

République du Bénin  
**UNIVERSITE D'ABOMEY-CALAVI**  
**Faculté des Sciences Humaines et Sociales**  
Département de Géographie et Aménagement du Territoire  
Revue semestrielle de Géographie du Bénin  
ISSN 1840-5800

**N° 27 JUIN 2020**

**BenGéO**



*Habitation conique traditionnelle des colons agricoles des formations naturelles au sud-ouest du bassin versant de l'Ouémé supérieur au Bénin, et un grenier de stockage des produits agricoles.*

*Prise de vue : Plagbéto H. A., mai 2016*

Toute reproduction, même partielle de cette revue est rigoureusement interdite. Une copie ou reproduction par quelque procédé que ce soit, photographie, microfilm, bande magnétique, disque ou autre, constitue une contrefaçon passible des peines prévues par la loi 84-003 du 15 mars 1984 relative à la protection du droit d'auteur en République du Bénin.

**Directeur de publication**

Toussaint Vigninou (MC)

*Chef du Département de Géographie et Aménagement du Territoire*

**Directeur de publication Adjoint**

Sylsain Vissoh (MC)

**Rédacteur en Chef**

Vincent O.A. Orékan (PT)

**Rédacteur-Adjoint**

Ibouraïma Yabi (MC)

**Comité de Rédaction**

Germain Gonzallo (PT), Moussa Gibigaye (MC), Eric Tchiboza (MC), Léocadie Odoulami (PT), Ismaïla Toko Imorou (MC), Thiéry Azonhè (MC), Cyr G. Eténé (MC)

**Comité Scientifique**

Michel Boko (PT, Bénin), Expédit Vissin (PT), Jean Cossi Houndagba (MC), Omer Thomas (MC), Élisabeth Dorier-Apprill (PT, France), Jérôme Aloko (PT, Côte d'Ivoire), Thiou Tchamié (PT, Togo), Brice A. Sinsin (PT, Bénin), Tanga-Pierre Zoungrana (PT, Burkina Faso), Robert Ziavoula (PT, Congo), Benoît N'Bessa (PT, Bénin), Henri K. Motcho (PT, Niger), Christophe Houssou (PT, Bénin), Constant Houndénou (PT, Bénin), Odile Dossou Guèdègbé (PT, Bénin), Placide Clédjo (PT, Bénin), Léon Bani Bio Bigou (PT, Bénin), Edinam Kola (PT, Togo), Antoine Tohozin (PT, Bénin), Yolande Berton-Ofouéme (PT, Congo), Céline Yolande Koffie-Bikpo (PT, Togo),.

**Mise en page**

Hermann A. Plagbéto (Dr)

**Correspondance**

**Comité de Rédaction de la Revue de Géographie BenGéO**

***Département de Géographie et Aménagement du Territoire,***

***01BP526 COTONOU (République du Bénin)***

*GSM: 0022996159897//95142480*

*E-mail: [dgatflash.uac@gmail.com](mailto:dgatflash.uac@gmail.com)*

## SOMMAIRE

<b>MAZO Ismaël*</b> , <b>ZAKARI Soufouyane</b> , <b>TOKO IMOROU Ismaïla</b> : <i>Diversité et structure de la végétation ligneuse dans la forêt classée de Goungoun et ses terroirs riverains au nord-Bénin</i>	4
<b>KOUADIO Kouakou Abraham</b> , <b>GOGBE Téré</b> : <i>Diagnostic de l'activité touristique dans le département de Tiassalé (Côte d'Ivoire)</i>	28
<b>DJESSONOU Franco-Néo Camus</b> , <b>AHOMADIKPOHOU Louis</b> , <b>HOUNKANRIN Barnabé</b> , <b>DADJO Moreno</b> , <b>OGOUALÉ Euloge</b> , <b>DIPAMA Jean Marie</b> : <i>Caractérisation et performance techniques des exploitations agricoles dans le doublet Djidja-Za-Kpota (Bénin, Afrique de l'ouest)</i>	48
<b>KPEROU GADO Byll Orou</b> , <b>TOKO IMOROU Ismaïla</b> , <b>OUMOROU Madjidou</b> : <i>Impacts socioéconomiques de la transhumance transfrontalière dans la zone riveraine de la réserve de biosphère transfrontalière du W au nord-Bénin</i>	70
<b>AHONONGA Fiacre Codjo</b> , <b>GOUWAKINNOU Gérard Nounagnon</b> , <b>BIAOU Samadori Sorotori Honoré</b> , <b>AHOANDJINOUE Olivier</b> : <i>Affectation des terres et vulnérabilité des écosystèmes du domaine soudano-guinéen au Bénin de 1995 à 2015</i>	98
<b>MENSAH Gildas K. S.</b> <b>ZAKARI Soufouyane</b> , <b>TOKO IMOROU Ismaïla</b> : <i>Végétation des palais royaux, des bois et sites sacrés de la ville d'Abomey (Afrique de l'ouest)</i>	124
<b>BOUKARI Saliou</b> , <b>Ousséni AROUNA</b> , <b>TOKO IMOROU Ismaïla</b> , <b>TENTE A. H. Brice</b> et <b>SINSIN Brice Augustin</b> : <i>Dynamique spatio-temporelle de l'occupation des terres des reliques forestières et leurs périphéries autour de la lagune côtière du Bénin</i>	144
<b>DIOBO Kpaka Sabine Epse DOUDOU TRAORE Moussa</b> : <i>Variabilité pluviométrique et autres facteurs influençant la production de l'igname à kong</i>	170
<b>OSSENI Abdel Aziz</b> , <b>GBESSO Gbodja Houéhanou François</b> , <b>AGUIA DAHO Jacques Evrard Charles</b> , <b>SINSIN Brice Augustin</b> : <i>Influence des actions anthropiques sur la qualité paysagère des plantations d'alignement dans la ville de Porto-Novo au Bénin</i>	191
<b>KOFFI Kan Emile</b> : <i>Zones humides intra-urbaines et déchets anthropiques dans la ville de Bouaké</i>	213
<b>MISSIHOUN T.</b> , <b>ASSABA H. M.</b> , <b>ADETOLA V. VISSIN E. W.</b> , <b>YOROU CHABI O. B.</b> , <b>BANKOLE H. S.</b> : <i>Etat des lieux des connaissances techniques de traitement et des modes de gestion des déchets biomédicaux liquides dans les structures transfusionnelles du Bénin</i>	235
<b>SABO S. Denis</b> ; <b>BONOU Dominique</b> ; <b>YABI Ibouraima</b> et <b>CLEDJO F.Placide</b> : <i>Gestion de la transhumance transfrontalière dans les Communes de Savè et de Ouèssè : Pratiques et limites</i>	256

**DIVERSITE ET STRUCTURE DE LA  
VEGETATION LIGNEUSE DANS LA FORET  
CLASSEE DE GOUNGOUN ET SES TERROIRS  
RIVERAINS AU NORD-BENIN**

**DIVERSITY AND STRUCTURE OF THE WOODY  
VEGETATION IN THE GOUNGOUN CLASSIFIED  
FOREST AND ITS RIPARIAN SOILS IN NORTH  
BENIN**

**MAZO Ismaël\*, ZAKARI Soufouyane, TOKO IMOROU  
Ismaïla**

*Laboratoire de Cartographie (LaCarto), Université d'Abomey-Calavi (UAC),  
10BP1082 Cotonou-Houéyihou, Bénin.*

*Email : [mazoismael7@gmail.com](mailto:mazoismael7@gmail.com), [soufouyanez@yahoo.fr](mailto:soufouyanez@yahoo.fr), [ismael\\_toko@yahoo.fr](mailto:ismael_toko@yahoo.fr)*

**Résumé**

Les facteurs anthropiques fragilisent les écosystèmes de la forêt classée de Goungoun et de ses terroirs riverains (FCGTR) au Nord-Bénin. Cette recherche vise à caractériser la diversité floristique et la structure de la végétation ligneuse dans la FCGTR. Les données floristiques ont été collectées suivant l'inventaire forestier dans des placeaux de 18 m de rayon dans les différentes végétales et des cultures du milieu. Les indices de diversités et les paramètres structuraux ont été déterminés par formation végétale. Les résultats révèlent un cortège floristique de 55 espèces ligneuses réparties en 43 genres et 23 familles. Les familles les plus représentées sont Leguminosae-Caesalpinioideae (18,18 % d'espèces), Combretaceae (16,36 % des espèces), Leguminosae-Mimosoideae et Leguminosae-Papilionoideae avec 7,27 % d'espèces chacun. L'indice de Shannon varie de  $1,2 \pm 5,5$  bits (Champs) à  $2,8 \pm 0,82$  bits (Galleries forestières). La densité la plus faible est obtenue dans les champs ( $37,61 \pm 28,28$  tiges/ha) et la plus forte dans les savanes boisées ( $394,45 \pm 53,22$  tiges/ha). La surface terrière la plus forte est obtenue dans les savanes boisées ( $11,53 \pm 5,01$  m<sup>2</sup>/ha) et la plus faible dans les savanes arbustives ( $2,64 \pm 2,67$  m<sup>2</sup>/ha). Le diamètre moyen le plus grand est obtenu au niveau des champs avec  $27,44 \pm 11,33$  cm. La structure diamétrique des arbres au niveau de l'ensemble des formations végétales est caractérisée par

l'absence des individus de grandes tailles ou de gros diamètres. C'est la conséquence directe de la déforestation et de la dégradation des ressources naturelles en cours dans cette partie du Bénin.

**Mots clés :** Diversité spécifique, composition floristique, mesures dendrométriques, Forêt Classée, Goungoun

### **Abstract**

Anthropogenic factors weaken the ecosystems of the classified forest of Goungoun and its riparian lands (FCGTR) in North Benin. This research aims to characterize the floristic diversity and the structure of the woody vegetation in the FCGTR. Floristic data were collected according to the forest inventory in plots of 18 m in radius in the various plants and cultures of the environment. Diversity indices and structural parameters were determined by plant formation. The results reveal a floristic procession of 55 woody species divided into 43 genera and 23 families. The most represented families are Leguminosae-Caesalpinioideae (18.18% of species), Combretaceae (16.36% of species), Leguminosae-Mimosoideae and Leguminosae-Papilionoideae with 7.27% of species each. The Shannon index ranges from  $1.2 \pm 5.5$  bits (Fields) to  $2.8 \pm 0.82$  bits (Forest galleries). The lowest density is obtained in fields ( $37.61 \pm 28.28$  stems / ha) and the highest in wooded savannahs ( $394.45 \pm 53.22$  stems / ha). The highest basal area is obtained in wooded savannahs ( $11.53 \pm 5.01$  m<sup>2</sup> / ha) and the lowest in shrub savannas ( $2.64 \pm 2.67$  m<sup>2</sup> / ha). The largest mean diameter is obtained at field level with  $27.44 \pm 11.33$  cm. The diametric structure of trees at the level of all plant formations is characterized by the absence of individuals of large sizes or large diameters. This is the direct consequence of the deforestation and degradation of natural resources underway in this part of Benin.

**Keywords:** Specific diversity, floristic composition, dendrometric measurements, Classified Forest, Goungoun

## **1. Introduction**

Récemment, le rôle des écosystèmes forestiers dans le changement climatique a suscité un grand intérêt pour la recherche et le développement forestier.

Depuis la Conférence de Rio en 1992, les problèmes de dégradation des ressources naturelles sont devenus une préoccupation majeure pour le monde scientifique et la communauté internationale. Selon la FAO (2018, p.17) la dégradation des écosystèmes forestiers, représente l'une des plus importantes causes de réduction de la

biodiversité dans le monde. Elle est le plus souvent liée aux activités humaines et induit la fragmentation des habitats naturels devenue l'un des processus dominants de la dynamique paysagère. Par la réduction de la taille des fragments et l'augmentation de leur isolement (Bogaert *et al.*, 2004 ; p. 64) la fragmentation modifie la dynamique des forêts tropicales et altère les cycles de reproduction des espèces (Aguilar *et al.*, 2006 ; p. 972 ; Lindenmayer *et al.*, 2006 ; p. 952). Elle modifie également le microclimat au sein des formations végétales fragmentées par une baisse de l'humidité et une augmentation de l'éclairement (Heithecker *et al.*, 2007 ; p. 168), ce qui stimule la prolifération des héliophytes invasives comme *Chromolaena odorata* (L.). Ce microclimat augmente la sensibilité des fragments forestiers au feu (Y. S. S Barima *et al.*, 2010, p. 618).

En somme, la dégradation des habitats naturels peut donc induire des modifications de la configuration des formations végétales, leur diversité et leur structure, ainsi que de leur composition floristique (Cabacinha *et al.*, 2009 ; p. 2160).

Au Bénin, les formations végétales sont en voie d'épuisement. Elles subissent des processus de déforestation ou de dégradation plus ou moins sévères entraînant des impacts négatifs sur les écosystèmes. En 1990, 100 000 hectares de végétation naturelle sont détruits à des fins culturelles. En 2004, la consommation en énergie est de 79 % pour la biomasse. Dans le Département de l'Alibori, 93 % des ménages utilisent le bois comme combustible. Dans la commune de Kandi, 88 % utilisent le bois et 100 % des ménages utilisent le bois de feu dans la commune de Malanville (IFN, 2007). Orékan *et al.* (2007), ont montré que l'homme par ses pratiques culturelles itinérantes, les exploitations abusives des forêts, l'extension de l'élevage, de la chasse et les pratiques de feux de végétation, demeurent les principaux agents de l'évolution régressive des écosystèmes forestiers. Ces perturbations ont désormais franchi les limites des aires protégées qui sont prise d'assaut par les populations riveraines et autres acteurs qui en tirent l'essentiel de leurs besoins alimentaires et monétaires.

Par ailleurs, la forêt classée de Goungoun joue un rôle très important dans le quotidien des populations riveraines à travers les biens et services écosystémiques qu'elles en tirent depuis des décennies.

Depuis lors, elle subit une forte pression anthropique avec un taux de déforestation de 2,91 % entre 2000 à 2015 (Zakari *et al.*, 2018 ; p. 229). Cette déforestation peut affecter négativement la diversité floristique, la structure, la composition floristique et la capacité de séquestration du carbone atmosphérique de ladite forêt. Selon A. C. Adomou, (2005 ; p. 6), les formations végétales de cette zone sont soumises à la déforestation due au pâturage et à la culture extensive du coton.

L'analyse de la diversité floristique et de la structure de la végétation ligneuse paraît opportune dans ce contexte de pression sur les ressources naturelles de la forêt classée de Goungoun, pour mieux appréhender la structure et le fonctionnement des écosystèmes dans le but d'une gestion durable et concertée. La présente recherche a donc pour objectif de caractériser la diversité floristique et la structure de la végétation ligneuse de la forêt classée de Goungoun et ses terroirs riverains.

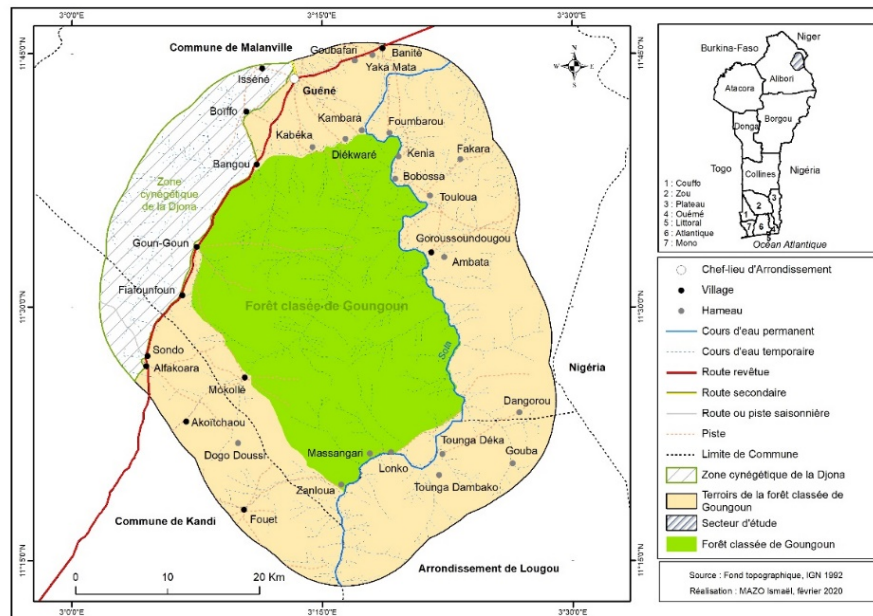
## **2. Matériel et méthodes**

### ***2.1. Milieu d'étude***

La forêt classée de Goungoun et ses terroirs riverains (FCGTR) sont à cheval entre les communes de Kandi, Malanville et de Ségbana entre 11°45'48'' et 11°51'47'' de latitude Nord et entre 3°01'50'' et 3°29'39'' de longitude Est. Ils partagent les arrondissements de Guéné, d'Angaradébou et de Lougou et couvrent une superficie de 186956,48 ha dont 73200 ha d'aires protégées et 113756,48 ha de périphérie. Le secteur d'étude est à cheval entre la zone agroécologique de l'extrême Nord-Bénin et la zone agroécologique cotonnières du nord Bénin. Sur le plan phytogéographique, la FCGTR se trouve entre les districts Mékrou-Pendjari et Borgou-Nord. Le paysage végétal est composé de savanes (saxicole, boisée, arborée et arbustive), de forêts galeries et de mosaïques de champs et jachères. Les groupes socioculturels majoritaires sont les Mokolé et les Dendi.

Le climat du secteur d'étude appartient au domaine soudano-sahélien. Il est sous la dépendance d'un climat tropical de type soudanien marqué par un régime pluviométrique unimodal à deux saisons : une saison sèche de novembre à mi-mai et une saison de

pluie de mi-mai à octobre avec un maximal de pluie en août (Adam et Boko, 1993, p. 20). La hauteur de pluie moyenne gravite autour de 900 mm par an. La température moyenne mensuelle tourne autour de 28,10 °C avec une valeur maximale de 38,75 °C (avril) et une valeur minimale de 16,21 °C (décembre). L'alizé maritime et l'alizé continental encore appelé harmattan sont les deux masses d'air du secteur d'étude. La forme du relief est un modelé d'ondulations de 20 à 40 mètres de dénivelé et de pente inférieure à 2 % (I. Toko Imorou, 2005, p. 25) et l'altitude varie entre 104 et 346 m.



**FIGURE 1** : Localisation géographique du secteur d'étude

## 2.2. Matériel

Le matériel d'étude est constitué de la flore ligneuse des différentes unités de végétation de la forêt classée de Goungoun.

Les outils de collecte sont constitués : du GPS pour la géolocalisation des placeaux, le pentadécamètre pour la délimitation des placeaux, un ruban pi pour la mesure des diamètres des arbres, le clisimètre pour la prise des visés, les fiches d'inventaire pour l'enregistrement des données et les papiers journaux pour la conception de l'herbier des espèces.

### 2.2.1. Echantillonnage et données collectées

L'échantillonnage est de type systématique stratifié. Les strates sont constituées des unités de végétation (forêt galerie, savane boisée, savane arborée, savane arbustive et champ). Dans chaque strate, un maillage systématique a été fait avec un pas de 3 km entre deux nœuds consécutifs. Ce sont ces nœuds qui ont été pris comme le centre de chaque placeau dans les différentes strates. Le nombre de placeau par strate est proportionnel à la superficie de cette dernière. Ainsi, un total de 150 placeaux circulaires de 18 m de rayon a été localisé et installés sur l'ensemble du secteur d'étude. Les données collectées par placeau sont : le DBH, la hauteur totale, le nombre d'individus et l'identifiant de chaque espèce. Le nom scientifique des spécimens non identifiés sur le terrain a été récolté et comparé à ceux de l'Herbier National du Bénin ou à partir des Flores (M. Arbonnier, 2002 ; A. Akoègninou *et al.*, 2006). La nomenclature adoptée est celle de la Flore Analytique du Bénin (A. Akoègninou *et al.*, 2006).

### 2.2.2. Méthode de traitement des données

#### ➤ Paramètres de diversité

La composition floristique a été appréhendée quantitativement à partir de :

- la richesse spécifique : nombre total d'espèces recensées par placeau ;
- la richesse en genre : nombre total de genres identifiés par placeau ;
- la richesse en familles : nombre total de familles identifiées par placeau.

La diversité spécifique a été analysée par strate en utilisant l'indice de diversité de Shannon (H') et l'équitabilité de Pielou (E), l'indice de Simpson (1-D) et l'indice de Hill (1-Hill). L'utilisation de ces indices de manière complémentaire permet une étude plus complète de la structure des communautés (Grall et Coïc, 2005 ; p. 70).

**L'indice de diversité de Shannon** a pour formule :

$$H' = - \sum_{i=1}^s \frac{n_i}{n} \log_2 \frac{n_i}{n}$$

$n_i$  : nombre d'individus de l'espèce  $i$ ,  $n$  : nombre total d'individus présent dans le placeau considéré,  $s$  : richesse spécifique du placeau.

Si  $H'$  tend vers sa valeur maximale, les conditions du milieu sont favorables pour l'installation des espèces. Par contre, lorsque  $H'$  tend vers 0, les conditions du milieu ne sont défavorables pour l'installation des espèces.

**L'équitabilité de Pielou (E)** a pour formule :

$$E = \frac{H'}{H'_{\max}} \quad \text{avec} \quad H'_{\max} = \text{Log}_2(s)$$

Si  $E$  tend vers 0, le milieu est très sélectif, une seule espèce domine tout le peuplement et, si  $E$  tend vers 1, le milieu est stable, les espèces ont des abondances identiques dans le peuplement.

**L'indice de Simpson** est exprimé par la formule :

$$D = \sum_{i=1}^s \frac{n_i(n_i - 1)}{n(n - 1)}$$

$n_i$  : nombre d'individu de l'espèce  $i$  et  $n$  le nombre total d'individu dans le placeau.

Plus la valeur de  $D$  est proche de 1, plus la diversité de l'habitat est faible et plus la valeur de  $D$  est proche de 0, plus la diversité de l'habitat est grande.

**L'indice de Hill** mesure de l'abondance proportionnelle, permettant d'associer les indices de diversité de Shannon et de Simpson. Sa formule est :

$$\text{Hill} = \frac{(1/D)}{\text{Exp}(H')}$$

$(1/D)$  représente l'inverse de l'indice de Simpson et  $\text{Exp}(H')$  l'exponentiel de l'indice de Shannon. La diversité maximale est représentée par la valeur 1, et la diversité minimale par la valeur 0.

#### ➤ Paramètres de structure

Les paramètres dendrométriques déterminés dans cette étude sont la densité, la surface terrière et le diamètre de l'arbre de surface terrière moyenne.

**Densité (arbres/ha) :** Elle indique la valeur moyenne du nombre d'individus de l'espèce par unité d'échantillon. La densité (D) des ligneux est calculé selon la formule :

$$N = \frac{n}{A}$$

$n$  : nombre d'arbres inventorié dans un placeau ;  $A$  : superficie du placeau ramenée à l'hectare (ha).

**Diamètre de l'arbre de surface terrière moyenne :** sa formule est suivante :

$$D_g = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n d_i^2}$$

$n$  : nombre d'arbres inventorié dans un placeau,  $d_i$  : diamètre de l'arbre  $i$  dans le placeau.

**Surface terrière (m<sup>2</sup>/ha) :** elle s'exprime en m<sup>2</sup>/ha selon la formule suivante :

$$G = \frac{\pi}{40000 A} \sum_{i=1}^n d_i^2$$

#### ➤ Structure en classes de diamètre des arbres

La répartition par classe de diamètre par formation végétale a été réalisée grâce au tableur Excel et ajustée à la distribution de Weibull dans le logiciel Minitab 14. La fonction de répartition de la distribution de Weibull est décrite par la formule suivante utilisée par I. Toko Imorou (2019, p29) :

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

$x$  = diamètre ou hauteur des arbres ;  $f(x)$  = valeur de densité de probabilité au point  $x$ ;

$a$  = paramètre de position; dans le cas présent,  $a = 10$  cm en ce qui concerne les diamètres des arbres ;  $b$  est le paramètre d'échelle ou de taille ; il est lié à la valeur centrale des diamètres des arbres du peuplement considéré et  $c$ 'est le paramètre de forme lié à la structure en diamètre considérée.

### 2.2.3. Analyse statistique des données

Le test d'homogénéité de Kruskal-Wallis ont été utilisés pour déterminer le degré de significativité de chaque strate de végétation. Le test de Kruskal-Wallis est un test non-paramétrique sur k échantillons indépendants.

## 3. Résultats

### 3.1 Diversité floristique ligneuse

La diversité floristique prend en compte le nombre d'espèce, de genre et de famille. Elle est présentée en fonction de l'aire protégée, des terroirs riverains et les unités de végétation. Le tableau I présente la composition floristique dans la forêt classée de Goungoun et ses terroirs riverains.

Tableau I : Composition floristique de la végétation ligneuse

Paramètres	Forêt galerie	Savane boisée	Savane arborée	Savane arbustive	Champ	
Espèces	AP	22	28	33	32	20
	TR	13	-	19	29	16
	<b>FCGTR</b>	<b>23</b>	<b>28</b>	<b>37</b>	<b>43</b>	<b>28</b>
Genres	AP	19	23	29	27	17
	TR	12	-	15	23	14
	<b>FCGTR</b>	<b>20</b>	<b>23</b>	<b>31</b>	<b>35</b>	<b>24</b>
Familles	AP	12	13	17	17	11
	TR	9	-	7	10	11
	<b>FCGTR</b>	<b>13</b>	<b>13</b>	<b>17</b>	<b>19</b>	<b>13</b>

*AP : Aire protégée, TR : Terroirs riverains, FCGTR : Forêt Classée de Goungoun et ses Terroirs Riverains ; les valeurs en gras sont celles de l'ensemble du secteur d'étude*

Source : Données de terrain, 2018

L'examen du tableau I montre que le nombre d'espèce le plus élevé se trouve dans les savanes arbustives avec 43 espèces suivies des savanes arborées (37 espèces). Les savanes boisées et les champs renferment le même nombre d'espèce.

Dans l'aire protégée les champs présentent le plus faible nombre d'espèce (20 espèces) contrairement aux terroirs riverains où se sont les galeries forestières qui renferment le plus faible nombre d'espèces (13 espèces). Ce qui montre l'effet des pressions anthropiques sur cette unité de végétation qu'est les galeries forestières. Par contre dans les champs on note une conservation des espèces à valeurs socioéconomiques.

En ce qui concerne le nombre de genre et de famille, les plus faibles sont obtenus dans les champs et les plus fortes dans au niveau des savanes arbustives. Les familles les plus représentatives dans l'ensemble du secteur d'étude sont les Leguminosea (32,73 %) et les Combretaceae (16,36 %). Cette même tendance s'observe aussi bien dans l'aire protégée que dans les terroirs.

### 3.2 Paramètres de diversité des formations végétales

La diversité dans les unités de végétation a été analysée à travers plusieurs paramètres dont l'indice de Shannon, l'équitabilité de Pielou, les indices de Simpson et de Hill. Le tableau II présente les paramètres de diversité des formations végétales de la forêt classée de Goungoun et ses terroirs riverains.

Tableau II : Paramètres de diversité des formations végétales

Formations végétales	Paramètres de diversité											
	H		S		Hmax		E		1-D		1-Hill	
	<i>m</i>	$\sigma$	<i>m</i>	$\sigma$	<i>m</i>	$\sigma$	<i>m</i>	$\sigma$	<i>m</i>	$\sigma$	<i>m</i>	$\sigma$
<b>Forêt galerie</b>	2,80	0,82	12,14	6,36	3,43	0,78	0,81	0,12	0,81	0,14	0,60	0,07
<b>Savane boisée</b>	2,87	0,43	10,89	3,82	3,38	0,44	0,85	0,05	0,83	0,06	0,64	0,06
<b>Savane arborée</b>	2,26	0,68	7,10	2,97	2,70	0,63	0,83	0,11	0,75	0,14	0,52	0,10
<b>Savane arbustive</b>	1,60	0,76	4,17	2,79	2,15	0,68	0,77	0,18	0,64	0,21	0,42	0,13
<b>Champ</b>	1,23	0,55	1,98	1,35	1,50	0,56	0,87	0,12	0,68	0,16	0,23	0,14

*H* : Indice de Shannon, *S* : Nombre d'espèces moyen par relevé, *Hmax* : Diversité théorique, *E* : Equitabilité de Pielou, *1-D* : Indice de diversité de Simpson, *1-Hill* : Indice de diversité de Hill, *m* : moyenne,  $\sigma$  : Ecartype

L'examen du tableau II montre que la diversité dans la forêt classée de Goungoun et ses terroirs varie des formations végétales denses vers les formations végétales ouvertes. Ainsi, les valeurs élevées de l'indice de Shannon sont observées dans les savanes boisées, les forêts galeries et les savanes arborées avec respectivement  $2,87 \pm 0,43$  bits ;  $2,8 \pm 0,82$  bits et  $2,26 \pm 0,68$  bits. Les plus faibles valeurs sont obtenues dans les savanes arbustives ( $1,6 \pm 0,76$  bits) et les champs ( $1,23 \pm 0,55$  bits). Ces valeurs étant proche de la diversité théorique maximale, on peut dire que les conditions sont favorables pour l'installation des espèces en dépit des perturbations en cours dans le milieu. Le test de Kruskal-Wallis indique qu'il y a une différence significative entre les valeurs de l'indice de Shannon des formations végétales au seuil de 5 % ( $p\text{-value} < 0,0001$ ).

Le nombre moyen d'espèce enregistré dans le secteur d'étude varie de  $1,98 \pm 1,35$  à  $12,14 \pm 6,36$  espèces par relevé. Le plus grand

nombre est observée dans les forêts galeries ( $6,36 \pm 3,43$ espèces) et le plus petit nombre dans les champs ( $1,98 \pm 1,35$ espèces). Ces espèces connaissent une meilleure répartition de leurs individus car les valeurs de l'équitabilité de Pielou obtenues sont toutes supérieures à 0,7 et l'indice de Simpson confirme le fait qu'il existe une forte probabilité que les individus choisis au hasard dans ces formations appartiennent à des espèces différentes. Néanmoins l'indice de Hill montre que les champs et les savanes arbustives sont faiblement diversifiés (Hill < 0,5) contrairement aux forêts galeries, aux savanes boisées et aux savanes arborées où les valeurs de la diversité de Hill sont toutes supérieures à 0,5.

### 3.3 Paramètres dendrométriques des formations végétales

Le tableau III montre la densité, la surface terrière et le diamètre de l'arbre de surface terrière moyenne des formations végétales dans la forêt classée de Goungoun et ses terroirs riverains.

Tableau III : Paramètres dendrométriques des formations végétales

Formations végétales	Paramètres dendrométriques					
	D (tiges/ha)		G (m <sup>2</sup> /ha)		dg (cm)	
	<i>m</i>	<i>σ</i>	<i>m</i>	<i>σ</i>	<i>m</i>	<i>σ</i>
Forêt galerie	360,55	30,38	7,93	2,08	16,59	1,77
Savane boisée	394,45	53,22	11,53	5,01	18,85	3,03
Savane arborée	306,80	108,84	8,22	4,18	18,40	3,54
Savane arbustive	173,64	123,72	2,86	2,27	14,37	4,10
Champ	37,61	28,28	2,64	2,67	27,44	11,33

Légende : *D (tiges/ha) : Densité (tiges/hectare), G (m<sup>2</sup>/ha) : Surface terrière (m<sup>2</sup>/hectare), dg (cm) : diamètre de l'arbre de surface terrière moyenne (centimètre).*

Source : Données de terrain, 2018

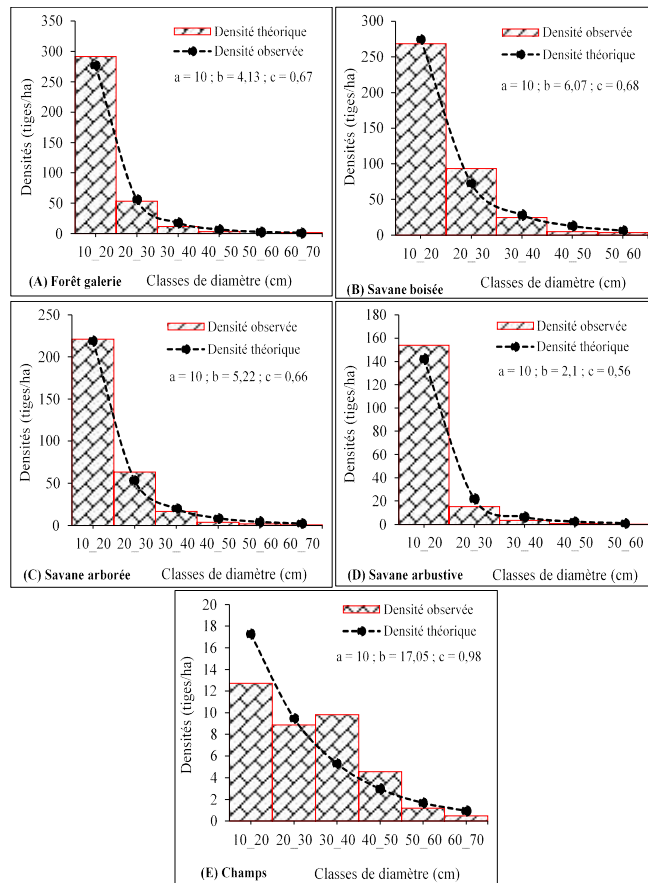
L'examen du tableau III montre que les densités sont supérieures à 300 tiges/ha dans les forêts galeries, les savanes boisées et les savanes arborées et inférieures à 200 tiges/ha dans les savanes arbustives et dans les champs. La plus forte valeur est observée dans les savanes boisées avec  $394,45 \pm 53,22$  tiges/ha, alors que les champs présentent les plus faibles valeurs avec  $37,61 \pm 28,28$  tiges/ha. Au seuil de 5 % le test de Kruskal-Wallis montre qu'il y a une différence significative entre les valeurs de densité des formations végétales (p-value<0,0001).

De même, la surface occupée par le tronc des arbres est supérieure à 8 m<sup>2</sup>/ha dans les forêts galeries, les savanes boisées et les savanes arborées et inférieure à 3 m<sup>2</sup>/ha dans les savanes arbustives et dans les champs. La valeur la plus élevée est obtenue dans les savanes boisées avec 11,53 ± 5,01 m<sup>2</sup>/ha et la plus faible valeur est obtenue dans les champs avec 2,64 ± 2,67 m<sup>2</sup>/ha. Au seuil de 5 % le test de Kruskal-Wallis montre qu'il y a une différence significative entre les valeurs de surface terrière des formations végétales (p-value<0,0001).

Contrairement à la densité et à la surface terrière, les champs enregistrent la valeur la plus élevée du diamètre de l'arbre de surface terrière moyenne avec 27,44 ± 11,33 cm. Dans les autres formations végétales, les valeurs sont proches l'une de l'autre et varient entre 14,37 ± 4,1 cm (dans les savanes arbustives) à 18,85 ± 3,03 cm (dans les savanes boisées). Le test de Kruskal-Wallis montre qu'il y a une différence significative entre les valeurs de diamètre moyen des formations végétales au seuil de 5 % (p-value<0,0001).

#### ***3.4. Structure diamétrique des différentes formations végétales de la FCGTR***

La structure diamétrique est définie ici par le nombre des tiges inventoriées par catégories de classe de diamètre. Elle permet de déterminer l'équilibre du peuplement. La figure 2 présente la structure diamétrique dans les différentes formations de la FCGTR.



Source : Données de terrain, 2018

**Figure 2** : Structure diamétrique dans les formations végétales de de FCGTR

L'observation des figures 2 A, B, C, D, E montre que la distribution des individus présente allure décroissance des individus des classes inférieures vers les classes supérieures.

La figure 2A montre que la classe de 10 à 20 cm enregistre une densité de 291,8 tiges/ha suivie d'une baisse de densité dans la classe 20 à 30 cm avec 53,31 tiges/ha. Les classes supérieures à 30 cm ont une densité inférieure à 15 tiges/ha. Au niveau de la figure 2 B la classe de 10 à 20 cm compte 268,42 tiges/ha suivie de la classe 20 à 30 cm avec une densité de 93,29 tiges/ha. Les classes supérieures à 30 cm ont une densité inférieure à 25 tiges/ha. Les individus de la

figure 2 C de classe de diamètre comprise entre 10 à 20 cm compte 221,12 tiges/ha. Dans les classes de 20 à 30 cm et 30 à 40 cm les densités sont respectivement de 63,32 tiges/ha et 16,59 tiges/ha. Les classes supérieures à 40 cm sont faiblement représentées avec des densités inférieures à 5 arbres/ha. Dans les savanes arbustives (figure 2 D), les individus de diamètre compris entre 10 cm et 20 cm sont majoritairement les plus abondants avec 153,85 tiges/ha. Il s'en suit des individus des classes supérieures à 20 cm qui sont très faiblement représentés avec des densités inférieures à 15 tiges/ha. Au niveau des champs (figure 2 E), la classe de 10 à 20 cm enregistre une densité de 12,69 tiges/ha suivie de la classe 20 à 30 cm avec une densité de 8,86 tiges/ha. Les classes de 30 à 40 cm et 40 à 50 cm ont respectivement une densité de 9,82 tiges/ha et 4,54 tiges/ha. Les classes supérieures à 50 cm ont une densité inférieure à 2 tiges/ha.

### 3.5 Paramètres de diversité dans l'aire protégée et dans les terroirs riverains

La diversité dans l'aire protégée et les terroirs riverains a été évaluée à travers l'indice de Shannon, l'équitabilité de Pielou et les indices de Simpson et de Hill. Le tableau IV présente les paramètres de diversité dans l'aire protégée et les terroirs riverains.

Tableau IV : Paramètres de diversité dans l'aire protégée et dans les terroirs riverains

Paramètres de diversité		Aire protégée	Terroirs riverains
H (bits)	<i>m</i>	2,06	1,51
	$\sigma$	0,84	0,77
S (espèces)	<i>m</i>	6,09	3,38
	$\sigma$	4,58	2,56
Hmax	<i>m</i>	2,50	2,09
	$\sigma$	0,92	0,67
E	<i>m</i>	0,83	0,78
	$\sigma$	0,12	0,18
1-D	<i>m</i>	0,72	0,65
	$\sigma$	0,16	0,21
1-Hill	<i>m</i>	0,49	0,41
	$\sigma$	0,16	0,14

Légende : *H* : Indice de Shannon, *S* : Nombre d'espèces moyen par relevé, *Hmax* : Diversité théorique, *E* : Equitabilité de Pielou, *1-D* : Indice de diversité de Simpson, *1-Hill* : Indice de diversité de Hill, *m* : moyenne,  $\sigma$  : Ecartype

Source : Données de terrain, 2018

L'examen du tableau IV montre de façon globale que l'aire protégée est plus diversifiée que les terroirs autour de la forêt. En effet,

l'indice de Shannon vaut  $2,06 \pm 0,84$  bits dans l'aire protégée et celui des terroirs est de  $1,51 \pm 0,77$  bits. La diversité théorique maximale étant respectivement de  $2,5 \pm 0,92$  bits et de  $2,09 \pm 0,67$  bits dans l'aire protégée et les terroirs, on peut dire que les conditions sont favorables pour un bon développement des espèces. Ainsi, dans l'aire protégée on enregistre  $6,09 \pm 4,58$  espèces par relevé soit presque le double de celui des terroirs qui est de  $3,38 \pm 2,56$  espèces par relevé. Ces espèces sont quasi équitablement réparties que ça soit dans l'aire protégée que dans les terroirs avec des valeurs de l'équitabilité de Pielou supérieure à 0,75. Les valeurs de l'indice de diversité de Simpson révèlent également peu de chance pour que les individus choisis dans ces deux milieux soient de la même espèce. Par ailleurs, l'indice de diversité de Hill montre que la diversité est faible dans l'aire protégée et les terroirs avec des valeurs inférieures à 0,5.

### 3.6. Paramètres dendrométriques dans l'aire protégée et dans les terroirs riverains

Le tableau V montre la densité, la surface terrière et le diamètre de l'arbre de surface terrière moyenne dans l'aire protégée et les terroirs riverains.

**Tableau V** : Paramètres dendrométriques dans l'aire protégée et dans les terroirs riverains

Paramètres structuraux		Aire protégée	Terroirs riverains
<b>D (tiges/ha)</b>	<i>m</i>	223,29	129,37
	$\sigma$	151,23	124,22
<b>G (m<sup>2</sup>/ha)</b>	<i>m</i>	5,86	2,78
	$\sigma$	4,41	2,64
<b>Dg (cm)</b>	<i>m</i>	19,30	18,73
	$\sigma$	7,55	9,79

Légende : *D* (tiges/ha) : Densité (tiges/hectare), *G* (m<sup>2</sup>/ha) : Surface terrière (m<sup>2</sup>/hectare), *dg* (cm) : diamètre de l'arbre de surface terrière moyenne (centimètre).

Source : Données de terrain, 2018

L'examen du tableau V montre une forte densité et surface terrière dans l'aire protégée que dans les terroirs riverains. En effet, la densité est de  $223,29 \pm 151,23$  tiges/ha dans l'aire protégée et de  $129,37 \pm 124,22$  tiges/ha dans les terroirs riverains. De même, la surface terrière est de  $5,86$  m<sup>2</sup>/ha dans l'aire protégée soit le double de celle des terroirs avec une valeur de  $2,78 \pm 2,64$  m<sup>2</sup>/ha. Quant au

diamètre de l'arbre de surface terrière moyenne, on observe des valeurs proches l'une de l'autre avec  $19,3 \pm 7,55$  cm dans l'aire protégée et  $19,73 \pm 9,79$  cm dans les terroirs. Le test de Kruskal-Wallis montre qu'il y a une différence significative entre les valeurs de densité, de surface terrière et du diamètre moyen des formations végétales au seuil de 5 % ( $p\text{-value} < 0,0001$ ).

#### 4. Discussion

La FCGTR regorge cinquante-cinq (55) espèces ligneuses, quarante-trois (43) genres et vingt-trois (23) familles. Quarante-huit (48) espèces ont été recensées dans l'aire protégée et trente-sept (37) espèces dans les terroirs. Les familles les plus représentatives en nombre d'espèce sont les Leguminosae-Caesalpinioideae (18,18 %), les Combretaceae (16,36 %), les Leguminosae-Mimosoideae, les Leguminosae-Papilionoideae et les Rubiaceae (7,27 % chacune). Le nombre d'espèce et de famille obtenu est similaire aux résultats de Yameogo (2006 ; p. 56), qui a relevé douze (12) familles et trente-neuf (39) espèces ligneuses dans la forêt classée de Bougou province du Namentenga au centre Nord du Burkina-Faso. La similitude de ces résultats s'explique par le fait que ce sont toutes des entités situées dans la même région phytogéographique (région soudanienne) bénéficiant probablement des conditions écologiques stationnelles similaires. Par ailleurs, les familles les plus importantes inventoriées sont similaires à celles obtenues dans les aires protégées de Boulon et de Koflandé (M. Zoungrana, 2008, p 30). Ce qui montre que malgré la forte anthropisation dans la FCGTR, elle renferme une grande diversité de famille bien que 56,52 % de ces familles soit monogénérique représentée par un seul genre et une seule espèce.

Dans le secteur d'étude, on rencontre encore la plupart des formations végétales caractéristiques des districts de Mékrou-Pendjari et Borgou-Nord notamment les forêts galeries, les savanes boisées, les savanes arborées, les savanes arbustives et les champs (A.C. Adomou, 2005, p48). Il y a donc une diversité écosystémique dans la région. En effet, les formations forestières sont présentes en fragments isolés ou de surfaces non encore exploitées ou sur des endroits inaccessibles ou jugés inaptes à la culture. Le nombre d'espèces moyen par relevé varie de  $12,14 \pm 6,36$  espèces dans les

forêts galeries à  $1,98 \pm 1,35$  espèces dans les champs. Les savanes comptent en moyenne  $7,39 \pm 3,19$  espèces par relevé. Le faible nombre d'espèce par relevé observé dans les champs est dû à l'action de l'homme. Selon M. Akoudjin *et al.* (2016 ; p. 17), la richesse de la flore décroît des zones de cultures vers les aires protégées. Ainsi, dans la FCGTR, on dénombre 43 espèces dans les savanes arbustives, 37 espèces dans les savanes arborées, 28 espèces dans les savanes boisées et 23 espèces dans les forêts galeries. Selon Bararunyeretse *et al.* (2012 ; p. 28), l'effectif élevé d'espèces dans un écosystème, indique qu'il offre des conditions favorables pour l'implantation et le développement des espèces. Le faible nombre d'espèces obtenu au niveau des galeries forestières témoigne de la dégradation de cette dernière. En effet, les pressions anthropiques sont généralement fortes dans ces milieux du fait d'un accès permanent à la végétation et d'une berge plane qui offre des conditions propices à l'agriculture, au maraîchage, à la coupe de bois ou au passage des animaux et par conséquent une faible protection vis-à-vis des activités anthropiques. Selon Suzuki *et al.* (2002 ; p. 76), elles sont particulièrement prisées par les agriculteurs à cause de leur sol humide et fertile.

Les indices de diversité mettent en évidence un gradient de valeurs décroissantes allant des formations végétales fermées vers les formations anthropiques ou ouvertes. Dans la présente étude, l'indice de Shannon varie d'un biotope à un autre. Il est compris entre  $1,2 \pm 5,5$  bits et  $2,8 \pm 0,82$  bits. Suivant les échelles de Frontier et Pichodviale (1995 ; p. 295), les valeurs de l'indice de diversité de Shannon montrent que les formations végétales sont faiblement diversifiées. Ceci se justifie par des défrichements des espaces végétalisés. Il a été démontré que les activités anthropiques sont les premiers responsables du bouleversement de l'équilibre écologique. Plusieurs auteurs (Jauffret, 2001 ; p. 180 ; Tarhouni *et al.*, 2006 ; p. 195) s'accordent sur le fait que la diversité floristique est fortement influencée par le degré de perturbation. Contrairement à Arouna *et al.* (2016 ; p. 10549), les plus fortes valeurs d'indice de diversité sont obtenues dans les forêts galeries ( $2,8 \pm 0,82$  bits) et les savanes boisées ( $2,8 \pm 0,43$  bits). Ces valeurs sont nettement supérieures à celles obtenues dans les forêts galeries (1,01 bits) et les forêts claires et savanes boisées (0,98 bits) du bassin moyen de la Sota au Nord

Bénin par Issifou Moumouni (2020 ; p. 138). Ces valeurs élevées de l'indice de Shannon dans la FCGTR traduisent une fluctuation quantitative d'espèces (Somé, 1996) et signe d'un milieu plus ou moins stable (Dajoz, 1985). Par ailleurs, la faible diversité observée en savane comparativement aux forêts peut s'expliquer par le feu annuel qui constitue un facteur limitant à l'installation des espèces (Gignoux *et al.*, 2009 ; p. 489 ; Bararunyeretse *et al.*, 2012 ; p. 30). De façon générale, les forêts sont plus diversifiées que les savanes qui à leur tour sont plus diversifiées que les champs. Nos résultats corroborent également ceux de Masharabu (2011 ; p. 80) où il remarque que les formations forestières sont plus diversifiées que les savanes. En conséquence, toute augmentation de perturbation est à l'origine des changements de la composition et de la structure de la végétation (Metzger *et al.*, 2005 ; p. 635).

Parlant de la structure de la végétation, il ressort que la densité du peuplement ligneux présente des disparités au sein des formations végétales de la FCGTR. Elle est plus élevée et sensiblement le même dans les savanes boisées ( $394,4 \pm 53,22$  tiges/ha), les forêts galeries ( $360,55 \pm 30,38$  tiges/ha) et les savanes arborées ( $306,80 \pm 108,84$  tiges/ha). Les faibles densités sont obtenues dans les savanes arbustives ( $173,64 \pm 123,72$  tiges/ha) et les champs ( $37,61 \pm 28,28$  tiges/ha). La faible densité obtenue en milieu perturbé comparativement au milieu peu perturbé s'explique par le système de culture itinérante sur brûlis et la récolte de bois énergie. La plupart des études montrent que le défrichement en forêt africaine entraîne une réduction de la densité du couvert ligneux (Pourtier, 1992 ; p. 170 ; Kouta, 2020 ; p. 188). A cela s'ajoute l'effet des feux de végétation lors de la préparation des champs et les éleveurs pour le pâturage. Dicko *et al.* (2016 ; p. 680) a montré l'effet des feux sur la densité et la croissance des arbres.

La moyenne de la surface terrière à l'hectare des peuplements ligneux dans la FCGTR est estimée à  $6,64 \pm 3,24$  m<sup>2</sup>/ha ; ce qui avoisine celle de la forêt de Boulon qui est de  $6,27$  m<sup>2</sup>/ha. Elle est plus élevée dans les savanes boisées ( $11,5 \pm 5,01$  m<sup>2</sup>/ha) et s'explique par une présence d'individus de gros diamètres ( $18,85 \pm 3,03$  cm). Dans les champs et les savanes arbustives la surface terrière est faible avec respectivement  $2,64 \pm 2,67$  m<sup>2</sup>/ha et  $2,86 \pm 2,27$  m<sup>2</sup>/ha. Dans les savanes arborées, elle est de  $8,22 \pm 4,18$  m<sup>2</sup>/ha.

Cette faible valeur de surface terrière obtenue dans les champs peut s'expliquer par une utilisation fréquente des terres et le fait que les agriculteurs n'épargnent que les espèces qu'il juge utiles. Ce qui justifie la plus forte valeur du diamètre moyen observé dans les champs ( $27,4 \pm 11,33$  cm). Par contre, dans les savanes arbustives, la faible valeur est liée à la présence d'un nombre élevé d'individus de faible diamètre. En effet, 88,6 % de cette formation ont un diamètre compris entre 10 et 20 cm. La distribution de ses individus par classe de diamètre montre que les individus de petit diamètre dominent, tandis que les gros diamètres sont en minorité. Cette réduction d'individus de gros diamètres peut être liée aux activités humaines, surtout l'exploitation forestière et l'agriculture. Ce même constat a été fait par Kossi *et al.* (2009), sur les formations de savanes des forêts classées de Ouli et Wélor au Sénégal.

### **Conclusion**

Au terme de cette étude, la forêt classée de Goungoun et ses terroirs riverains regorgent une diversité d'écosystème caractérisée par les forêts galeries, les savanes boisées, les savanes arborées, les savanes arbustives et les champs. Les savanes arbustives ont été identifiées comme renfermant le plus grand nombre d'espèce suivies des savanes arborées. Le plus faible nombre a été observé dans les galeries forestières. Les *Leguminosea* et les *Combretaceae* sont les familles les plus représentées en termes de nombre d'espèce dans le secteur d'étude. La diversité spécifique au niveau de ces formations indique que les forêts galeries et les savanes boisées sont les plus diversifiées. Les champs sont les formations les moins diversifiées dans la FCGTR. En ce qui concerne les paramètres dendrométriques, les savanes boisées, les forêts galeries et les savanes arborées renferment un grand nombre d'individus. La plus faible densité est enregistrée dans les champs. De même, les plus fortes valeurs de surface terrière sont observées dans les savanes boisées, les savanes arborées et les forêts galeries. Par contre, en ce qui concerne le diamètre moyen, les plus gros arbres ont été observés dans les champs et les arbres de petits diamètres sont enregistrés dans les savanes arbustives. Mais dans l'ensemble la structure en classe de diamètre montre que les formations sont caractérisées par les individus de faibles diamètres.

Les terroirs riverains présentent les plus faibles valeurs de paramètres de diversité et ainsi que pour les paramètres dendrométriques à cause des perturbations anthropiques sans cesse grandissantes. Il urge donc de renforcer le suivi et la protection des unités vulnérables et sous pression anthropique afin de réduire la fragmentation et de renforcer par ricochet leur capacité de production de biens et services écosystémiques dont la séquestration du carbone atmosphérique.

### Références bibliographiques

- ADAM Sikirou Kolawolé, et BOKO Michel, 1993.** Le climat du Bénin. Sodimas-Edicef. Paris, 98 p.
- ADOMOU Aristide Cossi. 2005.** Vegetation patterns and environmental gradients in Benin. Thèse de doctorat, 150 p.
- AGUILAR R., ASHWORTH L., GALETTO L. et AIZEN M. A., 2006.** Plant reproductive susceptibility to habitat fragmentation: *review and synthesis through a metaanalysis.* *Ecol. Lett.*, 9(8), pp. 968-980.
- AKOËGNINOU Akpovi, VAN DER BURG W. J. et VAN DER MAESEN, L. Jos G., 2006.** Flore analytique du Bénin. Backhuys Publishers, 1064 p.
- AKOUDJIN Massouroudini, KIÉMA Sébastien, SANGARE Mamadou, BOUYER J. et KABORE-ZOUNGRANA Chantal Kabore, 2016.** Influence des activités agricoles sur la végétation le long d'un gradient pluviométrique nord-sud du Burkina Faso. [VertigO] La revue électronique en sciences de l'environnement, vol. 16, no1, 38 p.
- ARBONNIER M., 2002.** Arbres. Arbustes et Lianes des Zones Sèches d'Afrique de l'Ouest. Copyright Cirad, 574 p.
- AROUNA Ousséni, ETENE Cyr Gervais et ISSIAKO Dramane, 2016.** Dynamique de l'occupation des terres et état de la flore et de la végétation dans le bassin supérieur de l'Alibori au Bénin. *Journal of Applied Biosciences*, vol. 108, pp. 10543-10552.
- BARARUNYERETSE P., BOGAERT Jan, NZIGIDAHERA B., MASHARABU T. et HABONIMANA B., 2012.**

Dynamique forestière sous l'effet de lisière au Parc National de la Kibira (Burundi). Bulletin Scientifique de l'Institut National pour l'Environnement et la Conservation de la Nature, vol. 10, pp. 25-34.

**BARIMA, Y. S. S., EGNANKOU, W. M., N'DOUME, A. T. C., KOUAME, F. N., & BOGAERT J., 2010.** Modélisation de la dynamique du paysage forestier dans la région de transition forêt-savane à l'est de la Côte d'Ivoire. Télédétection : *Revue de Recherche et d'Application en Télédétection*, 9(2), pp. 129-138.

**BOGAERT J., CEULEMANS R. et SALVADOR-VAN EYSENRODE D., 2004.** Decision tree algorithm for detection of spatial processes in landscape transformation. *Environ. Manage.*, 33(1), pp. 62-73

**CABACINHA C. D. et DE CASTRO S. S., 2009.** Relationships between floristic diversity and vegetation indices, forest structure and landscape metrics of fragments in Brazilian Cerrado. *For. Ecol. Manage.*, 257(10), pp. 2157-2165.

**DAJOZ Roger, 1985.** Répartition géographique et abondance des espèces du genre. p.133-145.

**DICKO, Alassane, BROWN, Joelle M., DIAWARA, Halimatou, BABER, I., MAHAMAR, A., SOUMARE, H. M., & CHEN, I., 2016.** Primaquine to reduce transmission of *Plasmodium falciparum* malaria in Mali: a single-blind, dose-ranging, adaptive randomised phase 2 trial. *The Lancet Infectious Diseases*, 16(6), pp. 674-684.

**FAO (Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture), 2018,** La situation des forêts du monde : Les forêts au service du développement durable, FAO, Rome, Italie, 28 p.

**FRONTIER S., et PICHOD-VIALE D., 1995.** Théorie des écosystèmes : structure, fonctionnement, évolution. Paris, Masson. Collection d'écologie, vol. 21, pp. 287-311.

**GIGNOUX Jacques, LAHOREAU, Gaëlle, JULLIARD Romain, BAROT S., 2009.** Establishment and early persistence of tree

seedlings in an annually burned savanna. *Journal of Ecology*, 2009, 97(3), pp. 484-495.

**GRALL J. et COÏC N., 2006.** Synthèse des méthodes d'évaluation de la qualité du benthos en milieu côtier. Institut Universitaire européen de la Mer. Université de Bretagne Occidentale Laboratoire des sciences de l'Environnement Marin, pp. 7-86.

**HEITHECKER T. D. et HALPERN C. B., 2007.** Edge-related gradients in microclimate in forest aggregates following structural retention harvests in western Washington. *For. Ecol. Manage.*, 248 (3), pp. 163-173.

**ISSIFOU MOUMOUNI Yaya, 2020.** Evaluation de la déforestation et de la dégradation du couvert végétal et estimation des gaz à effet de serre correspondants dans le bassin moyen de la Sota au Nord-Bénin. Thèse de doctorat / EDP/ UAC, 279 p.

**JAUFFRET Sandrine, 2001.** Validation et comparaison de divers indicateurs des changements à long term dans les écosystèmes méditerranéens arides: application au suivi de la désertification dans le Sud tunisien. 2001. Thèse de doctorat. Aix-Marseille 3, 290 p.

**KOSSI A., BELLEFONTAINE R. et KOKOU K., 2009.** Les forêts claires du Parc national Oti-Kéran au Nord-Togo: structure, dynamique et impacts des modifications climatiques récentes. *Sécheresse*, vol. 20, no 1, pp. 1-10.

**KOUTA Sébastien, 2020.** Modélisation de la dynamique de l'occupation des terres et résilience de la flore dans le bassin cotonnier du Nord-Bénin. Thèse de doctorat / EDP/ UAC, 277 p.

**LINDENMAYER, D. B., et NOSS, R. F., 2006.** Salvage logging, ecosystem processes, and biodiversity conservation. *Conservation Biology*, 20(4), pp. 949-958.

**MASHARABU Tatien, 2011.** Flore et végétation du Parc National de la Ruvubu au Burundi : diversité, structure et implications pour la conservation/Flora and végétation of the Ruvubu

National Park, Burundi : diversity, structure and implications for conservation, 130 p.

**METZGER Marc J., BUNCE Robert G. H, JONGMAN Rob H. G., SAYRE R., TRABUCCO, A., et ZOMER, R. 2013.** A high-resolution bioclimate map of the world: a unifying framework for global biodiversity research and monitoring. *Global Ecology and Biogeography*, 22 (5), pp. 630-638.

**OREKAN Vincent, 2007.** Implémentation du modèle local CLUE-s aux transformations spatiales dans le Centre Bénin aux moyens de données socio-économiques et de télédétection. Thèse de doctorat, Université de Bonn, Bonn, Allemagne, 230 p.

**POURTIER Roland, 1992.** Migrations et dynamique de l'environnement. *Afrique contemporaine*, no 161, pp. 167-177.

**SOMÉ Valère Nacièle, 2006.** Anthropologie économique des Dagara du Burkina Faso et du Ghana: lignages, terres et production. 1996. Thèse de doctorat, 285 p.

**SUZUKI Y. A. et Lönnerdal, B., 2002.** Characterization of mammalian receptors for lactoferrin. *Biochemistry and Cell Biology*, 80 (1), pp. 75-80.

**TARHOUNI Mohamed, BELGACEM Azaiez Ouled, NEFFATI Mohamed et HENCHI B, 2006.** Validation of some ecosystem structural attributes under the effect of seasonal drought and animal pressure around watering points in the Tunisian and zone. *Belgian Journal of Botany*, vol. 139, no 2, pp. 188-202.

**TOKO IMOROU Ismaïla, 2019.** Diversité floristique et structure de la végétation autour de la cascade de Sosso dans la commune de Kandi au Nord-Bénin, *Revue de Géographie du Bénin* Université d'Abomey-Calavi (Bénin) N°25, pp. 22 – 44

**YAMEOGO T. J., 2006.** Etude d'impact des aménagements anti-érosifs sur la régénération ligneuse dans le massif forestier de Bougou, province du Namentenga. Mémoire de fin de cycle

d'ingénieur, Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso/Institut du Développement Rural, pp. 32-48.

**ZAKARI Soufouyane, MAZO Ismaël, TOKO IMOROU Ismaïla, DJAOUGA Mama, AROUNA Ousséni, THOMAS Omer,** Cartographie des changements spatio-temporels des unités d'occupation des terres dans la forêt classée de Goungoun et ses terroirs riverains, Actes de la conférence, OSFACO, pp. 229-246

**ZOUNGRANA Madi, 2008.** Diversité floristique et potentiel de la végétation ligneuse des forêts classées de Boulon et de Koflandé, Province de la Comé, Burkina-Faso, Thèse d'ingénieur, 105 p.