

1 **Caractérisation d'*Hyphaenethebaica*(L) Mart ,une espèce donnant le nom de la vallée de**
2 **Goulbi n'kaba (Niger).**

3
4
5 **RESUME**

6 Ces dernières années les ressources végétales sont exploitées par la population pour satisfaire
7 leurs besoins en alimentation humaine et animale, en pharmacopée, en bois de service et bois
8 d'énergie ou d'autres choses. L'objectif assigné à la présente étude est de contribuer à la
9 connaissance de l'écologie du palmier doum en milieusahélien. L'approche méthodologique
10 abordéest la collecte des données dendrométriques sur les espèces ligneuses où l'espèce est
11 présente. Les mesures ont porté sur le diamètre de tronc, de la hauteur totale, la hauteur fût
12 pour *Hyphaenethebaica* et des diamètres perpendiculaires du houppier de toutes les espèces
13 ligneuses. Il ressort des résultats que la vallée de Goulbi n'kaba renferme 40 espèces ligneuses
14 reparties en 28 genres et 19 familles. Elle présente une diversité faible de 2.5 bits et la densité
15 de *H. thebaica* est de 33,09 pieds/ha. Le peuplement s'ajuste à la distribution théorique de
16 Weibull avec le paramètre de forme $c = 2,86$ caractéristique des peuplements avec
17 prédominance d'individus jeunes. Le nombre de dichotomie est plus important dans
18 l'intervalle [1_3] dichotomie dans l'ensemble de la zone d'étude. De même l'étude a montré
19 que les quatre espèces les plus écologiquement importantes
20 sont *Hyphaenethebaica*, *Faidherbia albida*, *Bauhinia rufescens* et *Balanites aegyptiaca*.

21 Current status of *Hyphaenethebaica* (L) Mart, a species that gives its name to the Goulbi
22 n'kaba valley.

23 **Mot clés :** *Hyphaenethebaica*, structure démographique, Goulbi n'kaba, Niger

24 **Abstract**

25 In recent years, plant resources have been exploited by the population to meet their needs for
26 human and animal food, medicine, timber, and energy wood, among other things. The objective
27 of this study is to contribute to knowledge of the ecology of the doum palm in the
28 Sahelian environment. The methodological approach taken is the collection of dendrometric data
29 on woody species where the species is present. Measurements were taken of trunk diameter, total
30 height, stem height for *Hyphaenethebaica*, and perpendicular diameters of the crown for all
31 woody species. The results show that the Goulbi n'kaba valley contains 40
32 woody species divided into 28 genera and 19 families. It has a low diversity of 2.5 bits and the
33 density of *H. thebaica* is 33.09 trees/ha. The stand fits the theoretical Weibull distribution with
34 the shape parameter $c = 2.86$, characteristic of stands with a predominance of
35 young individuals. The number of dichotomies is higher in the [1_3]
36 dichotomy interval throughout the study area. Similarly, the study showed that the four
37 most ecologically important species are *Hyphaenethebaica*, *Faidherbia albida*, *Bauhinia*
38 *rufescens*, and *Balanites aegyptiaca*.

39
40 **Keywords:** *Hyphaenethebaica*, demographic structure, Goulbi n'kaba, Niger

42 INTRODUCTION

43 Depuis plusieurs décennies, l'Afrique de l'Ouest connaît d'énormes problèmes
44 environnementaux dont la sécheresse et la désertification, qui ont pour conséquences une
45 dégradation des ressources naturelles (Abdou et *al.*,2021). Pourtant, les sécheresses
46 récurrentes continuent de bloquer les efforts de développement et, parallèlement les actions
47 anthropiques sur les formations ligneuses naturelles ont accéléré la dégradation dumilieu
48 physique. C'est pour cela, dans les pays sahéliens en général et au Niger en particulier, les
49 conditions climatiques difficiles des dernières décennies, la demande de plus en plus
50 croissante en terres agricoles et en bois d'énergie, la pression continue du bétail,
51 l'inadéquation des pratiques de gestion, sont autant de facteurs qui ont réduit
52 considérablement la densité des certaines espèces ligneuses alimentaires à usages multiples
53 pour les populations en milieu rural. (Garba et *al.*,2020). Ainsi, au Niger, la biodiversité
54 végétale et particulièrement les espèces ligneuses occupent une place importante dans le
55 maintien des écosystèmes et dans la vie socio-économique de la population (Saadou,1990).

56 Parmi les ressources exploitées, les arbres servent à la production de nourriture etde bois de
57 feu, à la protection des sols contre les érosions hydriques et éoliennes, à l'amélioration de la
58 fertilité des sols etdu rendement des cultures, à la production de fourrage pour les animaux
59 etla création d'ombre pour le repos (Osemeobo, 1995). Cependant, ces dernières décennies, la
60 déforestation favorisée par la forte croissance démographique, la désertisation causée par les
61 multiples sécheresses au Sahel, la dégradation de sols qui estune conséquence de la
62 disparition des végétaux etla pénurie cruciale de bois de feu et de service, constituent autant
63 d'obstacles à la pratique agricole et à l'aménagement soutenu des maigres formations
64 forestières (Douma,2016). Ces perturbations deviennent de plus en plus fréquentes et intense
65 rendant ainsi précaire la sécurité alimentaire, la gestion de l'environnement et le mode de vie
66 (Douma,2016) Par conséquent, la satisfaction des besoins alimentaires et énergétiques des

populations autour de ces formations forestières demeure un objectif essentiel à atteindre. Les espèces forestières à usages multiples sont les plus menacées de disparition à cause de leur surexploitation par les populations sans cesse croissantes. (Moussa, 1997). Le palmier doum ; *Hyphaenethebaica* une des espèces à usages multiples ne fait pas exception. Cette espèce présente dans le Goulbi n'kaba continue de subir une surexploitation. Or les actions anthropiques combinées aux effets atroces du climat ont entraîné la dégradation des ressources du Goulbi se traduisant par une faible densité des ligneux adultes dans cette localité (Ali *et al.*, 2017). Le palmier doum est très exploité par la population pour ses feuilles, fruits et bois, et délibérément maintenue dans les champs des paysans qui lui reconnaissent des pouvoirs fertilisants de sol dans le Goulbi (Allassane, 2021). Pourtant, comme Von Maydeil (1985) a montré *Hyphaenethebaica* n'est jusqu'à présent pas cultivé mais continue de subir encore une exploitation intensive pour ses multiples produits augmentant ainsi les risques de sa disparition à long terme si des dispositions pour sa protection et sa régénération ne sont pas prises à très court terme. Pour mieux asseoir un mode de gestion durable de cette essence, la connaissance de son l'écologie s'avère impératif d'où l'intérêt de la présente étude à travers : (i) la diversité des espèces ligneuses pour comprendre les facteurs écologiques et (ii) la structure démographique indicatrice de la dynamique de l'espèce.

2.2. Matériel

2.1. Présentation de la zone d'étude

L'étude a été conduite le long de la vallée du Goulbi n'kaba (Région de Maradi) sur des sites situés de part et d'autres des villages (qui présentent un peuplement important de palmier doum) de la vallée des trois communes : Gazaoua, Gangara et Tessaoua (**Figure 1**). Cette vallée est située dans la région administrative de Maradi au Niger entre 13°20' et 14°00'' de

latitude Nord et 6°30' et 8°10' de longitude Est (CIRAD, 2004). La région de Maradi est située entre 6° et

La vallée du Goulbi N'kaba, située dans la région de Maradi au Centre-sud du Pays, est l'une de ces zones agro-écologiques. Cette région est caractérisée par un fort taux d'accroissement de population qui dépend essentiellement de l'exploitation des ressources naturelles à travers notamment les activités agricoles. Cela entraîne une pression anthropique sur les sols et les ressources naturelles et une dynamique d'occupation des sols (Alhassane,2021). Le Goulbi N'Kaba prend sa source au Nigeria. Au Niger, il traverse les Départements de Gazaoua, Mayahi, Dakoro et GuidanRoumdji sur une longueur de 170 km (ALI et *al.*,2017). La vallée

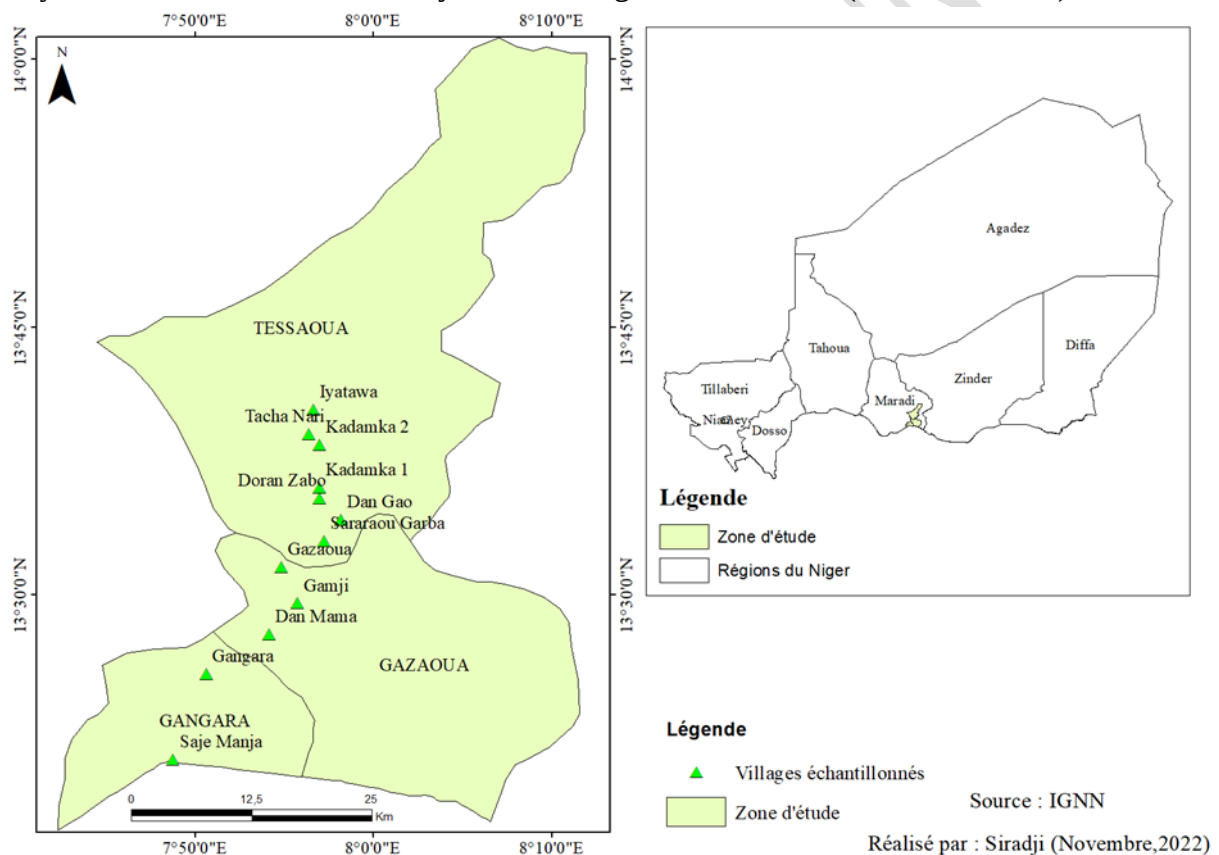


Figure 1 : Présentation de la zone d'étude

du Goulbi N'kaba entre au Niger par le département de Gazaoua, traverse ceux de Tessaoua, Mayahi, Dakoro et GuidanRoumdji avant de retourner au Nigeria (Abdou et *al.* ,2021).

2.1.2 Caractéristiques biophysiques

Les Goulbi sont des cours d'eau à écoulements intermittents pendant les saisons pluvieuses (ALI, 2018). Ce sont des cours d'eaux temporaires. Le climat de la zone est de type sahélien caractérisé par une longue saison sèche (octobre à mai) suivie d'une courte saison pluvieuse (juin à septembre). Les précipitations, de courtes durées sont très variables d'une année à l'autre (Ali et *al.*, 2021). La pluviométrie est comprise entre 400 et 600 mm. La moyenne des pluviométries enregistrées au cours des dix dernières années se situe autour de 430 et 450 mm/an, avec une importante variabilité des précipitations d'une année sur l'autre et une incertitude de plus en plus grande sur la date des premières pluies (à partir de mai) et des dernières pluies (jusqu'en octobre). Pour la période de 1950 à 2015, les moyennes interannuelles sont de 471 mm à Tessaoua (Ali et *al.*, 2021).

Selon Regis et *al* (2008), la nappe se situe entre 10 à 20 mètres de profondeur à l'Est (amont) et 20 à 25 mètres à l'Ouest (aval). Dans la vallée du Goulbi n'kaba, on rencontre la sous-classe des vertisolstopomorphes dont la pédogenèse est tributaire de la position topographique. Du fait du drainage externe nul, l'hydromorphie y est de règle. Les sols sont caractérisés par une abondance de Ca^{2+} et Mg^{2+} dans le complexe (Ado, 2018). Ce sont des sols hydromorphes dont les caractéristiques sont dues à une évolution dominée par l'effet d'excès d'eau en raison d'un engorgement temporaire ou permanent d'une partie ou de la totalité du profil (Ali et *al.*, 2021). Les sols sont majoritairement sableux très perméables (jigawa en Haoussa) avec une proportion plus importante d'argile et de limon dans la partie Est (fadama) (Ali et *al.*, 2021).

La température varie en moyenne de 18°C aux mois de décembre à mars, à 40,5 °C aux mois d'avril et mai (Ali et *al.*, 2021). Les vents dominants sont, l'harmattan en saison sèche et la mousson en saison humide. L'évapotranspiration potentielle moyenne annuelle peut atteindre plus de 2000 mm. Sur le plan géologique, le remplissage du bassin de Goulbi N'Kaba est

essentiellement constitué de sables grossiers et moyens à galets provenant de l'altération du socle cristallin, du remaniement des grès du Continental Intercalaire, du Continental Hamadien, et des alluvions anciennes (ALI, 2018).

La pression démographique est forte de part et d'autre du Goulbi : la densité dépasse 60 habitants/km² ; le taux d'accroissement de la population est voisin de 3,6 % par an (Regis et al., 2008).

2.3.1 Collectes de données

La méthode de la collecte utilisée a consisté à effectuer les relevés dendrométriques.

L'échantillonnage a concerné trois communes à savoir la commune de Tessaoua, la commune de Gazaoua et la commune de Gangara dans la région de Maradi. Des villages sont choisis en fonction de leur accessibilité, la proximité du Goulbi et de la présence des populations de *Hyphaenethebaica*. Les villages proches du Goulbi ont été retenus. Ainsi, un échantillonnage orienté (présence de *Hyphaenethebaica*) de type systématique tout en restant dans les formations à *H. thebaica*, a été effectué. Le dispositif de collecte des données est constitué de transects réguliers distants en fonction des villages, orientés selon la topo-séquence, disposés perpendiculairement à la vallée de Goulbi n'kaba (figure 2). La longueur des transects varie de 500 à 2000 m en fonction de la présence de l'espèce sur le transect.

Les relevés dendrométriques ont été réalisés dans deux unités écologiques : la zone sylvopastorale et la zone agricole le long de Goulbi n'kaba. Les relevés dendrométriques ont

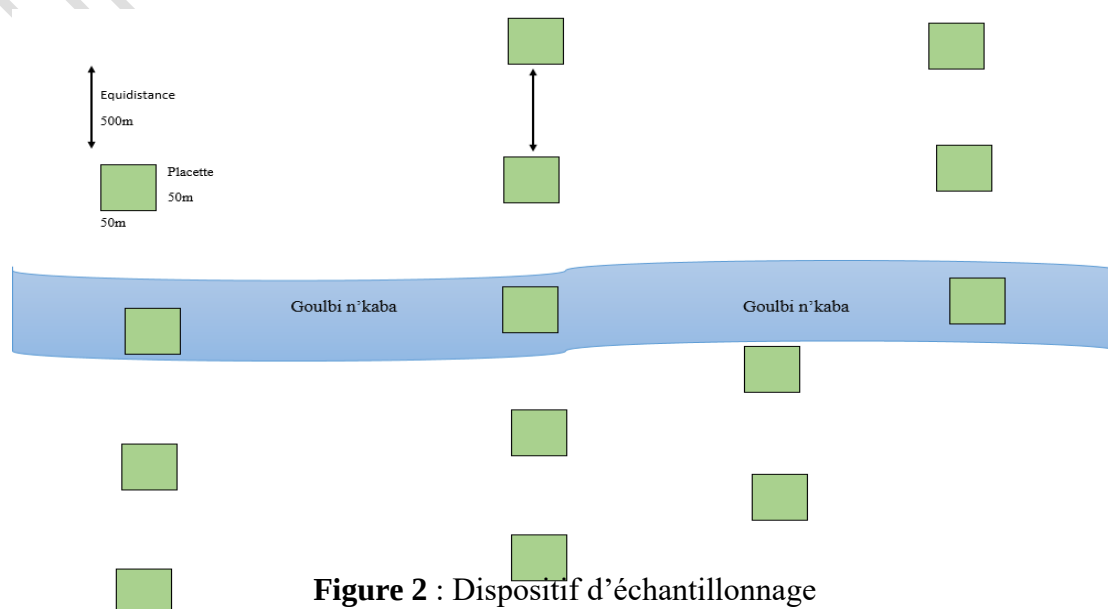


Figure 2 : Dispositif d'échantillonnage

146 été réalisés le long de transects perpendiculaires au cours d'eau (Goulbi n'kaba) et
147 équidistants de 500 m. A l'intérieur de chaque unité écologique, des relevés ont été réalisés
148 dans des placettes à des distances régulières suivant la densité des espèces végétales. La
149 collecte des données a été réalisée dans 66 placettes de 2500 m² (50 m x 50 m) dans la zone
150 agricole et la zone sylvopastorale. Les transects sont perpendiculaires à la vallée pour bien
151 évaluer la densité de la végétation. Il s'agit de collecter les données dendrométriques du
152 peuplement proche des villages.

153 L'environnement de chaque placette a été caractérisé par des descripteurs écologiques tels que
154 type de sol, traces de feu, les indicateurs d'activités anthropiques (**figure 3**). A l'intérieur des
155 placettes, les mesures des paramètres dendrométriques ont été effectuées sur des individus de
156 diamètre ≥ 2 cm. Ces mesures ont concerné le diamètre (mesuré à 1,3 m pour les arbres et 0,2
157 m du sol pour les arbustes et arbrisseaux présentant des ramifications avant 1,3 m), la hauteur
158 totale, hauteur de fût et deux diamètres perpendiculaires du houppier (annexe).

159 Ces mesures ont été faites à l'aide d'un télémètre pour les hauteurs, d'un mètre ruban pour les
160 gros diamètres et les diamètres du houppier. Le nom de l'espèce de chaque individu mesuré a
161 été également noté. Au niveau de tous les individus mesurés, un comptage systématique de
162 toutes les jeunes tiges, issues de la régénération (semis, rejets de souches, marcottes ou
163 drageons) a été effectué.



Figure 3 : Relevés en A : dendrométriques et B : Facteurs environnementaux

2.3. Analyse et traitement des données

Les données issues de relevés dendrométriques et celles collectées à travers les enquêtes ethnobotaniques ont été dépouillées, saisies et traitées à l'aide du logiciel Excel 2016. Ce logiciel a également servi au calcul des divers paramètres pour la caractérisation de la végétation le long de la vallée de Goulbi n'kaba. Il a aussi servi à faire le classement des données ethnobotaniques et à l'élaboration des graphiques. En plus le logiciel Minitab a été utilisé pour la caractérisation des paramètres dendrométriques.

Les formules ci-après ont été utilisées pour calculer ces paramètres :

➤ Richesse floristique

La richesse floristique est évaluée à partir de l'effectif des familles, des espèces inventoriées. Ainsi tous les individus qui sont recensés lors de l'inventaire sont regroupés par famille, genre et espèce. Ensuite la diversité des ligneux a été évaluée par le calcul de l'indice Shannon-Weaner, l'équitabilité de Piélou et le coefficient de Sorensen. La diversité spécifique se définit à la fois par rapport au nombre d'espèces en présence (richesse spécifique) mais

également en fonction de l'abondance relative des espèces dans le peuplement considéré (Douma, 2016).

➤ L'indice de diversité de Shannon Weaver (H')

La richesse et la diversité de la flore d'un territoire sont des critères très utiles notamment du point de vue de la phytogéographie historique (Mahamane, 2005). Les indices de diversité et de régularité sont calculés sur la base des relevés dans le but d'apprécier le niveau d'organisation du peuplement.

La richesse spécifique seulement, qui est le nombre total d'espèces que comporte un peuplement, n'est pas un indicateur suffisant pour comparer la diversité spécifique de deux peuplements. C'est à cet effet, que l'indice de diversité de Shannon a été calculé. L'indice de diversité de Shannon-Weaner (H') variant en fonction du nombre d'espèces recensées et des effectifs de chacune d'elles. Cet indice, exprimé en bit, est basé sur la théorie de l'information.

Celui-ci prend non seulement en compte la richesse spécifique mais aussi l'abondance de chaque espèce et est indépendant de la taille de l'échantillon (Ngom et *al.*, 2018). Cet indice convient bien à l'étude comparative des peuplements parce qu'il est relativement indépendant de la taille de l'échantillon (Remade, 2008). Plus l'indice est élevé, plus la diversité est grande (SUN, 2008). Il varie entre 0 (diversité nulle) et plus de 5 bits (diversité très élevée) (Frontier et Pichod-Viale, 1993) cité par Douma, 2016. Il est calculé à l'aide de la formule suivante :

$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i \log_2 p_i$$

(1)

Avec S = nombre total d'espèces

$p_i = (n_i/N)$, fréquence relative de l'espèce

n_i = fréquence relative de l'espèce i dans l'unité d'échantillonnage

N = somme des fréquences relatives spécifiques

En effet, son échelle est faible si $H' < 3$ bits, moyenne $3 < H' < 4$ et élevée si $H' \geq 4$ bits. Le milieu est peu diversifié quand H' est faible et relativement diversifié en espèces quand H' est fort (Djogo et al 2012). Cet indice est d'autant plus petit (proche de 0) que le nombre d'espèces est faible et que quelques espèces dominent.

➤ L'indice de régularité ou d'équitabilité de Pielou

L'indice d'équitabilité de Pielou varie entre 0 et 1. Il tend vers 0 lorsqu'il y a un phénomène de dominance et vers 1 lorsque la répartition des individus entre les espèces est régulière ; les individus sont équitablement répartis entre les différentes espèces. Il est défini par la formule :

$$E = \frac{H'}{H'_{\max}}$$

(2)

H' = indice de Shannon ; $H'_{\max} = \log_2 S$, S étant la richesse spécifique totale.

L'équitabilité est faible lorsque $E < 0,6$; moyenne quand $0,6 < E < 0,8$ et élevée si $E \geq 0,8$.

➤ Recouvrement

Le couvert ligneux est la surface de la couronne de l'arbre projetée verticalement au sol (Ngom et al., 2018). Le recouvrement (R) est calculé par :

$$R (\%) = \frac{Sh}{Ss} * 100$$

(3)

avec R = le taux de recouvrement exprimé en (%) ; Sh = Surface du houppier = $\pi (Dmh/2)^2$;

Ss = Surface d'inventaire et Dmh = diamètre moyen du houppier (Abdourhamane et al., 2013)

Avec R le couvrement ligneux ; $d mh$ le diamètre moyen de la couronne et SE la surface de l'échantillon en ha.

➤ Surface terrière

227 La surface terrière ou recouvrement basal désigne la surface de l'arbre évaluée à la base (à
228 1.30m) du tronc de l'arbre (Ngom et *al.*,2018)

229 Elle est exprimé m²/ha et obtenue par la formule suivante :

$$230 \quad G = \frac{\pi}{4S} \sum_{i=1}^n di^2 \quad 0,0001di^2$$

231 (4)

232 di^2 = diamètre (en cm) de l'arbre i de la placette considérée ; s = superficie en ha (Inoussa,
233 2011).

234 ➤ **Contribution en surface terrière (Cs, en pourcentage) :**

235 C'est la part de l'espèce dans la surface terrière globale de la placette ; elle donne une idée de
236 l'importance quantitative de l'espèce dans le peuplement (Inoussa, 2011). Elle se calcule
237 suivant :

$$238 \quad Cs = \frac{Gp \cdot 100}{G}$$

239 (5)

240 Gp = surface terrière des arbres de l'espèce considérée et ; G = surface terrière de l'ensemble
241 des arbres de la placette.

242 ➤ **Densité observée**

243 La densité est le nombre d'individus par unité de surface. Elle s'exprime en nombre
244 individus/ha. Elle est obtenue par le rapport de l'effectif total des individus dans l'échantillon
245 par la surface échantillonnée (Ngom et *al.*, 2018) :

$$246 \quad Dob. = \frac{N}{S}$$

247 (6)

248 Avec Dob = Densité observée N = effectif total d'individus dans l'échantillon considéré et S =
249 surface de l'échantillon en ha. Pour établir le lien entre les données d'enquêtes et les relevés,

le nombre de pieds par hectare de *H.thebaica*, nous avons procédé par des enquêtes sur cette dernière.

Noté bien que le recouvrement (R%), la surface terrière (G) et la densité moyenne ont été calculés pour l'ensemble des relèves de végétation et encore pour chaque site (village) suivant leurs formules prêtes citées ci-dessus.

➤ Coefficient de Sorensen

La similitude entre les peuplements ligneux des deux zones a été appréciée à l'aide du coefficient de Sorensen qui renseigne sur la modification de la diversité lorsque l'on passe d'un écosystème à un autre. Il exprime le taux de variation en composition des communautés des environnements changeants. Elle est obtenue à travers le calcul du coefficient de Sorensen (1948) selon la formule :

$$Cs = \frac{2C}{A+B} * 100$$

(7)

Où, a = nombre total d'espèces enregistrées dans la première communauté, b= nombre total d'espèces enregistrées dans la deuxième communauté, et c= nombre d'espèces communes aux deux communautés. Pour une valeur de CS(S) supérieure à 50 %, on peut conclure que les deux parcelles comparées appartiennent à une même communauté végétale. Dans le cas contraire, les parcelles appartiennent à des communautés végétales différentes.

➤ Taux de régénération

Le taux de régénération est le rapport entre l'effectif total des jeunes plants et celui de tous les individus du peuplement. (Poupon, 1980) cité par Douma, 2016. La régénération naturelle est à la base de la compréhension de la dynamique de la végétation ligneuse. Elle peut être végétative ou par semis naturel. Elle passe par le recrutement, la mortalité juvénile et les différents stades de développement, puis la survie (Ngom et *al.*, 2018).

Les valeurs caractéristiques de ce taux sont :

275 - un taux= 50% traduit un peuplement en équilibre où il y a autant de jeunes plants que
276 d'adultes ;

277 - un taux < 50% montre un peuplement vieillissant dont la densité des jeunes plants est
278 inférieure à celle des adultes ;

279 - un taux > 50% correspond à un peuplement en pleine expansion par suite d'une forte
280 régénération ; les jeunes individus sont plus importants que les adultes.

281 Taux
$$= \frac{\text{Effectif total des jeunes plants}}{\text{Effectif de la population}} * 100$$

282 (8)

283 ➤ Hauteur de Lorey

284 La hauteur de Lorey est la hauteur moyenne des arbres de toutes les espèces pondérées de leur
285 surface terrière (SUN, 2008), elle s'exprime en m.

286
$$HL = \frac{\sum_{i=1}^n g_i h_i}{\sum_{i=1}^n g_i}$$

287 (9)

288 avec $g_i = \frac{\pi}{4} d^2$ Où g_i est la surface terrière de l'arbre i et h sa hauteur totale en m.

289 ➤ Indice de valeur d'importance

290 L'importance relative de chaque espèce est déterminée par le calcul d'un indice de valeur
291 d'importance ou Importance Value Index (IVI) de (Curtis et MacIntosh, 1950) qui était utilisé
292 honorairement par ALI, 2018. Cet indice correspond à la somme de la densité relative, de la
293 dominance relative et de la fréquence relative de l'espèce :

294 Ou FR ,DoR et DeR désignent respectivement la fréquence relative ,la dominance relative et
295 la densité relative de chaque espèce (Gboze et *al.*, 2020). Cet indice a été calculé en
296 considérant chacun des trois paramètres dendrométriques (Diamètre ; Houppier et densité)
297 pour chacune des espèces dans le but de déterminer celles qui sont prépondérantes. Sa
298 formule est :

$$IVI = Dr + Cs + Fr \quad (10)$$

où Dr est la densité relative (nombre d'individus de l'espèce considérée rapporté au nombre total d'individus, x 100), Cs est la surface terrière relative (surface terrière de l'espèce considérée rapportée à la surface terrière totale du peuplement, x 100) et Fr est la fréquence relative (fréquence de l'espèce considérée rapportée à la somme des fréquences de toutes les espèces, x 100). L'IVI varie de 0 à 300.

➤ L'analyse de la structure démographique

La structure démographique des espèces qui est un indicateur du niveau d'équilibre des classes d'âge et il est considéré comme témoin des phases vécues par les populations ligneuses en termes de perturbation ou de régénération (Onana et Devineau, 2002). Elle est déterminée par l'histogramme de la répartition spatiale des individus selon les classes de hauteur. Pour chaque population, l'histogramme a été établi avec en abscisses les classes de hauteur et en ordonnées la proportion d'individus. Les classes de hauteur choisies sont :

- ✓ pour la hauteur totale [6-9 [m, [9-12 [m, [12-15[m, [15-18[m, [18-21[m, et [21-24[m.
- ✓ pour la hauteur fût [1-3 [m, [3-5 [m, [5-7[m, [7-9[m et [9 -11[m.

La distribution de Weibull à 3 paramètres (a, b et c) se caractérise par une grande souplesse d'emploi et une grande variabilité de forme. Sa fonction de densité de probabilité, f (x) se présente sous la forme ci-dessous (Rondeux, 1999).

$$F(x) = \frac{c}{b} \left(\frac{x-a}{b} \right)^{c-1} \exp \left[- \left(\frac{x-a}{b} \right)^c \right] \quad (11)$$

Où x est le diamètre (circonférence) ou la hauteur des arbres et f (x) sa valeur de densité de probabilité.

a = est le paramètre de position

b = est le paramètre d'échelle ou de taille

c = est le paramètre de forme lié à la structure observée

La distribution de Weibull peut prendre plusieurs formes selon la valeur du paramètre de forme c . L'analyse de la structure démographique de Weibull par classe de diamètre et hauteur des arbres a été réalisée pour élucider la structure diamétrique et de hauteur à travers le logiciel MINITAB 14.

En fonction de la valeur c , la distribution de Weibull peut prendre plusieurs formes.

- ❖ Lorsque $c < 1$, la distribution est en “J” inversé, caractéristique des peuplements inéquiennes;
- ❖ Lorsque $c = 1$ la distribution est une fonction exponentielle décroissante, caractéristique des populations en extinction.
- ❖ Pour $c > 1$ la distribution est une fonction unimodale.
- ❖ Si $1 < c < 3,6$ la distribution est asymétrique positive, caractéristique des peuplements avec prédominance d'individus jeunes ;
- ❖ Lorsque $c = 3,6$ la distribution est approximativement normale structure normale, caractéristique des peuplements équiennes de même cohorte et
- ❖ Lorsque $c > 3,6$ la distribution est asymétrique négative, caractéristique des peuplements à prédominance d'individus âgés.

3.1.1. Composition floristique

L'étude conduite dans la vallée du Goulbi n'kaba a permis de recenser 977 individus dans 66 placettes de 2500 m² de superficie chacune. La flore de Goulbi n'kaba recensée comporte 40 espèces ligneuses (**annexe 1**) réparties en 28 genres et 19 familles (**Figure 4**). Les fabaceae sont les plus représentées avec 37% (6 genres et 15 espèces) suivie de Apocynaceae avec 8% (2 genres, 3 espèces), de combretaceae avec 7% (2 genres et 3 espèces) ensuite, les Anacardiaceae et Malvaceae avec 5% (dont 2 genre et 2 espèces) et les Rhamnaceae avec 5% mais (1 genre et 2 espèces) enfin les autres familles ne sont représentées que par une seule espèce sont regroupées en 33% avec (1 genre et 1 espèce chacune).

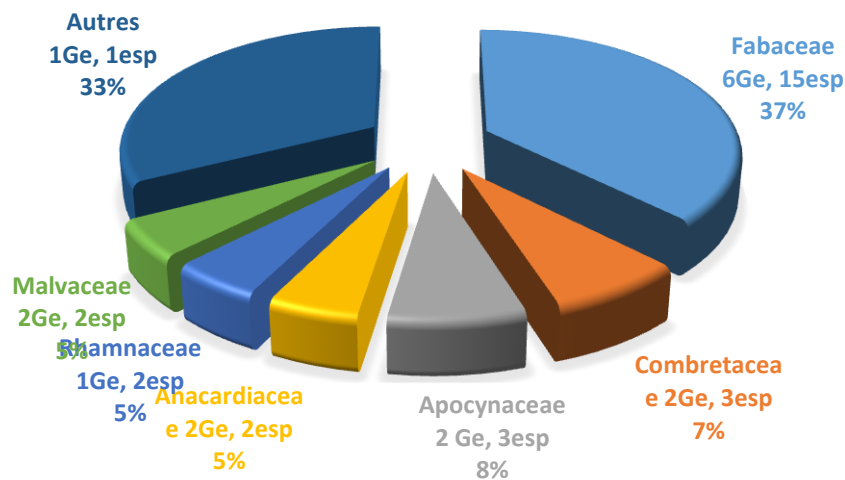


Figure 4 : Pourcentages des familles dans le peuplement ligneux.

3.2. Indice de diversité de Shannon Weaver (H') et Equitabilité de Pielou E

L'analyse des indices de Shannon (H') et de l'équitabilité de Pielou (E) consignés dans le **tableau 1** révèle que la diversité alpha présente une faible valeur de 2,5 bits dans la zone d'étude. Ainsi par discrimination des sites, la zone agricole et la sylvopastorale ont également un indice de diversité faible dont 2,01 bits dans la zone sylvopastorale et 2,8 bits dans la zone agricole. Quant à l'équitabilité de Pielou, elle est également faible avec 0,4 dans la zone sylvopastorale, 0,6 dans la zone agricole, et 0,5 dans l'ensemble de la zone d'étude. En tenant compte de ces valeurs faibles, il y a une dominance plus marquée de l'espèce *H. thebaica* respectivement dans la zone sylvopastorale qu'en zone agricole.

Tableau I : Indice de Shannon et l'équitabilité de Pielou

Sites	Indice de Shannon	Diversité spécifique	Hmax	Equitabilité de Pielou
Zone d'étude	2,5	28	4,8	0,5
Zone agricole	2,8	28	4,8	0,6
Zone sylvopastorale	2,01	23	4,5	0,4

3.3 Paramètre dendrométrique

L'ensemble des paramètres dendrométriques calculés sont consignés dans le **tableau II** ci-dessous.

3.3.1 Recouvrement

L'analyse du **tableau 6** montre que le recouvrement dans l'ensemble de la zone d'étude pour toutes espèces cumulées est de 14,9% et par type d'écosystèmes, il est de 11,94% dans la zone agricole et 11,03% dans la zone sylvopastorale. Cependant, le recouvrement de *H. thebaica* en fonction de ces milieux est de 7,69 % dans la zone d'étude, 2,74% dans la zone agricole et 13,58% dans la zone sylvopastorale. Malgré ces valeurs faibles, par comparaison, le recouvrement de *H. thebaica*, dans la zone sylvopastorale emporte sur celui de la zone agricole.

3.3.2 Surface terrière

La surface terrière de *H. thebaica* et la surface terrière de toutes espèces cumulées sont plus importantes dans la zone sylvopastorale, respectivement avec 1,57 m²/ha et 3,68 m²/ha que dans la zone agricole respectivement de 0,6m²/ha et 2,73m²/ha. En plus, la contribution en surface terrière de *H. thebaica* dans la zone sylvopastorale (42,66%) est largement supérieure à celle de la zone agricole (21,98%) et proche de celle de la zone d'étude (47,81%).

3.3.3 Densité

La densité des individus de *H. thebaica* dans la zone d'étude présente un nombre variable en fonction des sites. En effet, la densité des individus de *H. Thebaica* est plus importante dans la zone sylvopastorale qu'en zone agricole respectivement de 75,45 individus /ha, 47,09 individus/ha.

3.3.4 Taux de régénération

L'ensemble d'espèces présentent un fort taux de régénération de dans tous les sites parcourus. Ainsi, il est de 77,08% dans l'ensemble de la zone d'étude, de 76,33% dans la zone agricole et 77,02% dans la zone sylvopastorale.

Tableau I : recouvrement, surface terrière et densité en fonction des sites

Paramètre	Zone d'étude	Zone agricole	Zone sylvopastorale
Recouvrement(%) de <i>Hyphaenethebaica</i>	7,69	2,74	13,58
Recouvrement(%) des espèces cumulées	14,9	11,94	11,03
Surface terrière (m ² /ha) de <i>Hyphaenethebaica</i>	1,42	0,6	1,57
Surface terrière (m ² /ha) des espèces cumulées	2,97	2,73	3,68
contribution en surface terrière (%) de <i>H.thebaica</i>	47,81	21,98	42,66
Densité de <i>Hyphaenethebaica</i>	33,09	47,09	75,45
Taux de régénération (%)	77,08	76,33	77,02

3.3.5 Test de Tukey

Il ressort de l'analyse de tableau 3 que, statiquement il n'y a pas de différence significative entre les placettes de la zone sylvopastorale d'après le test de Tukey réalisé entre les recouvrements et les surfaces terrières. Quant à la zone agricole il n'y a pas également de différence significative de la surface terrière mais il existe statiquement une différence significative par le recouvrement.

Tableau II : Test de Tukey.

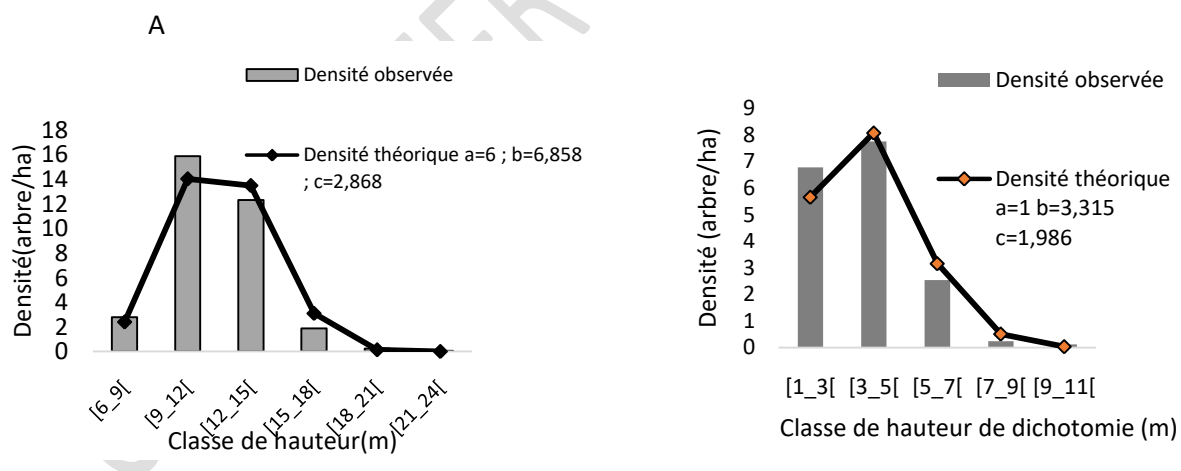
Sites	Zone sylvopastorale		Zone agricole	
	Recouvrement	Surface terrière	Recouvrement	Surface terrière
A	0,03±0,03a	0,01±0,01a	0,03±0,03ab	0,005±0,007a
B	0,03±0,03a	0,01±0,01a	0,03±0,03ab	0,005±0,007a
C	0,03±0,03a	0,01±0,01a	0,03±0,03ab	0,005±0,007a
P-Value	0,949	0,837	0,015	0,472

3.4. Structure démographique

L'analyse de la **figure 5a** montre que la structure en classe de hauteur du peuplement à *H. thebaica* est caractéristique d'une répartition qui s'ajuste à la distribution théorique de Weibull avec le paramètre de forme $c = 2,868$ compris entre 1 et 3,6 ($1 < c < 3,6$). En effet la distribution est asymétrique positive, caractéristique des peuplements avec prédominance d'individus jeunes ou de faible diamètre. Ainsi, les individus les plus représentés sont compris entre l'intervalle de [9_12[m suivis de ceux de [12_15[m et ceux de [18_21[et [21_24[m sont quasi-absents.

L'analyse de la **figure 5b** révèle que la majorité des individus ont une hauteur fût comprise entre [3_5[m suivi de [1_3[m, et ceux qui ont des hauteurs fûts comprises entre [7_9[et [9_11[sont moins représentés.

Dans la zone agricole, le nombre de dichotomie compris entre 1 et 3 est plus de 10 pieds de *H. thebaica*/ha (Figure 5c). Ce nombre est le plus élevé dans cet intervalle et moins de 2 pieds de *H. thebaica*/ha pour les intervalles allant jusqu'à 11 et atteigne 25 pieds/ha dans la zone sylvopastorale (Figure 5d).



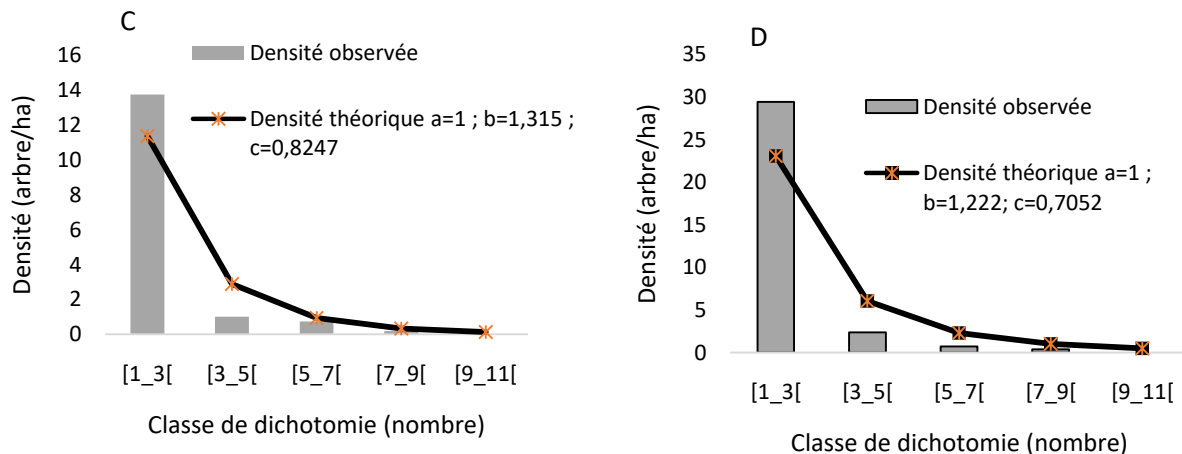


Figure 5 structure démographique de la population de *H. thebaica*

3.4.1 Coefficient de Sorensen

Le taux de variation en composition des communautés dans la zone sylvopastorale et zone agricole est de 75,56, ce qui montre une ressemblance entre les deux milieux.

3.4.2. Hauteur de Lorey

L'analyse des données révèle que la hauteur de Lorey calculée de l'espèce *H. thebaica* est de 13m, 13,76m et 11,94m respectivement dans la zone d'étude, la zone agricole et la zone sylvopastorale. La hauteur moyenne de 11,94 m de la zone sylvopastorale inférieure à celle de 13,74m de la zone agricole s'explique par le fait que la zone sylvopastorale à plus d'individus jeune que la zone agricole.

3.4.3. Indice de valeurs d'importance

L'indice de valeur d'importance des espèces écologiquement importantes sont consignées dans le **tableau 9**. Ainsi l'analyse du (Tableaux) montre que *H. thebaica* est écologiquement la plus importante suivie de *F. albida*, *B. rufescens* et *B. aegyptiaca* avec des valeurs respectives de 159,69 ; 21,68 ; 16,85 et 12,35. En effet, ces quatre espèces dominent avec au total 70,17% dans la zone d'étude. Les espèces ayant le faible pourcentage (0.18%) sont :

V.doniana, *C. nilotica*, *A. digitata*. L'indice de valeur d'importance de toutes les espèces ligneuses recensées sont consignées dans le tableau à l'annexe5.

Tableau III : Valeur de l'indice de valeur d'importance

Espèces	fr-relative	fr-dom-basale	Fr-dom-rel	IVI
<i>Hyphaenethebaica</i>	60,10989011	47,99905611	51,58898099	159,6979272
<i>Faidherbiaalbida</i>	4,395604396	3,385282354	13,90640355	21,6872903
<i>Bauhinia rufescens</i>	7,692307692	4,006355638	5,15157633	16,85023966
<i>Balanites aegyptiaca</i>	4,835164835	4,135479801	3,385282354	12,35592699

3.4.4. Répartition par sexe

La répartition par sexe des individus de *H. thebaica* en milieu naturel montre sur l'ensemble des individus échantillonnés, 53% des individus sont des pieds femelles et 43% des mâles. Au regard de ce pourcentage, il y a sensiblement une égalité entre les individus mâle et femelle. En effet, cette proportion quasi-égale est liée au fait que le peuplement est naturel, et est issue par la semi des graines.

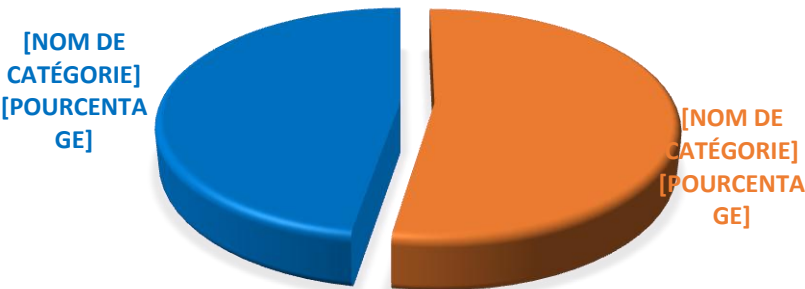


Figure 6 : Répartition des pieds de *H. thebaica* en fonction du sexe.

DISCUSSION

La richesse spécifique comporte 40 espèces ligneuses réparties en 28 genres et 19 familles dont les plus représentés sont les Fabaceae. Ces résultats sont similaires à ceux de ALI et *al.*, 2017 qui a trouvé 42 espèces dans le parc agroforestier à *D. mespiliformis* dans la vallée de Goulbi n'kaba au centre Sud du Niger. Par contre ces résultats sont différents de ceux de Souley et *al.*, 2018 qui a trouvé 99 espèces dans la vallée de Goulbi n'kaba, département de Mayahi. Cela pourrait être expliqué par le fait que l'étude floristique a tenu compte des herbacées. Toutes les espèces rencontrées dans les champs sont aussi présentes dans la vallée. L'indice de diversité et l'équitabilité de Pielou sont faibles respectivement de 2.5 bits et 0,5. Ces résultats sont comparables à ceux de Soukaradji et *al.*, 2019 qui a trouvé les valeurs faibles d'indices de Shannon-Weiner et d'équitabilité de Piélou ; 2,5 bits et 0,5 bits dans les parcs agroforestiers adjacents à la forêt protégée de Baban Rafi au Niger.

Les valeurs du recouvrement, de la surface terrière ainsi que celle de la densité sont supérieures dans la vallée qu'aux champs. La densité du peuplement dans la zone sylvopastorale est plus élevée que celle des champs avec respectivement 75 pieds/ha et 47 pieds/ha. En effet, la densité dans la vallée est presque double de celle des champs. Ce résultat est similaire à celui de Régis et *al.*, 2008 qui ont trouvé que la strate agricole présente deux fois moins de doums adultes que la zone pastorale. Cette différence de densité de la zone sylvopastorale par rapport aux champs s'explique parce que la vallée possède un potentiel de régénération plus dynamique en raison du cours d'eau qui s'écoule dans cette partie facilitant la germination des graines tombés au sol. En plus l'humidité après la saison pluvieuse favorise la croissance des jeunes plants jusqu'à un stade leur permettant atteindre la prochaine saison pluvieuse en vie.

468 La structure en classe de hauteur du peuplement à *H. thebaica* est asymétrique positive,
469 caractéristique des peuplements avec prédominance d'individus jeunes ou de faible diamètre.
470 Ces résultats corroborent ceux de Ali et *al.*, 2017 dans le parc agroforestier à *D. mespiliformis*
471 dans la vallée de Goulbi n'kaba. Les espèces les plus écologiquement importantes sont *H.*
472 *thebaica*, *F. albida*, *B. rufescens*, et *B. aegyptiaca*. Cette prédominance s'explique par le fait
473 que la zone constitue d'un côté l'habitat de ces espèces (Arbonnier, 2004) mais surtout ces
474 espèces sont appréciées par les animaux et que le passage dans le tube digestif réduit la
475 dormance tégumentaire à travers les activités des diastases digestives des animaux favorisant
476 ainsi la germination et le renouvellement de ses espèces. De plus les activités des projets et
477 ONG et les rares patrouilles des agents des eaux et forêts ont favorisés la survie grâce à la
478 promotion des bonnes pratiques agroforestières.

479 La régénération est importante dans la zone d'étude avec 201 rejets/ ha soit 77%. Suivant la
480 zone sylvopastorale et la zone agricole, la régénération est respectivement égale à 252
481 rejets/ha et 151 rejets/ha soit 77,02% et 76,33. Ces valeurs sont inférieures à ceux de Regis et
482 *al.*, 2008 qui ont trouvé le nombre de rejets de 1 600 rejets/ha en zone agricole et 1 850
483 rejets/ha en zone pastorale. Ces rejets est une forme d'adaptation surtout pour *H. thebaica* qui
484 à chaque coupe réagit en produit des rejets de souche ce qui lui permet de coloniser un grand
485 espace.

486 Le pourcentage des individus mâles 47% est sensiblement égal au pourcentage des individus
487 femelles 53%. Ces résultats sont différents de ceux de Regis et *al.*, qui ont trouvé que les
488 palmiers mâles sont majoritaires (57 % des doums déterminés). Cela pourrait être expliquer
489 par le fait que les individus mâles sont très exploités comme bois de service a cause de sa
490 rigidité.

491 Les études ethnobotaniques montrent que toutes les parties de *H. thebaica* sont utilisées.
492 L'usage et l'exploitation des différentes parties issues de *H. thebaica* sont rapportés par

plusieurs auteurs (Regis et al, 2008 Abdou et al, 2021). Cette espèce possède, de la feuille aux racines, plusieurs usages notamment en vannerie, en alimentation humaine, en pharmacopée traditionnelle, bois de service, bois de chauffe, pâturage et les touffes fertilisent les cultures dans les champs

CONCLUSION

Au terme de cette étude menée dans la vallée de Goulbi n'kaba, 40 espèces ligneuses ont été inventoriées réparties en 28 genres et 19 familles dont la famille la plus représentée est celle des Fabaceae. L'espèce la plus dominante est *H. thebaica*. L'indice de diversité étant égal à 2,5 bits dans la zone d'étude suivant la zone agricole et la zone sylvopastorale la phytodiversité reste faible (<3 bits). L'analyse des paramètres dendrométriques montre que le recouvrement de *H. thebaica*, la surface terrière, et le taux de régénération sont plus important dans la zone sylvopastorale que la zone agricole. La structure en classe de hauteur de *H. thebaica* s'ajuste à la distribution théorique de Weibull avec le paramètre de forme $c = 2,868$ compris entre 1 et 3,6 ($1 < c < 3,6$). En effet la distribution est asymétrique positive, caractéristique des peuplements avec prédominance d'individus jeunes ou de faible hauteur. Le peuplement à *H. thebaica* est caractérisé par des individus plus âgés et dont la hauteur dépasse les 9 m avec le nombre de dichotomie plus dominant compris entre 1 et 3. *H. thebaica* est l'espèce la plus dominante dans la zone d'étude et partage le même pourcentage d'individus mâles et femelles. Cela constitue un bon indicateur pour la gestion durable de cette essence qui résiste dans cette malgré sa régression. Il serra judicieux de trouver un mécanisme favorisant sa régénération telles que la semi et la régénération naturelle assistée.

Références bibliographiques

1. **ABDOU Kona K., LAWALI S., BOUREIMA S., LAOUALI S.,** 2021 Profils caractéristiques des exploitants des palmes *d'Hyphaenethebaica* L. Mart. de la vallée du Goulbi N'kaba dans le département de Mayahi au centre-sud du Niger. *Journal of Applied Biosciences* 167: 17358 – 17374 ISSN 1997-5902
2. **Alhassane A., Soumana I., Karim S., Chaibou I., Mahamane A., Saadou M.,** 2017. Flore et végétation des parcours naturels de la région de Maradi, Niger. *Journal of Animal & Plant Sciences*, 34(1) : 5353 – 5375.
3. **ALI A., L. ABDOU, S. DOUMA, A. MAHAMANE et M. SAADOU,** 2016 “Les ligneux alimentaires de soudure dans les communes rurales de Tamou et Tondikiwindi : diversité et structure des populations”, *Journal of Animal & Plant Sciences*. Vol. 31, Issue 1 (2016) 4889 – 4900
4. **ALI A., Boubé. M., Maman Maarouhi. I., Salamatou A., Ali M., et Mahamane S.,** 2017. Caractérisation des peuplements ligneux des parcs agroforestiers à *Diospyros mespiliformis* dans le centre du Niger, *Afrique science* 13(2), 87-100
5. **Ali Alhassane, Soumana Idrissa, Ali Mahamane,** 2021 “La vallée fossile de Goulbi N'kaba au Niger, ressources et potentialités agro-sylvo-pastorales.” *IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science (IOSR-JAVS)*, 14(6), 2021, pp. 18-27.
6. **Arbonnier, M.,** 2004. Trees, shrubs and lianas of West African dry zones. CIRAD, Margraf Publishers GmbH, MNHN, Paris, France. 573 pp.
7. **ARBONNIER, CIRAD - MNHN - UICN,** Montpellier (France), (2000) 541 p.
8. **CIRAD,** 2004 Ministère de l'hydraulique, de l'environnement et de la lutte contre la désertification (Niger) - NER, CIRAD-FORET - FRA, Louis Berger International - USA. 2004. Plan d'aménagement de la doumeraie du Goulbi N'kaba (Mayahi). Montpellier : CIRAD-Forêt-Louis Berger International, 122 p.

9. **Curtis, J. T. et R. P. Macintosh**, 1950, The interrelations of certain analytic and synthetic phytosociological characters, *Ecology* 31, pp. 435-455.
DOI : [10.2307/1931497](https://doi.org/10.2307/1931497)
- Djogo J., Gibigaye M., Tenteb., Et Sinsin B., (2012).** Analyses écologique et structurale de la forêt communautaire de Kaodji au Bénin.
10. **Douma S. A, 2016.,** ‘‘Etude ethnobotanique et écologique des plantes ligneuses alimentaires de soudure des systèmes agroforestiers du sud-ouest du Niger : diversité, structure et niveau de menace’’, Thèse de doctorat, Université Abdou Moumouni de Niamey’’, (2016) 110 p.
11. **Frontier, Serge; Pichod-Viale Denise,**1993 [Écosystèmes : structure, fonctionnement, évolution / Serge Frontier, Denise Pichod-Viale](#) Paris ; Milan ; Barcelone : Masson;
12. **Garba A., Abdou A., Soumana D., Abdoul Kader S. S. et Ali M., 2020.** Structure des populations de *Tamarindus indic* dans la zone Sud-Ouest du Niger. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 14(1): 126-142,
13. **Gboze A., Sanogo A., Amani B. et N’Djaj K., (2020).** Diversité floristique et valeur de conservation de la forêt classée de Badenou (Korhogo, côte d’ivoire), 73p.
14. **Giffard L.P., 1966.,** Le palmier doum, *Hyphaenethebaica* Mart. (L), *Revue bois et forêts des tropiques*, n°106, Mars-Avril 1966
15. **J. RONDEUX,** Les presses agronomiques de Gembloux, (2nd ed.), (1999)
16. **M. Hamissou I. S., Issa C., Idrissa S., Abdou L., Ali M., Maxime B., 2018.** Valeurs pastorales et productivités inter-décennale des parcours de la vallée de Goulbi N’kaba au Niger *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 24 (1), 220-239
17. **Mahaman Hamissou I. S., Karim S., Issa C., Boubacar M. Moussa, Ali M., Mahamane S. 2018** diversité inter décennale de la végétation de la vallée de Goulbi n’kaba *European scientific journal* 14 (9) ; 161-183.

18. **Moussa H., 1997.** Germination du palmier doum (*Hyphaenethebaica* Mart.) et analyse de son interaction avec le mil (*Pennisetum glaucum* L.) en zone semi-aride du Niger. Thèse de doctorat, Université de Laval, Québec au Canada. 177 p.
19. **Ngom D., Camara B., Sagna B., et Gomis Z., (2018).** Cortège floristique, paramètres structuraux et indicateurs d'anthropisation des parcs agroforestiers à *Elaeis guineensis* Jacq. en Basse Casamance, Sénégal. vol.36. Université Cheikh Anta-Diop et Université Assane SECK de Ziguinchor. <http://www.m.elewa.org/JAPS>.
20. **Onana, J.; Devineau, J. L., 2002.** *Aziziana africana* Smith ex Persoon dans le Nord-Cameroun. Etat actuel des peuplements et utilisation pastorale. Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Trop., 55 (1): 39-45
21. **OSEMEBOGBADEBO J. · 1995** · Land tenure impact on biotic conservation ; Periodical: Splash. Volume: 11. Issue: 1. Period: January-September p13-16, [26https://africabib.org/rec.php?RID=Q00015513&DB=p](https://africabib.org/rec.php?RID=Q00015513&DB=p)
22. **Ramade, F. (2008).** Dictionnaire Encyclopédique des sciences de la nature et de la biodiversité. Dunod, 726.
23. **Régis P., Claudine S. D. et Aboubacar I., 2008.** Valoriser les produits du palmier doum pour gérer durablement le système agroforestier d'une vallée sahélienne du Niger et éviter sa désertification. *OpenEdition Journals*. Vol. 8 Numéro 1
24. **Saadou. M., 1990.,** La végétation des milieux drainés nigériens à l'Est du fleuve Niger. Thèse de Doctorat ès -Sciences Naturelles. Université de Niamey. (1990).
25. **Soromessa, T., 2011.** *Hyphaenethebaica* (L.) Mart. [Internet] Fiche de PROTA4U. Brink, M. & Achigan-Dako, E.G. (Editeurs). PROTA (Plant Resources of Tropical Africa / Ressources végétales de l'Afrique tropicale), Wageningen, Pays Bas. <http://www.prota4u.org/search.asp>. Visité le 28 août 2021 .

- 588 **26. Soukaradji B., Abdou A. , Idrissa S., Aboubacar I., Saley K. et Ali M.,**
589 **2019.,**Structure et diversité des parcs agroforestiers adjacents à la forêt protégée
590 deBaban Rafi, Niger - Afrique de l'Ouest
- 591 **27. Souley M. H. I., Karim S., Issa C., Boubacar M. M. 2018.** "Diversité Inter
592 Décennale De La Végétation De La ValléeDe Goulbi N'Kaba." European Scientific
593 Journal, ESJ 14(9): 161 - 183.SUN (2008).Méthode d'étude et analyse de la flore et de
594 la végétation tropicale. Actes de l'atelier sur l'harmonisation des méthodes. Niamey
595 du 4 au 9 août 2008.
- 596 **28. Von Maydell, H.-J., 1986.** Trees and shrubs of the Sahel: theircharacteristics and
597 uses. Schriftenreihe der GTZ No 196. Deutsche Gesellschaft
598 fürTechnischeZusammenarbeit, Eschborn, Germany. 525 pp.