup>	21.67±12.25 <sup>c</sup>	1152±454.51 <sup>b</sup>
	PA	37.6± 22.90	26.74± 18.54 <sup>b</sup>	3.11±2.29 <sup>b</sup>	3.12± 2.29 <sup>b</sup>	37.6±22.90 <sup>bc</sup>	689.8±518.97 <sup>bc</sup>
	PA/A	33.3± 19.72	25.44± 19.09 <sup>b</sup>	2.64±2.21 <sup>b</sup>	2.64± 2.21 <sup>b</sup>	33.3±19.72 <sup>bc</sup>	2239.8±408.06 <sup>a</sup>
	C.R	180± 90.55	41.06± 27.82 <sup>a</sup>	35.28±20.95 <sup>a</sup>	35.28± 20.95 <sup>a</sup>	180±90.55 <sup>a</sup>	221.33±269.66 <sup>bc</sup>
	A.P	68.33± 19.40	19.8± 14 <sup>bc</sup>	1.25±0.89 <sup>b</sup>	1.25± 0.89 <sup>b</sup>	68.33±19.41 <sup>b</sup>	74±39.55 <sup>c</sup>
	S.R	227.5± 134.50	18± 15 <sup>c</sup>	4.09±3.91 <sup>a</sup>	4.08± 3.91 <sup>b</sup>	227.5±134.51 <sup>a</sup>	264.67±321.09 <sup>bc</sup>
	P		0.000	0.000	0.000	0.000	0.00

- = l'unité d'occupation n'existe pas

### Indice combine d'importance(ICI)

L'analyse de l'indice combine de valeur (tableau 3) l'ICI montre que *F albida* est l'espèce dominante et la plus citée dans toutes les unités, surtout au nord (IVI > 80 % en CCC et PA) et aussi au sud (jusqu'à 152,7 % en AP). *P reticulatum* et *V nilotica* sont également bien représentées au nord, tandis que *D mespiliformis* domine les zones humides au sud (IVI = 180,7 % en CR). *H. thebaica* et *L. microcarpa* sont localement importantes. *F. albida* et *D. mespiliformis* présentent les ICI les plus élevés, traduisant leur double importance écologique et socio-culturelle.

**Tableau 3 : Indice combine d'importance(ICI)**

Zone climatique	agro-climatique	Type occupation de sols	ESPECES	Fréquence de citation (%)	IVI (%)	ICI	Rang
Zone sahélienne	nord	CCC	<i>Faidherbia albida</i>	5.02	83.79	0.5	2
			<i>Piliostigma reticulatum</i>	8.37	32.17	0.58	1
			<i>Sclerocarya birrea</i>	7.53	22.09	0.37	3
		PA	<i>Faidherbia albida</i>	5.02	87.68	0.5	1
			<i>Vachellia nilotica</i>	5.86	46.00	0.17	2
			<i>Piliostigma reticulatum</i>	8.37	41.60	0.5	3
		PA/A	<i>Faidherbia albida</i>	5.02	49.50	0.60	2
			<i>Piliostigma reticulatum</i>	8.37	48.04	0.97	1
			<i>Balanites aegyptiaca</i>	4.18	20.99	0	3
	A.P	<i>Faidherbia albida</i>	5.02	56.33	<b>0.5</b>	2	
		<i>Vachellia nilotica</i>	5.86	37.77	<b>0.78</b>	1	
		<i>Ziziphus mauritiana</i>	5.44	14.15	0.25	3	
	S.R	<i>Vachellia nilotica</i>	5.86	71.95	0.5	2	
		<i>Piliostigma reticulatum</i>	8.37	41.863	0.76	1	
		<i>Sclerocarya birrea</i>	7.53	10.20	0.33	3	
Zone sahélienne	sud	CCC	<i>Faidherbia albida</i>	7.7	46.45	1	1
			<i>Piliostigma reticulatum</i>	6.9	43.50	0.41	3
			<i>Hyphaene thebaica</i>	7.7	30.68	0.5	2
	PA	<i>Faidherbia albida</i>	7.7	114.88	0.58	2	
		<i>Piliostigma reticulatum</i>	6.9	36.61	0.08	1	
		<i>Diospyros mespiliformis</i>	11.72	21.36	0.5	3	
	PA/A	<i>Faidherbia albida</i>	7.7	39.30	0.5	1	
		<i>Piliostigma reticulatum</i>	6.9	84.27	0.18	3	

	<i>Lannea microcarpa</i>	12.2	27.53	0.5	2
C.R	<i>Diospyros mespiliformis</i>	11.72	180.65	0.97	1
	<i>Piliostigma reticulatum</i>	6.9	27.25	0.05	3
	<i>Hyphaene thebaica</i>	7.7	9.19	0.08	2
A.P	<i>Faidherbia albida</i>	7.7	152.68	1	1
	<i>Balanites aegyptiaca</i>	4.33	49.16	0.19	2
	<i>Vachellia nilotica</i>	4.01	6.15	0	3
S.R	<i>Vachellia nilotica</i>	4.01	131.71	0.5	2
	<i>Diospyros mespiliformis</i>	11.72	80.10	0.80	1
	<i>Balanites aegyptiaca</i>	4.33	4.05	0.02	3

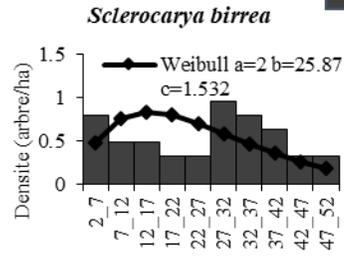
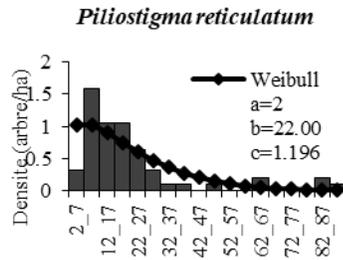
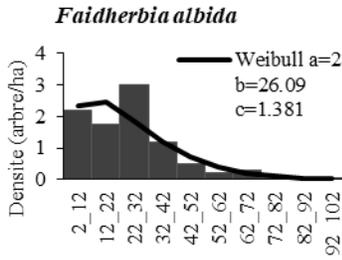
### Structures en classes de diamètres des espèces dominantes

L'analyse des structures de peuplements (Figure 2) entre les zones nord et sud révèle des différences significatives selon les unités d'occupation des sols. Dans les (CCC), les peuplements étaient très matures dans les deux zones (b entre 18 et 26), traduisant une structure en cloche, mais la régénération était plus faible au sud (c plus élevé). Une tendance similaire était observée dans les (PA), où les valeurs extrêmes de b (jusqu'à 77,72) dans le sud traduisaient une structure en cloche très marquée, voire déséquilibrée, contrairement au nord où les classes juvéniles sont mieux représentées. Dans les (PAA), les deux zones présentaient une structure en cloche, mais les peuplements du nord montraient une dynamique de renouvellement plus active, portée notamment par *B aegyptiaca* et *L microcarpa*. En (SR), la situation était plus contrastée : le sud présentait des peuplements fermés et vieillissants ( $b > 50$ ,  $c > 4$ ), alors que le nord présente des signes de régénération avec certaines espèces affichant une structure en J inversé.

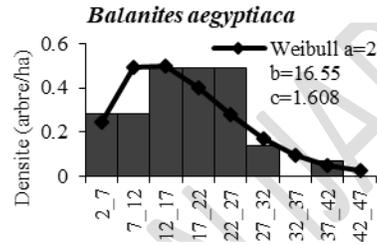
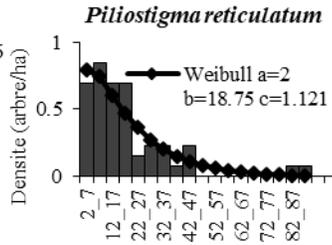
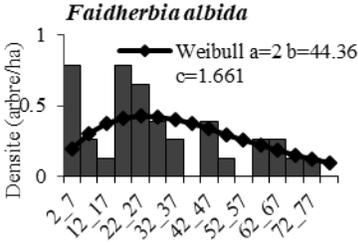
Dans les (AP), le nord se distinguait par des peuplements plus ouverts ( $b \approx 11$  ;  $c < 1$ ), traduisant une structure en J inversé, notamment chez *F albida*. À l'inverse, la zone sud montrait des structures en cloche plus marquées, avec une faible représentation des jeunes classes. Enfin, dans les (CR), observée uniquement au sud, les peuplements affichaient une structure en cloche très fermée ( $b > 30$ ,  $c > 4$ ), suggérant une régénération limitée ou artificielle.

■ Densité observée

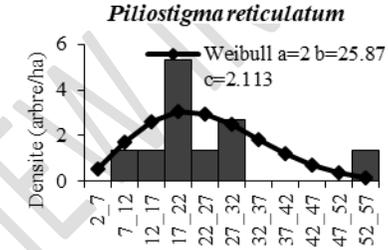
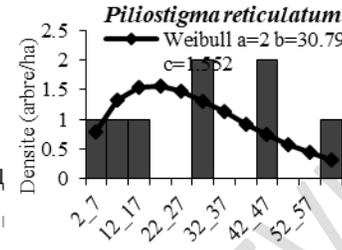
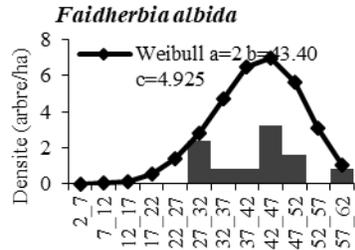
CCC



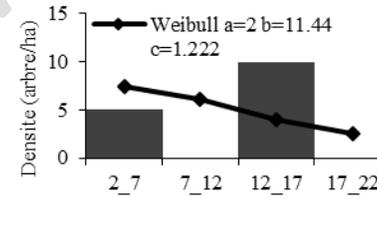
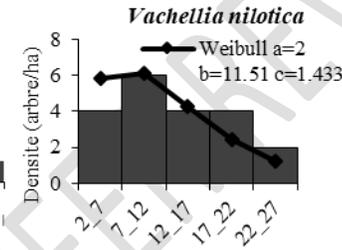
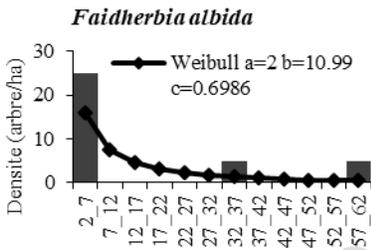
PAA



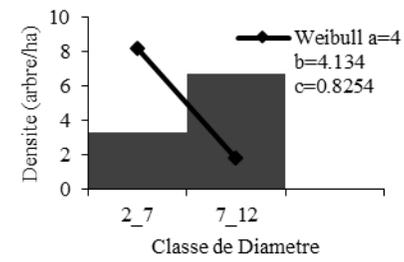
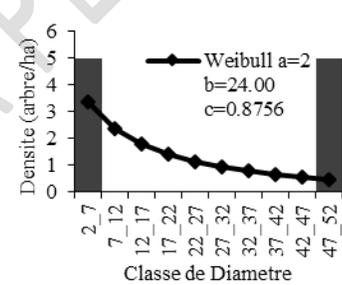
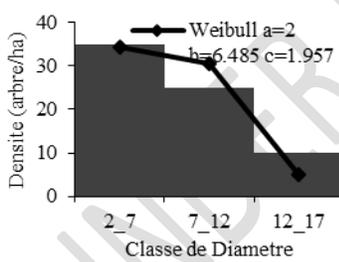
PA



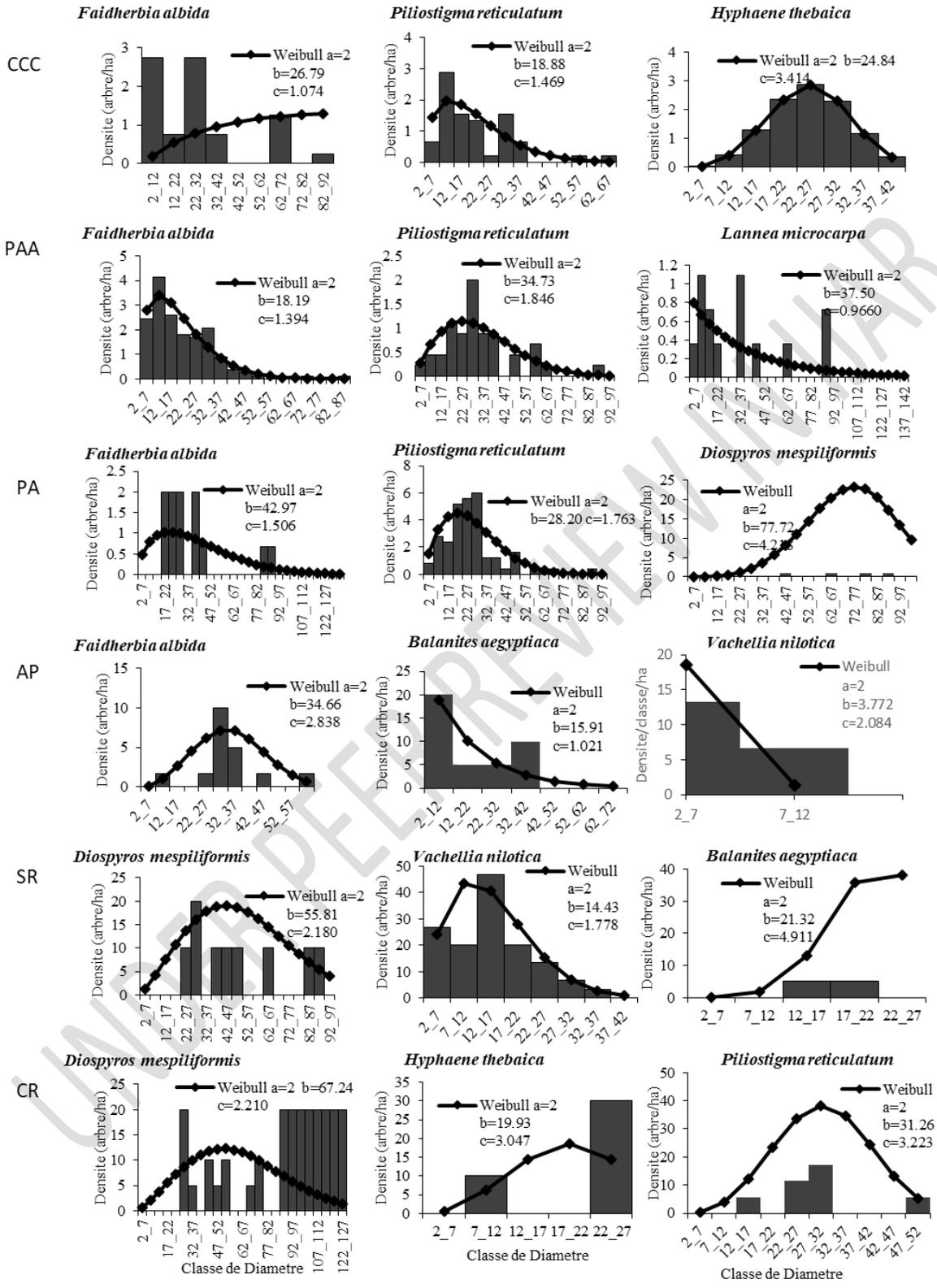
AP



SR



Zone Nord sahélienne



Zone Sud sahélienne

Figures 2: Structure en diamètre des sept espèces dominantes par unité d'occupation des sols et zone agro-climatique

UNDER PEER REVIEW IN IJAR

## DISCUSSION

### Composition floristique

La dominance marquée des Fabaceae dans toutes les unités d'occupation des sols témoigne de leur large amplitude écologique et de leur forte résilience dans les milieux sahéliens (Lompo *et al.*, 2022). En zone sud, la présence de la famille des Annonaceae dans les (AP) traduirait l'influence d'un gradient écologique plus humide. De même, les Arecaceae (13,84% en CCC) et les Ebenaceae (35,71 % en CR) signalent la présence de formations ligneuses denses ou résiduelles importantes à protéger pour la biodiversité et les services écosystémiques, caractéristiques des zones de transition vers le domaine soudanien. Enfin, la persistance des Zygophyllaceae (jusqu'à 18,18 % en AP) et des Rhamnaceae dans les unités plus perturbées confirme leur statut d'espèces indicatrices de dégradation ou de sols pauvres (Bognounou *et al.*, 2010). La diversité taxonomique plus concentrée autour de Fabaceae dans la zone Nord, et la présence d'une plus grande hétérogénéité familiale au Sud, traduit un gradient d'humidité croissant du nord au sud (Faye *et al.*, 2019).

L'analyse de la densité des peuplements a permis de constater que la zone sud-sahélienne présente des densités plus élevées (180 et 227,5 ind./ha) et les diamètres moyens les plus importants (jusqu'à 41 cm), indiquant une structure forestière mature, conforme à la résilience des formations boisées décrite par Yamba *et al.* (2021) et Dimobe *et al.* (2022). En revanche, dans le nord, la présence des peuplements plus jeunes avec de faibles diamètres (8,5 à 11 cm), témoignent des actions de restauration (protection de rejets, FMNR) dans les champs soutenues par le PAM et ses partenaires et la restauration des aires de pâturages, comme confirmé par des rapports récents de la FAO (2023). Le recouvrement élevé dans les CR du sud (35% ) serai lié à une meilleure disponibilité en eau et d'une fertilité édaphique accrue, ce qui favorise à la fois la densité végétale (Ouédraogo *et al.*, 2014) et celui des AP du nord (31,7) reflète l'augmentation de la biomasse aérienne induite par ces efforts de restauration ( Bayala *et al.*, 2022). La surface terrière élevée dans les CR serait lie a une fertilité édaphique accrue, (Ouédraogo *et al.*, 2014), dans les PA du nord (jusqu'à 3,65 m<sup>2</sup>/ha) souligne l'efficacité des pratiques de régénération naturelle assistée (RNA) pour restaurer les peuplements ( Zounon ,2019),). La densité des sujets adultes renforce ce constat : les zones peu anthropisées (CR, PA, SR) favorisent la conservation

des arbres matures et la disponibilité de PFNL (Issaka *et al.*, 2021). Enfin, la régénération naturelle reste faible et homogène au nord ( $p > 0,05$ ), en raison de la sécheresse, du surpâturage et de la dégradation (Abdoulaye *et al.*, 2022). À l'inverse, le sud affiche une densité de régénération significativement plus élevée ( $p < 0.001$ ), surtout dans les PAA, témoignant d'une gestion paysanne positive, en cohérence avec les principes de la FMNR (FAO, 2023).

L'analyse des résultats de l'indice combine d'importance a permis de constater que *F albida* présente une fréquence et une importance écologique élevées traduisent sa forte valorisation pour l'amélioration de la fertilité des sols, l'ombrage et la production de fourrage (Bayala *et al.*, 2022). Sa forte présence dans les deux zones témoigne également de sa résilience écologique et de son intégration dans les systèmes de production. D'autres espèces comme *P reticulatum* et *V nilotica* complètent cet ensemble, en lien avec leurs usages domestiques et pastoraux (Faye *et al.*, 2023). Dans la zone sud sahélienne, *D mespiliformis* s'impose dans les milieux plus humides (CR, SR), en raison de sa forte utilité alimentaire et économique. Sa bonne connaissance locale (ICI élevé) confirme son intégration dans les pratiques rurales. *H thebaica* et *L microcarpa*, également présentes, traduisent l'importance des espèces à usages multiples dans les zones agricoles et pastorales. En effet, la diversité observée selon les unités d'occupation reflète une adaptation locale aux contraintes environnementales et aux besoins multifonctionnels, ce qui justifie une gestion différenciée des espèces selon les contextes (Ouédraogo *et al.*, 2021). L'analyse des résultats de ces espèces dominantes montre des structures en J inversé ou en cloche modérée (b et c faibles à modérés) dans la Zone Nord indiquent une régénération naturelle soutenue, particulièrement dans les CCC, PA, PAA, et AP. Ces structures favorables s'expliquent par des pratiques de gestion traditionnelles et la présence d'espèces comme *F albida* et *B aegyptiaca*, qui soutiennent la dynamique de renouvellement. Des résultats similaires ont été obtenus par Bagnian (2014) et Zounon (2019), qui ont montré que ces zones sont dans une forte dynamique de la pratique de la RNA. La prédominance des structures en cloche fermée, avec b et c élevés (parfois jusqu'à  $b \approx 77$ ) dans la Zone Sud, souligne une régénération limitée et des peuplements vieillissants, notamment en PA, SR et CR. ). Cela pourrait suggérer une pression d'usage plus forte ou un déficit de régénération naturelle. La forte pression d'usage est le plus souvent causées par l'Homme pour la satisfaction de ses besoins principalement vitaux (Dan Guimbo *et al.*, 2012). Ainsi, la zone nord semble en meilleure posture écologique pour la

durabilité des espèces ligneuses, tandis que la zone sud appelle à des efforts renforcés de gestion et de restauration.

## **Conclusion**

La valeur socio-économique et écologique de *F. albida*, *P. reticulatum*, *S. birrea*, *B. aegyptiaca*, *V. nilotica*, *Z. mauritiana*, *H. thebaica*, *L. microcarpa* et *D. mespiliformis* ont été les principales raisons du choix de ces espèces pour leur analyse démographique. L'analyse de leurs peuplements dans les différentes unités d'occupation des sols a permis de dégager des conclusions sur leur état actuel. Ces espèces dominantes varient selon les unités et les zones, *F. albida* et *P. reticulatum* sont largement représentées dans les deux zones. Au nord, elles sont souvent associées à *S. birrea*, *B. aegyptiaca*, *V. nilotica* ou *Z. mauritiana* selon les unités. Au sud, elles coexistent avec *H. thebaica*, *L. microcarpa* et *D. mespiliformis*. La prédominance de *B. aegyptiaca*, *Z. mauritiana* et *V. nilotica* dans la zone nord sahélienne s'explique principalement par leur forte adaptabilité aux conditions arides et semi-arides. Par contre la présence exclusive de *D. mespiliformis* et *H. thebaica* dans la zone sud souligne l'influence déterminante des conditions écologiques sur la répartition des espèces ligneuses pourvoyeuses des PFNL. Il ressort aussi de ces résultats que la zone sud-sahélienne présente des densités plus élevées et les diamètres moyens les plus importants, contrairement au nord présentant, des peuplements plus jeunes avec de faibles diamètres. L'étude a montré que les zones peu anthropisées telles que CR, PA et SR favorisent la conservation des arbres matures et la disponibilité de PFNL. Ces résultats soulignent la nécessité d'une gestion différenciée et localisée pour assurer la durabilité des PFNL dans ces écosystèmes fragiles. Cette fragilité ne constitue pas seulement une menace pour les écosystèmes forestiers, mais elle met également en péril les conditions de vie des populations riveraines qui en dépendent pour des multiples usages, qu'il est essentiel de bien comprendre et de documenter.

## **Contributions des auteurs**

Dans le cadre de cette étude, GOD, LMO, KB, ZCSF et AA ont contribué à l'élaboration du protocole de recherche, à la collecte et au traitement des données, ainsi qu'à la rédaction et à la révision du manuscrit. Tous ont approuvé la version finale du document.

## Remerciements

Les auteurs remercient sincèrement le Programme Alimentaire Mondial (PAM) pour le soutien financier accordé dans le cadre de la réalisation de cette étude, à travers le protocole d'accord signé avec l'Université Dan Dicko Dankoulodo de Maradi (UDDM).

## Références bibliographiques

- Abasse T., Rabiou H., Moussa M., Soumana I., Kouyate A. et Mahamane A., 2019. Influence du gradient agroécologique sur la diversité et distribution des ressources ligneuses en zones sahélienne et soudanienne du Niger. *Afrique science* 15(6) (2019) 335 – 348.
- Abdoulaye, M., Garba, O., et Issaka, A. 2022. Dynamique de la végétation dans le Sahel nigérien. *Revue Nigérienne de Sciences Naturelles*, 38(2), 15–28.
- Adam, T., Mahamane, A., et Lawali, A. 2020. Diversité floristique et structure démographique des peuplements ligneux dans l'enclave pastorale "Dadaria" (Mainé-Soroa, Diffa, Sud-Est Nigérien). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 14(1), 204–217. <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v14i1.17>
- APGIII (Angiosperm Phylogeny Group)., 2009. An update of the Angiosperm Phylogeny
- Bagnian I., Adam T., Adamou MM., Chaibou I. et Mahamane A., 2014. Structure et dynamique de la végétation ligneuse juvénile issue de la régénération naturelle assistée (RNA) dans le Centre-Sud du Niger. *International Journal Biological Chemical Sciences*, 8 (2) : 649-665.
- Bayala, J., Togola, A., Teklehaimanot, Z., et Sawadogo, L., 2022. Agroforestry practices in the Sahel. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 6, 842201. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2022.842201>
- Bognounou, F., Sinsin, B., et Yedomonhan, H., 2010. Diversité des espèces ligneuses dans trois types d'occupation du sol au Burkina Faso. *Bois et Forêts des Tropiques*, 304, 37–47.
- Bognounou, F., Tembine-Kamdem, S., et Sinsin, B., 2010. Régénération naturelle sous pression humaine. *Cahiers Agricultures*, 19(2), 136–143. <https://doi.org/10.1684/agr.2010.0414>
- Dan Guimbo I., larwanou M., Mahamane A. et Ambouta K J M., 2012. Production fruitière de *Neocarya macrophylla* (Sabine) Prance, espèce ligneuse alimentaire du Niger; *Journal of Applied Biosciences* 60: 4388– 4393.

- Dimobe, K., Tigabu, M., Kabré, A., et Oden, P. C.,2022. Land use impact on woody vegetation in West African savannas. *Land Degradation & Development*, 33(3), 470–484. <https://doi.org/10.1002/ldr.4357>
- Dossa, L. H., Assogbadjo, A. E., Sinsin, B., et Vodouhê, R.,2021. Non-timber forest products and livelihood strategies in drylands. *Journal of Arid Environments*, 184, 104308. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2020.104308>
- FAO.,2023. *Farmer managed natural regeneration in Niger: the state of knowledge*.
- FAO.,2019. *The State of the World's Biodiversity for Food and Agriculture*. Rome.
- Faye, M. D., Diallo, Y., Diouf, A., et Ndiaye, M.,2019. Tree diversity and conservation status across agroclimatic zones in the Sahel. *Journal of Arid Environments*, 165, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2019.04.004>
- Faye, M. D., Sene, E. H., et Sambou, B.,2022. *The role of non-timber forest products in supporting livelihoods in the Sahel*. *Forest Policy and Economics*, 141, 102762.
- Hountondji Y. C., 2008. *Dynamique environnementale en zones sahélienne et soudanienne de l'Afrique de l'Ouest : Analyse des modifications et évaluation de la dégradation du couvert végétal*.Thèse Doct., Université de Liège-Belgique. 153p.
- Ingram, V., Awono, A., Schure, J., et Pizzoferrato, M.,2022. Non-timber forest products: Contribution to national economies and food security. *Forest Policy and Economics*, 135, 102620. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2021.102620>
- Issaka, A., Adam, T., Mahamane, A., et Yacouba, H.,2021. Régénération naturelle assistée dans les agroécosystèmes du Niger. Communication présentée à la *Conférence Sahel Vert*, Niamey, Niger.
- Karim S., 2013. *Dynamique de la biodiversité végétale suivant un gradient pluviométrique et un gradient d'utilisation des terres dans les observatoires de Falmey-Gaya et Tahoua- Tillabéry Nord (Niger)*. Thèse de doctorat, Université Abdou Moumouni de Niamey, Niger. 175 p.
- Lompo, D. J. P., Tigabu, M., Tigabu, M., et Oden, P. C.,2022. Land use, soil fertility and tree species dynamics in Sahelian parklands. *Agroforestry Systems*, 96(4), 865–880. <https://doi.org/10.1007/s10457-021-00694-3>
- Maazou, R., Rabiou, H., Issiaka, Y., Abdou, L., Saidou, S. I., et Mahamane, A., 2017. Influence de l'occupation des terres sur la dynamique des communautés végétales en zone Sahélienne: cas de la commune rurale de Dantchandou (Niger). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 11(1), 79-92.

- Manzo, O. L., Amani, A., Guimbo, I. D., Rachidi, A. H., et Mahamane, A., 2020. Impacts des banquettes dans la récupération des terres dégradées au Niger. *Journal of Applied Biosciences*, 151(1), 15510-15529.
- Martin, G. J. (2004). *Ethnobotany: A Methods Manual*. Earthscan.
- Ouédraogo, A., Lykke, A. M., Sanou, L., et Thiombiano, A., 2014. Structural dynamics of woody vegetation in West African savanna-woodlands under human disturbance. *Flora*, 209(5–6), 296–306. <https://doi.org/10.1016/j.flora.2014.03.004>
- Ouédraogo, A., Boussim, I. J., et Guinko, S., 2006. Diversité et structure des cordons ripicoles le long de la Sirba (Nord-Est du Burkina Faso). *Science et Technique, Sciences Naturelles et Agronomie*, 29(1), 63–76.
- Ouédraogo, W. L., Yélémo, B., et Yaméogo, G., 2021. Effets des semis directs de *Piliostigma reticulatum* sur la régénération de la végétation sur terre dégradée en zone nord-soudanienne du Burkina Faso. *Journal of Applied Biosciences*, 168, 17494–17507. <https://doi.org/10.4314/jab.v168i1.1>
- Habou, R., Massaoudou, M., Abasse, T., Ali, M., Larwanou, M., & Van Damme, P. (2020). Structure et régénération des peuplements naturels de *Balanites aegyptiaca* (L.) Del. et *Ziziphus mauritiana* Lam. suivant un gradient écologique dans la région de Maradi au Niger. *Afrika Focus*, 33(1), 83–104. <https://doi.org/10.1163/2031356X-03301006>
- Rondeux J., 1999. La mesure des peuplements forestiers. *Presses agronomiques de Gembloux*, Gembloux, 2 édition, 544 p.
- Sinsin B., Ahanchédé A., Hounhouigan J., Lalèyè P H., Chrysostome C H., Adégbidi A., 2016. Méthodes de collecte et d'analyses des données du terrain pour l'évaluation et le suivi de la végétation en Afrique. *Annales des sciences agronomiques*, Volume 20, Numéro spécial, 207 p.
- Tardío, J., et Pardo-de-Santayana, M. (2008). Cultural importance indices: A comparative analysis based on the useful wild plants of Southern Cantabria (Northern Spain). *Economic Botany*, 62(1), 24-39.
- Tindano E, Ganaba S, Thiombiano A., 2014. Composition floristique et état des peuplements ligneux des inselbergs suivant un gradient climatique au Burkina Faso (Afrique de l'Ouest). *Flora et Vegetatio Sudano Samesica*, 17: 9-27. DOI: <http://nbnresolving.de/urn/resolver>.
- Traoré L., Ouédraogo I., Ouédraogo A., Thiombiano A., 2011. Perceptions, usages et vulnérabilité des ressources végétales ligneuses dans le Sud-Ouest du Burkina Faso. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 5 (1): pp. 258-278.

Yamba,B.,Ali,M.,et Mahamane,A.,2017.Diversité floristique et structure de la végétation dans la zone dunaire du Sud-Est du Niger (Mainé-Soroa). *Journal of Applied Biosciences*, 118, 11767–11780. <https://doi.org/10.4314/jab.v118i1.4>

Yamba, B., Abdou, M., Issoufou, T.,2021. *Résilience des formations ligneuses face à la pression humaine au Niger*. Report INRAN/PAM.

Zounon, C. S. F., Abasse, T., Massaoudou, M., Habou, R., Addam, K., et Ambouta, K. (2019).Diversité et structure des peuplements ligneux issus de la régénération naturelle assistée suivant un gradient agro-écologique au centre-sud du Niger. *IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science*, 12(1), 52–62. <https://doi.org/10.9790/2380-1201035262>

UNDER PEER REVIEW IN JABR