

## Caractéristiques structurales et dendrométriques des peuplements ligneux à *Detarium senegalense* J. F. Gmel dans le Dahomey Gap en Afrique de l'Ouest

Patrice TREKPO<sup>1,3\*</sup>, Guillaume HOUNSOU-DINDIN<sup>2</sup>, Dramane ISSIAKO<sup>4</sup>,  
Aristide Cossi ADOMOU<sup>3</sup>, et Kouami KOKOU<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Université de Lomé, Faculté des Sciences, Laboratoire de Recherches Forestières, Lomé, Togo

<sup>2</sup> Université d'Abomey-Calavi, Faculté des Sciences Agronomiques, Laboratoire de Biomathématiques et d'Estimations Forestières, Cotonou, Bénin

<sup>3</sup> Université d'Abomey-Calavi, Faculté des Sciences et Techniques, Laboratoire de Biologie Végétale, Cotonou, Bénin

<sup>4</sup> Université des Sciences, Technologies, Ingénierie et Mathématiques, Abomey, Bénin

(Reçu le 30 Août 2023 ; Accepté le 20 Octobre 2023)

\* Correspondance, courriel : [trekpo@yahoo.fr](mailto:trekpo@yahoo.fr)

### Résumé

Cette étude vise à évaluer les caractéristiques structurales des peuplements ligneux à *D. senegalense* suivant le type d'habitats est nécessaire afin de garantir une exploitation durable de l'espèce. Un total de 103 placeaux a été installé dans quatre zones phytogéographiques du Dahomey Gap. Le dbh, le type de régénération et la hauteur totale des arbres de *D. senegalense* collectés ont permis de calculer les paramètres dendrométriques. Les structures en diamètre ont été évaluées suivant la distribution théorique de Weibull. Dans les peuplements ligneux à *D. senegalense*, les valeurs moyennes de densité, surface terrière, dbh et densité de régénération sont respectivement  $168,00 \pm 45,25$  tiges/ha ;  $17,16 \pm 8,55$  m<sup>2</sup>/ha,  $36,51 \pm 13,69$  cm et  $183,00 \pm 24,04$  tiges/ha. Quant aux populations de *D. senegalense*, les valeurs moyennes obtenues ces mêmes paramètres étaient de  $14,00 \pm 5,66$  tiges/ha pour la densité des arbres,  $4,42 \pm 3,54$  m<sup>2</sup>/ha pour la surface terrière ;  $70,10 \pm 28,99$  cm pour le dbh et  $85,00 \pm 120,21$  tiges/ha pour la densité de régénération. Quant à la hauteur moyenne des arbres, la valeur obtenue était de  $21,13 \pm 7,67$  m. Les groupements végétaux le long des cours d'eau sont les habitats plus favorables au développement des pieds de *D. senegalense* mais défavorables quant à la régénération naturelle de l'espèce du fait de la position occupé par les adultes engendrant ainsi le transport des graines sur des sites ne répondant pas à leur écologie. Les aires protégées sont également des sites de conservation par excellence de l'espèce. Les résultats de la présente étude ont révélé la nécessité d'envisager des programmes pour la domestication de *D. senegalense*. Par ailleurs, l'étude de la variabilité morphologique /phénotypique et des phases phénologiques permettra de mieux appréhender les modalités devant améliorer les conditions de régénération naturelle de *D. senegalense* et la restauration de ses habitats.

**Mots-clés :** forêt, écosystème, groupement végétal, habitat, structure diamétrique, Dahomey Gap.

## Abstract

### **Caractéristiques structurales et dendrométriques des peuplements ligneux à *Detarium senegalense* J. F. Gmel dans le Dahomey Gap en Afrique de l'Ouest**

This study aims to assess the structural characteristics of *D. senegalense* woody stands according to the type of habitat required to ensure sustainable exploitation of the species. A total of 103 plots was set up in four phytogeographical zones of the Dahomey Gap. The dbh, type of regeneration, and total height of *D. senegalense* collected were used to calculate the dendrometric parameters. Diameter structures were established according to the theoretical Weibull distribution. In the *D. senegalense* woody stands, the mean values for density, basal area, dbh and regeneration density were  $168.00 \pm 45.25$  stems/ha,  $17.16 \pm 8.55$  m<sup>2</sup>/ha,  $36.51 \pm 13.69$  cm and  $183.00 \pm 24.04$  stems/ha respectively. As for the *D. senegalense* populations, the mean values obtained were  $14.00 \pm 5.66$  stems/ha for tree density,  $4.42 \pm 3.54$  m<sup>2</sup>/ha for basal area,  $70.10 \pm 28.99$  cm for dbh and  $85.00 \pm 120.21$  stems/ha for regeneration density. The mean value of the tree height was  $21.13 \pm 7.67$  m. The plant groups along watercourses were the most suitable habitats for the development of *D. senegalense* plants, but were not for the natural regeneration of the species due to the position occupied by the adults, which means that the seeds are transported to sites that do not correspond to their ecology. Protected areas were also excellent conservation sites for the species. Our findings revealed the need to consider programs for the domestication of *D. senegalense*. Further studies on the morphological/phenotypic variability, and phenological phases will provide a better understanding of how to improve the conditions for the natural regeneration of *D. senegalense*.

**Keywords :** forest, ecosystem, plant community, habitat, diameter structure, Dahomey Gap.

## 1. Introduction

Selon [1] les forêts subissent de nombreuses perturbations pouvant nuire à leur santé ou vitalité, et pouvant réduire leur capacité de fournir une gamme complète de biens et de services écosystémiques. [2, 3] ajoutent que de plus en plus les écosystèmes forestiers des zones tropicales sont à l'origine d'attractions notamment en ce qui concerne les programmes de conservation de la diversité biologique. Lesdits écosystèmes sont complexes et fournissent un ensemble de biens et services à l'homme pour satisfaire certains de ses besoins. Certaines communautés autochtones et rurales sont particulièrement dépendantes de ces biens et services pour leur subsistance [4], lesquels constituent aujourd'hui le terrain de forts enjeux écologiques et socioéconomiques [5]. La dégradation des écosystèmes constitue une menace pour la biodiversité car les forêts et les arbres fournissent aux communautés locales de la nourriture, de l'énergie et des revenus, et jouent un rôle important pendant les périodes difficiles [6] et leur destruction voire conversion aura des conséquences graves sur l'humanité. Ces dernières décennies, une réduction alarmante du taux de couverture forestière dans le monde entier a été enregistrée. La superficie de perte forestière nette est estimée à 4,7 millions d'hectares par an sur la période 2010 - 2015 et sur la période de 2015 - 2020, la superficie annuelle de déforestation a été estimée à 10 millions d'hectares [1]. Sur la période 2010 - 2020, c'est l'Afrique qui a connu la perte nette de superficie forestière la plus élevée, soit 3,94 millions d'hectares par an [1]. En Afrique sub-Saharienne, les tendances sont encore plus inquiétantes [6]. De même, [7] a alerté qu'une forte modification des couverts végétaux est en cours au Bénin et au Togo, pays du Gap Dahoméen. Près de 40 % des superficies des terres émergées de ces deux pays sont soumises à de fortes pressions anthropiques [8]. Cette même source a rapporté que de 2010 à 2015, une diminution annuelle de 50000 hectares au Bénin et 19900 hectares au Togo a été enregistrée. Les pressions sans cesse croissante sur les ressources forestières notamment les modes de prélèvement et les transactions commerciales qui s'en suivent sont des risques évidents pour la survie des produits forestiers non ligneux dans les forêts naturelles [9]. La surexploitation sélective de ces ressources engendre une dynamique

régressive des espèces utiles et progressive pour les espèces rustiques [10]. Au nombre des espèces soumises à une surexploitation dans le Dahomey Gap figure *D. senegalense* [11 - 14] alors que plusieurs organes de l'espèce sont utilisés dans l'industrie agro-alimentaire et la pharmacopée traditionnelle. C'est une espèce originaire d'Afrique tropicale et qui pousse sur des sols profonds, tolère l'ombrage [15] ; vulnérable selon la liste rouge de l'UICN du Bénin suite à la pression anthropique sur sa population [16] En dépit de l'importance socio-économique des produits dérivés de la *D. senegalense*, elle demeure sous-utilisée et non valorisée avec une population en régression dans le Dahomey Gap [17]. L'espèce fournit des fruits de haute valeur économique dont les vertus thérapeutiques sont réputées pour traiter la toux, les douleurs rénales et la lèpre [17 - 19]. La vente des graines de *D. senegalense* est révélée prometteuse pour l'économie locale [18]. Les travaux de [11, 20, 21], ont investigué les caractéristiques structurales de l'espèce mais des données écologiques pouvant aider à une gestion et utilisation durables des populations de l'espèce sont encore limitées. Aussi, les informations scientifiques sur sa structure démographique et l'influence de la qualité de ses habitats naturels pour un meilleur suivi de sa dynamique et de sa conservation sont très limitées Il s'avère nécessaire d'investiguer les caractéristiques structurales des habitats naturels et la structure de *D. senegalense* afin d'appréhender au mieux les modalités pour une gestion durable de l'espèce. Ceux de [22] confirment que la structure et la diversité des groupements végétaux sont de précieux critères d'analyse des tendances évolutives (qualitative et/ou quantitative) de l'habitat naturel d'une espèce. [23] a conclu que la conservation d'une espèce passe par une connaissance minutieuse de ses caractéristiques structurales. Il s'agit d'étudier la coexistence des espèces fortement contrôlée par la compétition autour des ressources telles que les éléments nutritifs du sol, l'humidité, la lumière et l'espace [24]. Il s'agit donc d'étudier l'espèce dans son habitat au lieu de ne s'intéresser qu'à ses organes. La présente étude vise des analyses sur les indicateurs d'état de la végétation notamment l'étude des caractéristiques structurales et dendrométriques constitue un préalable à toute action visant l'aménagement durables des habitats naturels des espèces fruitières forestières. Les objectifs de cette étude étaient de : (i) déterminer les paramètres structuraux des peuplements ligneux à *D. senegalense* et (ii) déterminer les caractéristiques structurales des populations de *D. senegalense* suivant la zone phytogéographique et le groupement végétal.

## 2. Méthodologie

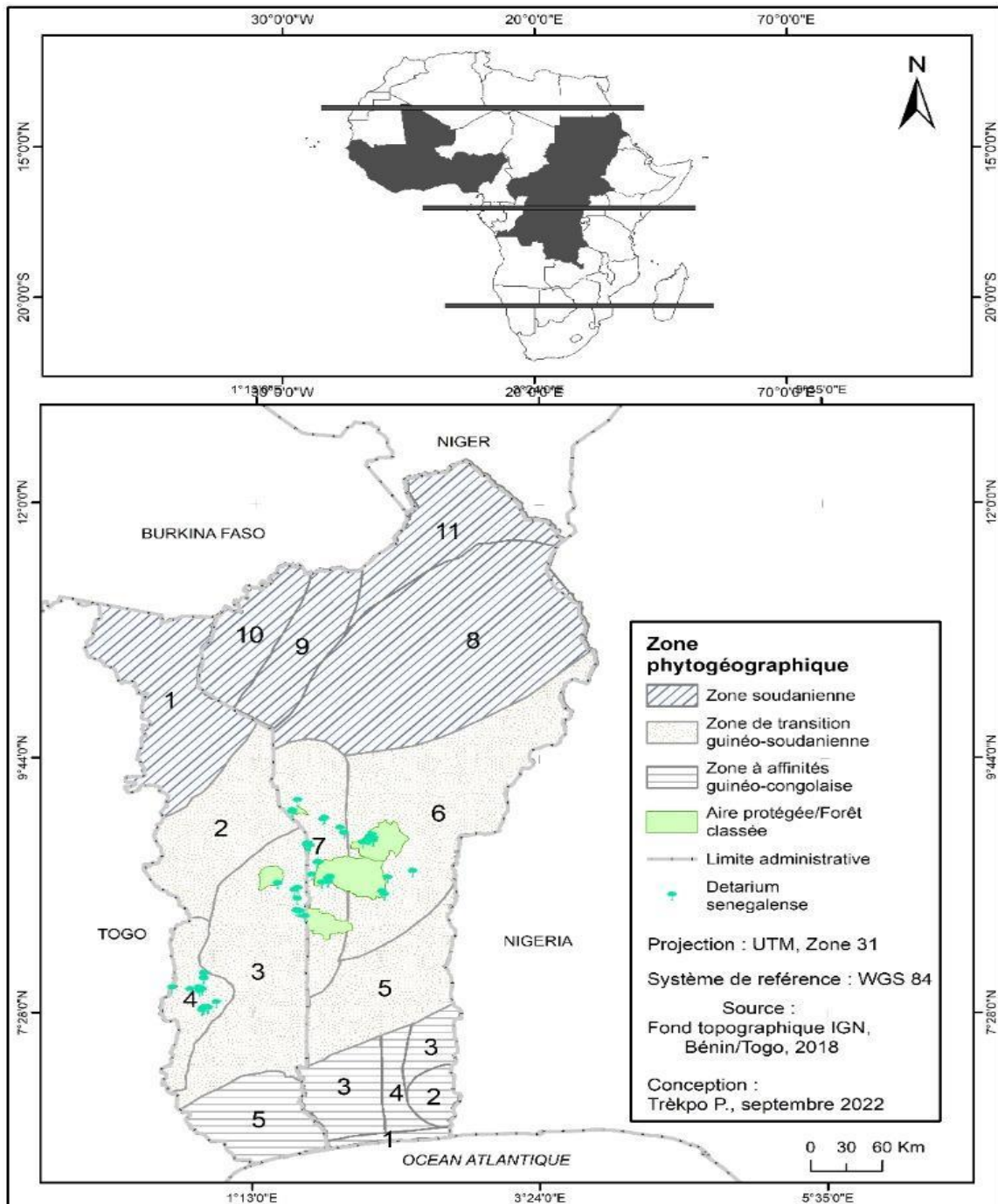
### 2-1. Échantillonnage et collecte des données

La **Figure 1** présente la zone d'étude qui concerne les phytodistricts du Borgou sud et de Bassila au Bénin et dans les zones III et IV au Togo. Les habitats abritant *D. senegalense* ont été répertoriés grâce à l'exploitation de la Flore analytique du Bénin [25], la Flore analytique du Togo [26] et des données de [11, 27]. Dans les zones phytogéographiques explorées figurent plusieurs aires protégées notamment les forêts classées des Monts Kouffé, Wari-Marou, Bassila, Penessoulou, Réserve d'Abdoulaye et le reste constituent des massifs du domaine protégé de l'Etat ou domaine libre. Les principaux habitats sont les forêts denses et les forêts galeries où les quelques rares individus de l'espèce sont disposés sur la plaine inondable et de part et d'autre du lit du cours d'eau. Au total 103 placeaux de 1000 m<sup>2</sup> chacun et de formes variables (circulaire de rayon 17,85m pour les forêts denses et rectangulaire 50 m × 20 m le long des cours d'eau pour les galeries) a été installé sur plusieurs sites dans les 4 zones phytodistricts au Bénin et au Togo. Le tableau 1 présente la répartition des placeaux par phytodistrict. Le placeau est installé autour d'un individu de *D. senegalense* repéré et géoréférencé. La **Figure 2** donne un aperçu du dispositif d'échantillonnage dans un massif forestier. La répartition des placeaux par zone phytogéographique et par type de groupement végétal est présente dans le **Tableau 1**. Les données collectées concernent le diamètre à 1,30 m au-dessus du sol (dbh) de tous les arbres du peuplement ligneux (compagnes). Sur tous les pieds de *D. senegalense* il est mesuré le dbh puis la hauteur totale. Les matériels utilisés sont le ruban  $\pi$  pour le dbh et le clinomètre pour les hauteurs. En ce qui de la régénération naturelle, l'inventaire a consisté à réaliser un comptage systématique de tous les brins, gaulis et perchis par placeau (toutes espèces confondues) de diamètre  $D_{réf} < 10$  cm.

**Tableau 1 : Répartition des placeaux par groupement végétal et par zone phytogéographique**

Zone phytogéographique	Groupement végétal				Total
	FR	FG	FDsd	FDsc	
Borgou sud	8	8		9	25
Bassila	8	9	8		25
Zone III	8	8		10	26
Zone IV		9	10	8	27
Total	24	34	18	27	103

FR = forêt ripicole, FG = forêt galerie ; FDsd = forêt dense semi-décidue ; FDsc = forêt dense semi-caducifolié.

**Figure 1 : Zones d'études avec géolocalisation des points d'inventaires**

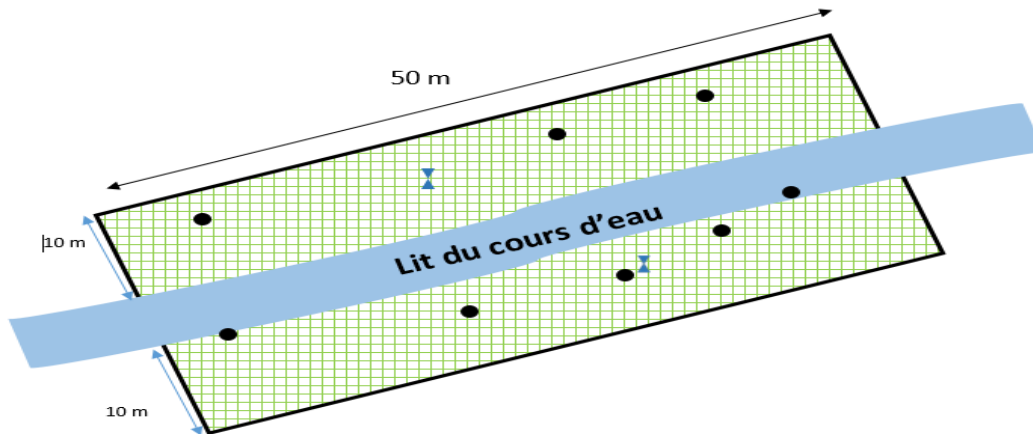


Figure 2 : Dispositif d'échantillonnage le long de cours d'eau des individus de *D. senegalense*

## 2-2. Analyse et traitement des données

Dans un premier temps la liste de tous les individus enregistrés a été établie par placeau et par zone phytogéographique et après détermination des espèces suivant les nomenclatures de [25], la Flore du Togo et autres documents notamment en langues locales. Les données ont été classées suivant le concept de "peuplement ligneux à *D. senegalense*" qui désigne l'ensemble des arbres de toutes les espèces de dbh supérieur ou égal à 10 cm enregistrés par placeau dans les habitats abritant *D. senegalense* et celui de "population de *D. senegalense*" qui n'est rien d'autres que ce qui concerne les individus de l'espèce en étude inventoriés. Ces terminologies ont été déjà utilisées par [20]. La caractérisation structurale et dendrométrique des habitats naturels et des populations de *D. senegalense* a été effectuée aux moyens d'indicateurs (densité du peuplement arborescent et de régénération, surfaces terrières) à partir des données d'inventaire de toutes les espèces ligneuses présentes à l'intérieur des placettes. Ensuite les données ont été enregistrées dans le tableur Excel placeau par placeau et suivant la catégorie (peuplement ou régénération). Différents paramètres ont été ensuite calculés suivant les formules inscrites dans le tableau 2 par groupement végétal et par zone phytogéographique.

- **Densité d'arbres** : Les densités par placeau et les densités moyennes des individus adultes (densité totale des arbres  $dbh \geq 10$  cm) et des individus à  $dbh < 10$  cm ont été déterminées aussi bien pour l'ensemble du peuplement ligneux que pour *D. senegalense*.
- **Paramètres de croissance des arbres** : Il a été calculé par placeau puis les moyennes les valeurs de diamètre de l'arbre de surface terrière moyenne, de surface terrière et de hauteur totale pour l'ensemble du peuplement ligneux et pour les individus de *D. senegalense*.

Les **Formules** des paramètres dendrométriques sont présentées dans le **Tableau 2**.

**Tableau 2 : Paramètres dendrométriques utilisés**

Paramètre	Formule	Observations
La densité en arbres N (elle est calculée par strate)	$N = \frac{n}{s}$	avec n = nombre total d'arbres de la placette de superficie s.
La surface terrière moyenne (G)	$G = \frac{\pi}{40000s} \sum_{i=1}^n d_i^2$	di est le diamètre (en cm) du i <sup>ème</sup> arbre du placeau
Le diamètre de l'arbre ayant la surface terrière moyenne	$D_g = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n d_i^2}$	n = nombre d'arbres du placeau et di = diamètre (en cm) de l'arbre i.
La hauteur moyenne	$H (m) = d (m) * (i 2\% - i 1\%) / 100 \%$	La hauteur de l'arbre mesuré est calculée comme pourcentage de la distance à l'arbre ; d = distance de visée, i2 = visée haut et i1 = visée bas
La densité de régénérations (N en pieds/ha).	$N = \frac{10000n}{sq}$	avec n = le nombre d'individus répertoriés sur la placette de surface sq.

Les structures en classe de diamètre des différentes espèces ont été également établies par groupement végétal et par zone. Le logiciel R a été utilisé pour déterminer au niveau de chaque groupement végétal de chaque zone phytogéographique les paramètres a, b et c, au moyen de la méthode du maximum de vraisemblance [28]. Le paramètre c a permis de déterminer les types de distribution de Weibull (**Tableau 3**).

**Tableau 3 : Forme de la distribution de Weibull selon les valeurs du paramètre c**

Valeur de c	Type de distribution	Référence
$c < 1$	Distribution en J-renversé, caractéristique des peuplements multispécifiques à fort potentiel de régénération	[29] adapté [30]
$c = 1$	Distribution exponentiellement décroissante, caractéristique de populations à fort potentiel de régénération mais présentant un problème de survie lors de la transition entre les stades de développement	
$1 < c < 3,6$	Distribution asymétrique positive ou asymétrique droite, caractéristique des peuplements monospécifiques avec prédominance relative d'individus jeunes ou de faible diamètre. Elle peut aussi être caractéristique de populations à faible potentiel de régénération dû aux actions exogènes surtout dans les petites classes de diamètre	
$c = 3,6$	Distribution symétrique ; structure normale, caractéristique des populations d'espèce à faible potentiel de régénération dû aux actions exogènes ou caractéristiques de l'espèce.	
$c > 3,6$	Distribution asymétrique négative ou asymétrique gauche, caractéristique des peuplements monospécifiques à prédominance d'individus âgés, à gros diamètre. Elle peut aussi être caractéristique des populations dégradées à très faible potentiel de régénération dû aux pressions anthropiques et peut indiquer des populations en extinction	

### 3. Résultats

#### 3-1. Caractéristiques dendrométriques des peuplements à *D. senegalense* selon le groupement végétal et la zone phytogéographique

##### 3-1-1. Structure des peuplements à *D. senegalense*

Le **Tableau 4** récapitule les paramètres structuraux par groupement végétal. Dans le phytodistrict du Borgou sud la densité du peuplement arborescent global croît de la forêt ripicole ( $136 \pm 39,75$  tiges/ha) à la forêt dense semi-caducifoliée ( $206 \pm 58,14$  tiges/ha). La tendance est la même en ce qui concerne la surface terrière ( $12,16 \pm 1,31$  à  $14,58 \pm 4,14$  m<sup>2</sup>/ha) contrairement au diamètre moyen qui décroît de la forêt ripicole ( $31,16 \pm 7,28$  cm) à la forêt dense ( $26,83 \pm 2,02$  cm). Globalement le diamètre moyen décroît avec le taux d'humidité (plus le taux d'humidité baisse moins le diamètre croît). La plus forte valeur de la densité de régénération est obtenue dans la forêt galerie ( $472$  tiges/ha  $\pm 223,32$ ) suivie de la forêt ripicole ( $414$  tiges/ha  $\pm 323,77$ ). Ainsi on note une plus forte régénération naturelle dans les groupements végétaux proches des cours d'eau donc plus humides. Dans le phytodistrict de Bassila la densité du peuplement arborescent global croît de la forêt ripicole ( $182 \pm 42,60$  tiges/ha) à la forêt dense semi-décidue ( $200 \pm 48,48$  tiges/ha). La surface terrière croît de la forêts galerie ( $17,52 \pm 5,31$  m<sup>2</sup>/ha) à la forêt dense semi-décidue ( $23,20 \pm 10,93$ ). Il en est de même pour le diamètre moyen qui croît de la forêt ripicole ( $27,52 \pm 3,09$ cm) à la forêt dense semi-décidue ( $32,49 \pm 6,92$  cm). La plus forte valeur de la densité de régénération est obtenue dans la forêt galerie ( $4736 \pm 362,05$  tiges/ha) suivie de la forêt ripicole ( $708 \pm 191,76$  individus/ha). Globalement les paramètres structuraux décroissent des forêts riveraines/galeries aux forêts denses suivant ainsi la même trajectoire que le taux d'humidité. Au titre de la zone III la densité du peuplement arborescent global croît de la forêt ripicole ( $146,00 \pm 33,62$  tiges/ha) à la forêt galerie ( $126,00 \pm 46,83$  tiges/ha). La tendance est identique pour la surface terrière qui varie de  $18,02 \pm 4,26$  m<sup>2</sup>/ha pour la forêt ripicole à  $11,12 \pm 1,78$  m<sup>2</sup>/ha pour la forêt galerie. Le diamètre moyen quant à lui évolue de la forêt ripicole ( $33,85 \pm 4,00$ cm) à la forêt dense semi-caducifoliée ( $28,13 \pm 4,59$  cm). La tendance ici est que le diamètre moyen décroît avec le gradient d'humidité. La densité de régénération décroît de  $490,00 \pm 134,91$  tiges/ha pour la forêt ripicole à  $226,00 \pm 13,31$  pour la forêt galerie. Au titre de la zone IV la densité du peuplement arborescent global décroît de  $106,00 \pm 23,02$  tiges/ha pour la forêt galerie à ( $92,00 \pm 41,47$  tiges/ha) pour la forêt dense semi-caducifoliée. La tendance est identique pour la surface terrière qui varie de  $22,10 \pm 6,31$  m<sup>2</sup>/ha pour la forêt galerie à  $13,56 \pm 1,18$  pour la forêt dense semi-caducifoliée. Le diamètre moyen quant à lui varie de  $46,19 \pm 8,17$  cm pour la forêt galerie à  $36,13 \pm 3,97$  cm pour la forêt dense semi-caducifoliée. Au vu de ses résultats on peut dire que les paramètres structuraux décroissent de la forêt galerie (plus humide) à la forêt dense semi-caducifoliée (moins humide). La densité de régénération varie de  $308,00 \pm 134,91$  tiges/ha pour la forêt dense semi-décidue à  $166,00 \pm 163,80$  pour la forêt galerie.

##### 3-1-2. Structure des populations de *D. senegalense* dans les habitats explorés

Les paramètres structuraux de *D. senegalense* ont été résumés dans le tableau 5. Dans le phytodistrict du Borgou sud, la densité des arbres est de  $16 \pm 8,94$  pieds/ha en forêt ripicole suivie de la forêt dense  $14 \pm 5,48$  pieds à l'hectare. La plus forte de surface terrière a été enregistrée en forêt galerie ( $3,86$  m<sup>2</sup>/ha  $\pm 4,19$  m<sup>2</sup>/ha) suivi de forêt ripicole ( $2,96$  m<sup>2</sup>/ha  $\pm 0,97$  m<sup>2</sup>/ha). La régénération naturelle de *D. senegalense* est plus forte en forêt galerie ( $170 \pm 2,96$  m<sup>2</sup>/ha  $\pm 0,97$  00 pieds/ha) suivie de la forêt ripicole ( $38 2,96$  m<sup>2</sup>/ha  $\pm 0,97$  54,95) mais nulle en forêt dense. Enfin la plus forte valeur de la hauteur moyenne de l'espèce a été obtenue en forêt galerie ( $18,80 \pm 6,86$  m) suivie de la forêt dense semi-caducifoliée ( $17,95 \pm 6,57$  m). De façon générale les plus fortes valeurs des paramètres ont été enregistrée dans les

groupements végétaux le long des cours d'eau. Au niveau de Bassila, la densité des arbres décroît de  $18 \pm 8,37$  pieds/ha en forêt galerie à  $12,0 \pm 4,47$  pieds à l'hectare en forêt dense semi-décidue. La plus forte valeur de surface terrière a été enregistrée en forêt ripicole ( $3,88 \text{ m}^2/\text{ha} \pm 1,46 \text{ m}^2/\text{ha}$ ) et la plus faible en forêt galerie à  $3,18 \pm 0,83 \text{ m}^2/\text{ha} \pm 0,97 \text{ m}^2/\text{ha}$ . En ce qui concerne le diamètre moyen, il varie de  $90,60 \pm 12,94$  cm (forêt ripicole) à  $69,20 \pm 22$  cm en forêt dense semi-décidue. La tendance reste la même pour la hauteur moyenne qui décroît de  $23,60 \pm 6,49$  en forêt ripicole à  $18,10 \pm 4,53$  m en forêt dense semi-décidue. Dans l'ensemble les plus fortes valeurs ont été obtenues dans les formations sises le long des cours d'eau. Dans la zone III, *D. senegalense*, affiche les plus fortes valeurs ont été obtenues dans la forêt ripicole. En effet, la densité des arbres, la surface terrière, le diamètre moyen et la hauteur moyen décroissent respectivement de  $14 \pm 8,94$  à  $10,00 \pm 0,0$  tiges/ha ;  $6,92 \pm 4,32$  à  $2,50 \pm 1,16 \text{ m}^2/\text{ha}$  ;  $79,87,60 \pm 12,94$  cm à  $55,15 \pm 13,49$  cm et  $22,35 \pm 7,25$  à  $15,7 \pm 2,48$  m. Tous ces paramètres suivent le gradient d'humidité. Enfin dans la zone IV, les plus fortes valeurs des paramètres de *D. senegalense* ont été obtenues forêt dense humide semi-décidue pour la densité moyenne ( $16,00 \pm 13,42$  tiges/ha) contre  $10,00 \pm 0,00$  en forêt dense semi-caducifoliée. Il en est de même pour le diamètre moyen qui décroît de  $64,72 \pm 16,95$  cm en forêt dense semi-décidue à  $58,40 \pm 6,51$  cm pour la forêt dense semi-caducifoliée. Quant à la surface terrière, la plus forte valeur a été enregistrée en en forêt dense semi-caducifoliée ( $4,72 \pm 4,32 \text{ m}^2/\text{ha}$ ) et la plus faible ( $3,06 \pm 1,38 \text{ m}^2/\text{ha}$ ) en forêt galerie. La hauteur moyenne décroît de  $25,55 \pm 5,01$  en forêt galerie à  $22,90 \pm 5,98$  m la forêt dense semi-caducifoliée. En dehors de la surface terrière, tous les autres paramètres décroissent avec le gradient d'humidité.

**Tableau 4 : Paramètres structuraux des peuplements ligneux à *D. senegalense* dans les 4 zones phytogéographiques explorées**

Groupement végétal	Paramètres	Peuplement global			
		Densité (N, pieds/ha)	Surface terrière (G, m <sup>2</sup> /ha)	Diamètre moyen (Dg, cm)	Densité régénération (Nr, pieds/ha)
<b>Borgou sud</b>					
FR	Moyenne	136	12,16	31,16	414
	Ecart-type	39,75	1,31	7,28	323,77
	Coefficient de variation	29,23	10,75	0,23	78,21
FG	Moyenne	178	13,56	26,98	472
	Ecart-type	82,28	4,82	2,65	223,32
	Coefficient de variation	46,22	35,57	0,1	47,31
FDsc	Moyenne	206	14,58	26,83	380
	Ecart-type	58,14	4,17	2,02	174,5
	Coefficient de variation	28,22	28,59	0,08	45,92
<b>Bassila</b>					
FR	Moyenne	200	17,52	27,52	708
	Ecart-type	48,48	5,31	3,09	191,76
	Coefficient de variation	24,24	30,33	0,11	27,08
FG	Moyenne	182	18,68	31,42	736
	Ecart-type	42,66	6,96	9,64	362,05
	Coefficient de variation	23,44	37,24	0,31	49,19
FDsd	Moyenne	194	23,2	32,49	642
	Ecart-type	52,25	10,93	6,92	239,42
	Coefficient de variation	26,93	47,1	0,21	37,29
<b>Zone III</b>					
FR	Moyenne	146	18,02	33,85	490



Groupement végétal	Paramètres	Peuplement global			
		Densité (N, pieds/ha)	Surface terrière (G, m <sup>2</sup> /ha)	Diamètre moyen (Dg, cm)	Densité régénération (Nr, pieds/ha)
	Ecart-type	33,62	4,26	4	134,91
	Coefficient de variation	23,02	23,66	0,12	27,53
FG	Moyenne	120	11,12	31,53	226
	Ecart-type	41,83	1,78	5,29	138,31
	Coefficient de variation	34,86	15,99	0,17	61,2
FDsc	Moyenne	136	12,56	28,13	484
	Ecart-type	39,12	6,53	4,59	299,72
	Coefficient de variation	28,76	51,99	0,16	61,92
Zone IV					
FG	Moyenne	106	22,1	46,19	166
	Ecart-type	23,02	6,31	8,17	163,8
	Coefficient de variation	21,72	28,56	0,18	98,67
FDhsd	Moyenne	92	14,82	38,94	308
	Ecart-type	41,47	9,91	8,5	96,28
	Coefficient de variation	45,08	66,86	0,22	31,26
FDsc	Moyenne	106	13,56	36,86	244
	Ecart-type	20,74	1,18	3,97	77,01
	Coefficient de variation	19,56	8,7	0,11	31,56

FR = forêt ripicole, FG = forêt galerie ; FDsd = forêt dense semi-décidue ; FDsc = forêt dense semi-caducifolié.

**Tableau 5 : Paramètres structuraux des populations de *D. senegalense* dans les 4 zones phytogéographiques explorés**

Groupement végétal	Paramètres	Population de <i>Detarium senegalense</i>				
		Densité (N, pieds/ha)	Surface terrière (G, m <sup>2</sup> /ha)	Diamètre moyen (Dg, cm)	Densité régénération (Nr, pieds/ha)	Hauteur moyenne (H, m)
Borgou sud						
FR	Moyenne	16	2,96	60,7	38	16,5
	Ecart-type	8,94	0,97	10,56	54,95	2,79
	Coefficient de variation	55,9	32,63	0,17	144,62	0,17
FG	Moyenne	12	3,86	64,45	170	18,8
	Ecart-type	4,47	4,19	31,69	0	6,86
	Coefficient de variation	37,27	108,52	0,49	0	0,37
FDsc	Moyenne	14	1,92	49,6	0	17,95
	Ecart-type	5,48	0,29	3,46	0	6,57
	Coefficient de variation	39,12	14,91	0,07		0,37
Bassila						
FR	Moyenne	12	3,88	90,6	0	23,6
	Ecart-type	4,47	1,45	12,94	0	6,49
	Coefficient de variation	37,27	37,39	0,14		0,28
FG	Moyenne	18	3,18	76,65	0	20,65
	Ecart-type	8,37	0,83	22,23	0	5,99
	Coefficient de variation	46,48	26,18	0,29		0,29
FDsd	Moyenne	14	3,61	69,2	0	18,1
	Ecart-type	5,48	3,37	22,49	0	4,53
	Coefficient de variation	39,12	93,23	0,32		0,25

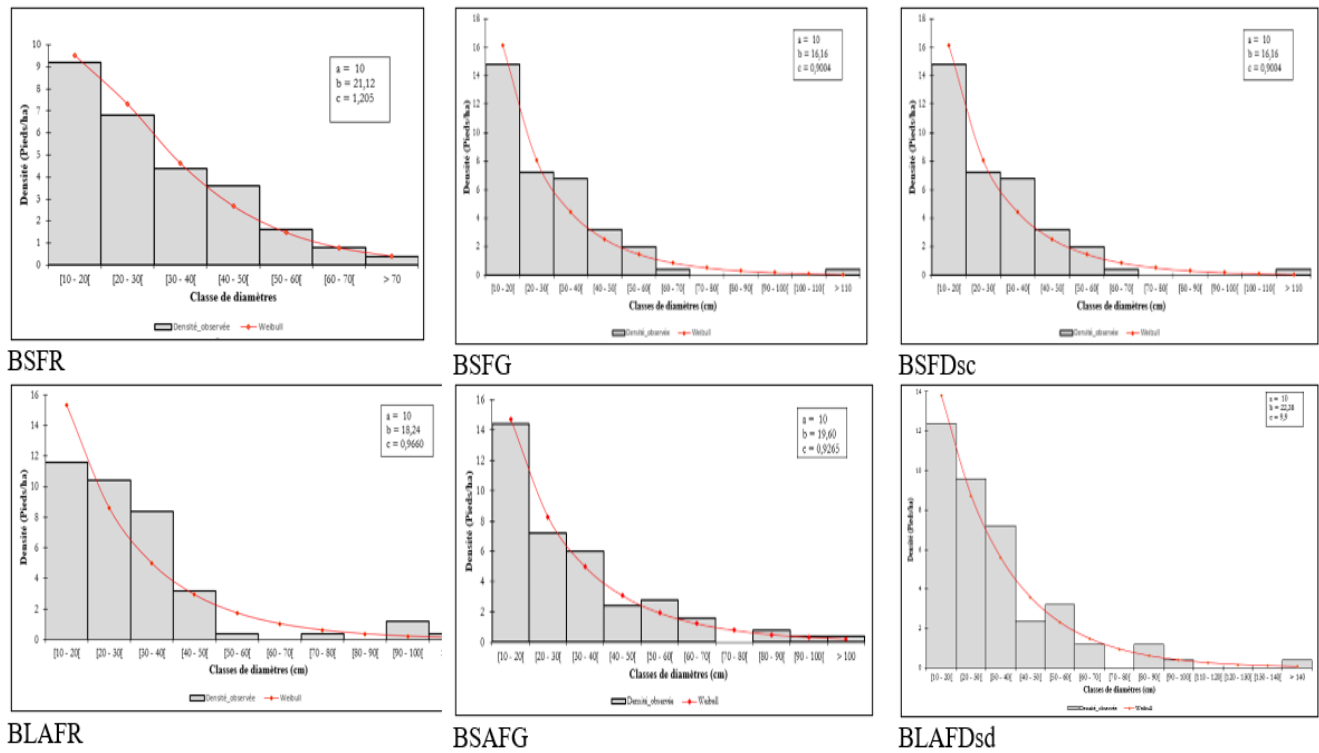
Groupement végétal	Paramètres	Population de <i>Detarium senegalense</i>				
		Densité (N, pieds/ha)	Surface terrière (G, m <sup>2</sup> /ha)	Diamètre moyen (Dg, cm)	Densité régénération (Nr, pieds /ha)	Hauteur moyenne (H, m)
<b>Zone III</b>						
FR	Moyenne	14	6,92	79,87	0	22,35
	Ecart-type	8,94	4,32	24,81	0	7,25
	Coefficient de variation	63,89	62,47	0,31		0,32
FG	Moyenne	10	3,56	65,5	0	19,65
	Ecart-type	0	1,86	17,69	0	7,66
	Coefficient de variation	0	52,27	0,27		0,39
FDsc	Moyenne	10	2,5	55,15	0	15,7
	Ecart-type	0	1,16	13,49	0	2,48
	Coefficient de variation	0	46,3	0,24		0,16
<b>Zone IV</b>						
FG	Moyenne	10	3,06	61,15	0	26,55
	Ecart-type	0	1,38	13,99	0	5,01
	Coefficient de variation	0	45,08	0,23		0,19
FDhsd	Moyenne	16	4,58	64,72	0	23,4
	Ecart-type	13,42	2,25	16,95	0	6,8
	Coefficient de variation	83,85	49,05	0,26		0,29
FDsc	Moyenne	10	4,72	58,4	0	22,9
	Ecart-type	0	4,16	6,51	0	5,98
	Coefficient de variation	0	88,04	0,11		0,26

FR = forêt ripicole, FG = forêt galerie ; FDsd = forêt dense semi-décidue ; FDsc = forêt dense semi-caducifolié

### 3-2. Structure diamétrique des peuplements à *D. senegalense*

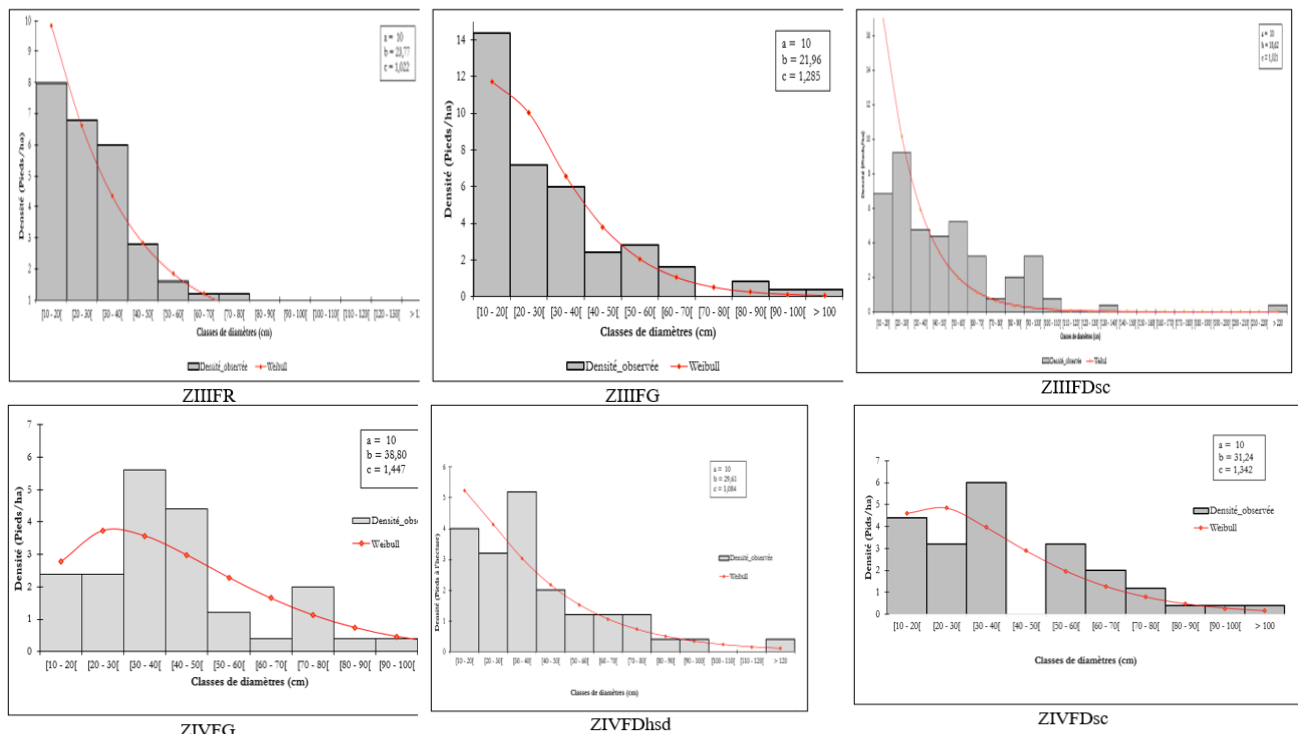
#### 3-2-1. Caractéristiques structurales globales des peuplements ligneux à *D. senegalense*

Les **Figures 3 et 4** présentent les structures des peuplements ligneux à *D. senegalense* dans les différents groupements végétaux explorés. Dans le Borgou sud la structure en diamètre des forêts riveraine et dense semi-caducifoliée présente une allure asymétrique positive ou asymétrique droite synonyme d'une dominance d'individus de faible. Pour ce qui concerne la forêt galerie, l'allure de la structure obtenue est en J renversé typique de peuplements multispécifiques ou inéquiennes à fort potentiel de régénération. Dans le phytodistrict de Bassila la structure diamétrique présente une allure en J renversé aussi bien pour la forêt ripicole que pour la forêt galerie. Cette allure obtenue est caractéristique de peuplements multispécifiques ou inéquiennes fort potentiel de régénération. Par contre, pour la forêt dense semi-décidue la structure diamétrique présente une allure en asymétrique négative. Les peuplements ligneux à *D. senegalense* présentent une structure diamétrique à allure asymétrique positive synonyme de la prédominance d'individus de faible diamètre dans l'ensemble des groupements végétaux : forêts riveraine, galerie et dense semi-caducifoliée. La situation est la même dans l'ensemble des trois groupements végétaux de la zone IV.



BSFR = Borgou sud, forêt ripicole ; BSFG = Borgou sud, forêt galerie ; BSFDsc = Borgou sud, forêt dense semi-caducifoliée ; BLAFR = Bassila, forêt ripicole ; BLAFG = Bassila, forêt galerie ; BLAFDsd = Bassila, forêt dense semi-décidue

**Figure 3 : Distribution en classe de diamètre des individus de l'ensemble du peuplement arborescent des groupements végétaux des phytodistricts du Borgou sud et de Bassila**

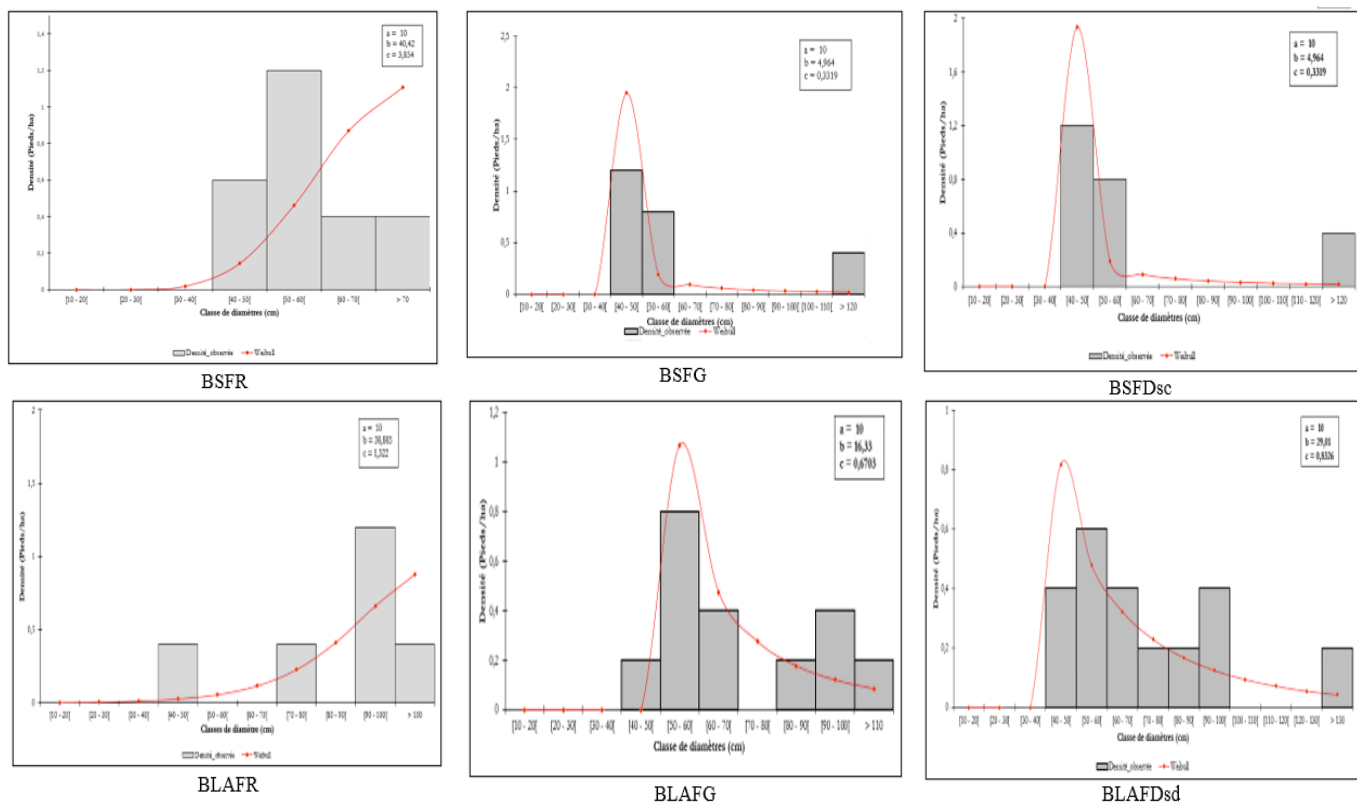


ZIIIFR = Zone 3 ; forêt ripicole ; ZIIIFG = Zone 3, forêt galerie ; ZIIIFDsc = Zone 3, forêt dense semi-caducifoliée ; ZIVFG = Zone 4 ; forêt galerie ; ZIVFDhsd = Zone 4, forêt dense humide semi-décidue et ZIVFDsc = Zone 4, forêt dense semi-caducifoliée

**Figure 4 : Distribution en classe de diamètre des individus de l'ensemble du peuplement arborescent des zones III et IV**

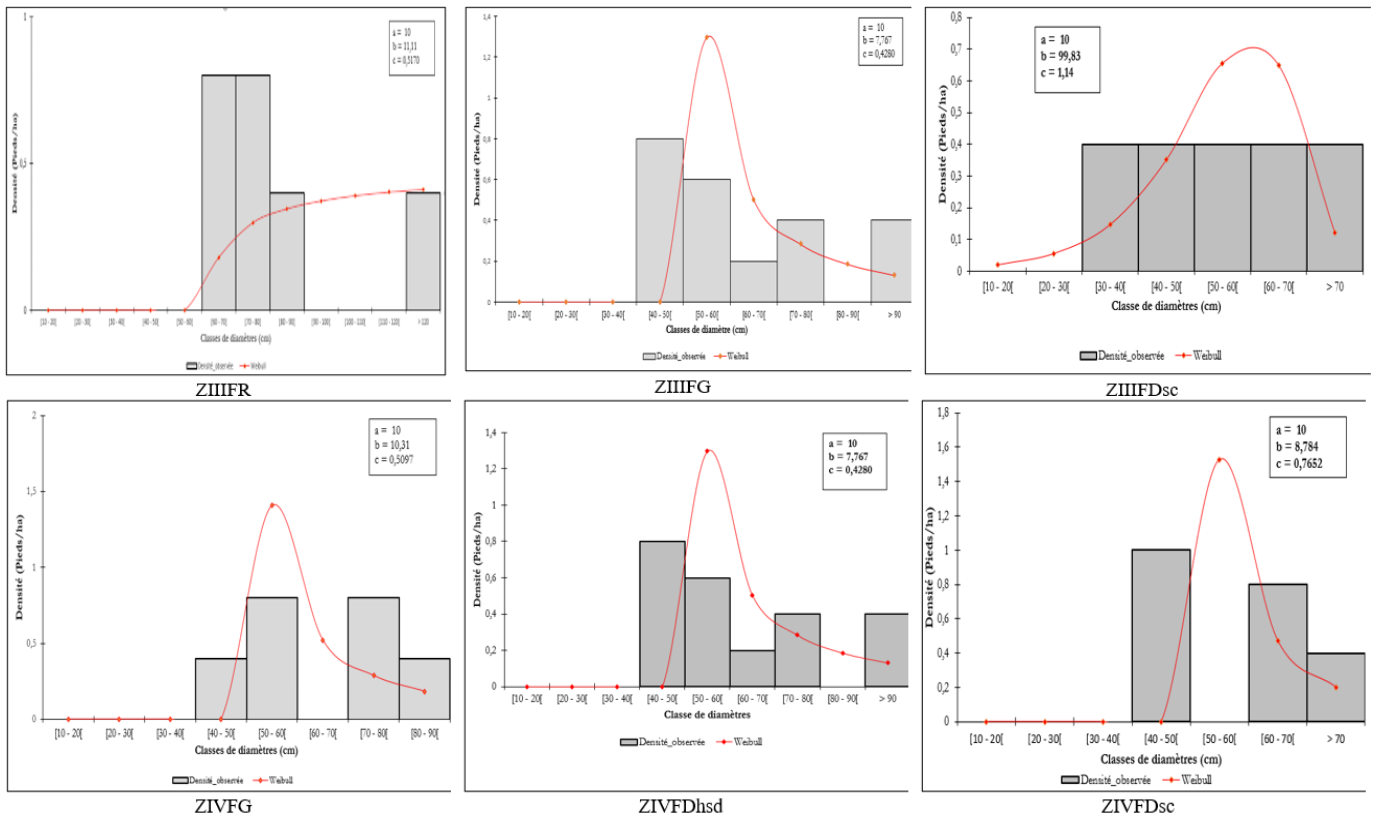
### 3-2-2. Structure diamétrique des populations de *D. senegalense*

Les **Figures 5 et 6** présentent la structure diamétrique des populations de *D. senegalense* inventoriés selon le groupement végétal et suivant la zone phytogéographique. Au niveau du phytodistrict du Borgou sud la structure en diamètre dans la forêt ripicole présente une allure asymétrique négative synonyme de la présence d'individus âgés. Pour ce qui concerne la forêt galerie et la forêt dense semi-caducifoliée, l'allure de la structure obtenue est en J renversé caractéristique de peuplements multispécifiques ou inéquiennes. Pour ce qui concerne le phytodistrict Bassila, la structure diamétrique présente une allure asymétrique positive dans la forêt ripicole et une allure en J renversé au niveau de la forêt galerie et la forêt dense semi-décidue caractéristique de peuplements multispécifiques ou inéquiennes. La structure diamétrique des populations de *D. senegalense* de la zone III présente une allure est en J renversé au niveau de la forêt ripicole et la forêt galerie contre une allure asymétrique positive au niveau de la forêt dense semi-caducifoliée. S'agissant de la zone IV, il a été enregistré une allure en J renversé dans les trois types de groupements végétaux : forêt galerie, forêt dense humide semi-décidue et forêt dense semi-caducifoliée. La structure diamétrique des populations de *D. senegalense* devrait avoir une allure asymétrique positive ou asymétrique droite caractéristique de populations à faible potentiel de régénération dû aux actions exogènes mais ce n'est qu'au niveau de la forêt ripicole de Bassila et de la forêt dense semi-caducifoliée de la zone III qu'une telle distribution a été enregistrée. Distribution asymétrique négative ou asymétrique gauche, caractéristique des peuplements monospécifiques à prédominance d'individus âgés, à gros diamètre. Elle peut aussi être caractéristique des populations dégradées à très faible potentiel de régénération dû aux pressions anthropiques et peut indiquer des populations en extinction. Les populations de *D. senegalense* inventoriés devraient présenter une telle allure mais ce n'est que la forêt ripicole du Borgou sud qu'un tel résultat a été enregistré.



*BSFR = Borgou sud, forêt ripicole ; BSFG = Borgou sud, forêt galerie ; BSFDsc = Borgou sud, forêt dense semi-caducifoliée ; BLAFR = Bassila, forêt ripicole ; BLAFG = Bassila, forêt galerie ; BLAFDsd = Bassila, forêt dense semi-décidue*

**Figure 5 :** Structure diamétrique des populations de *D. senegalense* des différents groupements végétaux explorés dans les phytodistricts du Borgou sud et Bassila



ZIIIFR = Zone 3 ; forêt ripicole ; ZIIIFG = Zone 3, forêt galerie ; ZIIIFDsc = Zonr 3, forêt dense sem-cdcfoliée ; ZIVFG = Zone 4 ; forêt galerie ; ZIVFDhsd = Zone 4, forêt dense humide semi-décidue et ZIVFDsc = Zone 4, forêt dense semi-caducifoliée

**Figure 6 :** Structure diamétrique des populations de *D. senegalense* des différents groupements végétaux explorés dans les zones III et IV

## 4. Discussion

### 4-1. Densité et caractéristiques dendrométriques

Les travaux de [31] ont montré que les paramètres dendrométriques constituent des outils très propices pour la planification des actions d'aménagement durable. Le même auteur indique que le diamètre de l'arbre ayant la surface terrière moyenne est un paramètre important pour la conduite des actions en foresterie notamment en sylviculture et que la surface terrière est un outil capital dans la classification des forêts selon leur niveau de maturité. Dans l'ensemble des phytocénoses étudiées, la densité moyenne du peuplement ligneux ( $dbh \geq 10$  cm) à l'hectare varie entre 92 et 206. Ces résultats sont faibles et pourraient être expliqués par l'état de dégradation des habitats naturels de *D. senegalense*. Lesdits résultats concordent bien avec ceux obtenus par [11] dans les zones écologiques II et IV du Togo, [32] dans les forêts galeries et riveraines du Bénin, [31] dans la forêt dense semi-décidue de Pobè [33] dans des forêts denses semi-décidues du Congo, [34] sur les peuplements ligneux des différents biotopes de la forêt classée de Yapo-Abbé, sud de la Côte d'Ivoire, [35] dans la forêt à *Scorodophloeus* de la région de Yangambi. Lesdites valeurs sont par contre inférieures à celles obtenues par [36] dans les forêts denses semi-caducifoliées de la réserve de faune de Togodo au Togo, par [37] dans un faciès forestier à *Cynometra pedicellata* De Wild. et *Pterocarpus soyauxii* Taub. sur l'île Loufézou dans le Plateau des Cataractes (République du Congo). Les valeurs de surface terrière obtenues varient dans l'ensemble de 11,12 à 23,20  $m^2/ha$  et sont dans le même ordre que celles de [11, 33, 35, 38], puis dans l'intervalle (pour certains) des résultats obtenus dans les forêts galeries par [32]. Par contre ces résultats

sont inférieurs aux résultats obtenus par [32, 34, 36, 37] dans des forêts riveraines et faciès forestiers. Par ailleurs, les valeurs des surfaces terrières obtenues pour l'ensemble des peuplements arborescents étudiés sont largement en dessous de celles obtenues par [39] dans les forêts riveraines et forêts galeries des phytodistricts du Borgou sud et Bassila (42,7 m<sup>2</sup>/ha) et en-dessous des limites fixées par [40] soit 21,3 à 53 m<sup>2</sup>/ha. ; [41] dans les forêts denses du Ghana soit 25 m<sup>2</sup>/ha ; [42] dont l'intervalle est de 28,4 à 32,2 m<sup>2</sup>/ha obtenus dans la station de Recherches de Kade et [43] avec comme intervalle 23,3 à 36,3.) à l'exception des forêts galeries et forêts denses de Bassila et les forêts galeries de la zone IV qui affichent des valeurs respectivement de 23,20 et 23,23 et 22,10 m<sup>2</sup>/ha figurant ainsi dans les limites définies par [40]. Ces résultats corroborent les travaux de [44] obtenus pour la forêt dense peu dégradée (forêt Marécageuse de Lokoli) soit une valeur de surface terrière de 21 m<sup>2</sup>/ha. Elles sont également dans les limites des résultats de [45] qui par ailleurs prédit, pour une forêt claire type miombo, une surface terrière oscillant entre 12 et 25 m<sup>2</sup>/ha et ceux de [46] qui a obtenu une valeur de surface terrière de 12,33 m<sup>2</sup>/ha dans la réserve naturelle forestière de Vyanda au Burundi. Les plus fortes valeurs ont été obtenues dans les forêts riveraines de Bassila et de la zone III, deux zones phytogéographiques voisines. Le diamètre moyen du peuplement ligneux varie de 26,98 à 46,19 cm. Les résultats de la présente étude corroborent ceux de [11, 31 - 33] mais sont supérieurs aux résultats obtenus par [36]. Les valeurs faibles de surface terrière obtenues et qui se retrouvent dans les limites fixées pour des formations claires démontrent à suffisance la pression exercée par les populations riveraines sur les essences forestières de valeur causant ainsi la dégradation des habitats naturels desdites espèces. [47] indique que la faible densité et la faible surface terrière pourraient être dues au degré de perturbation, qui affecte entre autres, la composition des espèces, la structure par âge. En ce qui concerne *D. senegalense* les valeurs de densité, de surface terrière et de diamètre de l'arbre de surface terrière moyenne sont supérieures à ceux de obtenus par [20, 21]. Par contre certaines valeurs sont dans les mêmes limites que celles obtenues par [21] dans les forêts galeries et les agrosystèmes.

Lesdites valeurs concordent plus ou moins avec celles obtenues par [11] dans les zones II et IV, et [20] dans la zone Soudano-Guinéenne. Les valeurs de surface terrière obtenues au niveau des populations de *D. senegalense* sont largement supérieures à celles obtenues par [21] dans le phytodistrict de Bassila. Les valeurs obtenues confirment celles obtenues par [44] pour les espèces *Spondianthus preussii* (1,31 m<sup>2</sup>/ha) et *Syzygium owariense* (6 m<sup>2</sup>/ha). Quant aux valeurs de hauteur moyenne, elles concordent pour la plupart avec celles obtenues par [21] aussi bien dans les forêts denses, forêts galeries que dans les agrosystèmes. La tendance est la même avec les valeurs obtenues sur les pieds de *D. senegalense* par [11] dans les zones II et IV. L'abondance et la qualité de régénération sont analysées en vue d'apprécier les possibilités, non seulement de reconstitution des habitats naturels mais aussi et surtout l'état de conservation de l'espèce en étude. Les valeurs de densité de régénération naturelle obtenues varient de 166 à 708 pieds/ha. Ces résultats corroborent ceux obtenus par [48] dans les forêts galerie et riveraines de la forêt classée de Bassila, de [49] dans la forêt de Saint Elie en Guyane et de [40] dans Moist semi-deciduous forest et Dry semi-deciduous forest au Ghana. Par contre ces résultats sont largement en dessous de ceux obtenus par [49]. Ceci est conforme aux observations faites sur le terrain quant à l'état de dégradation des habitats naturels de *D. senegalense* où la régénération naturelle n'est pas des plus reluisante. En ce qui concerne le cas spécifique de l'espèce en étude, les résultats de sa régénération naturelle sont faibles voire nuls dans certaines zones phytogéographiques. Dans l'ensemble, les valeurs de densité de régénération naturelle aussi bien pour l'ensemble des peuplements étudiés que pour *D. senegalense* sont faibles et corroborent ceux obtenus par [11, 17, 21]. Les faibles valeurs observées dans les phytocénoses étudiées sont, sans doute, la conséquence de l'exploitation intense à laquelle sont soumises (ou ont été soumises) les habitats naturels de *D. senegalense* par les populations riveraines pour des besoins d'ordre socio-économique [50]. Les rares pieds de l'espèce n'échappent à cette action humaine car lors des inventaires nous avons recensé plusieurs souches d'exploitation de différents âges (récents et anciens). *D. senegalense* a été inventoriée avec de très

faibles densités (adultes et régénérations). La faible densité de régénération de l'espèce serait liée à l'installation des individus semenciers sur la berge du lit des cours d'eau. De pareilles observations ont été déjà signalées par [11, 21]. En effet cette position occupée par les individus adultes faciliterait le transport des graines sur des sites ne répondant pas à leur écologie. La prédominance des individus de gros diamètre chez *D. senegalense* supporte les constats de [11, 21], enregistrés sur les individus de l'espèce en forêt galerie. Les individus de gros diamètre ont été enregistrés dans les groupements végétaux sis le long des cours d'eau (forêts riveraine et galerie). Ces résultats corroborent ceux issus des travaux de [39] qui ont indiqué que les forêts galeries ou ripicoles offrent des conditions stationnaires particulières notamment des sols fertiles avec la présence plus ou moins permanente d'eau et de sols humides, apports de sédiments provenant des inondations, garantissant ainsi aux plantes un meilleur développement.

#### 4-2. Structure diamétrique

Tout projet d'aménagement durable d'un écosystème forestier ou d'un habitat naturel en vue de la conservation d'une espèce nécessite la maîtrise, entre autres, de la structure en diamètre [51] qui est révélatrice d'évènements liés à la vie des peuplements [52, 53]. En effet la forme de la structure en diamètre des peuplements forestiers varie selon le type de phytocénose. Dans un peuplement naturel, la structure en diamètre peut prendre plusieurs formes en fonction de la physiologie des espèces et des conditions du milieu notamment les facteurs liés aux pressions anthropiques, aux conditions climatiques et aux conditions pédologiques. La forme classique de la structure d'un peuplement inéquienne ou multispécifique est caractérisée par une fréquence élevée de jeunes individus dans les petites classes de diamètre et une diminution progressive des individus au fur et à mesure que le diamètre devient grand avec une structure en forme de J-renversé. Lorsqu'on considère une population d'individus de même espèce, la structure en diamètre attendue devrait présenter aussi une forme en J-renversé. La structure en diamètre aussi bien de l'ensemble des peuplements que de *D. senegalense* a présenté en dehors de la forme J renversé des allures asymétrique droite et asymétrique gauche. Selon [54] la forme en J renversé confirme l'existence de tiges d'avenir et des espèces dites structurantes au sein des peuplements. Une dissymétrie gauche de la structure en diamètre suppose la prédominance d'individus de gros diamètre dans le peuplement [30]. Nous avons eu cette allure dans la forêt dense du phytodistrict de Bassila et pour les populations de *D. senegalense* du Borgou sud. L'allure asymétrique droite obtenue révèle donc le niveau de dégradation des habitats étudiés où se pose de plus en plus le problème de recrutement des individus jeunes. En ce qui concerne les populations de *D. senegalense*, les individus de petit diamètre sont quasi-inexistants. On devrait avoir une distribution asymétrique négative ou gauche ( $c > 3,6$ ) mais c'est beaucoup plus aux formes asymétrique droite ( $1 < c < 3,6$ ) et J-renversé ( $c < 1$ ) auxquelles nous avons eues droit en majorité. Les distributions présentant une dissymétrie droite sont caractérisées par la prédominance relative des individus jeunes ou de petits diamètres. Mais puisque selon nos résultats les individus de *D. senegalense* aussi bien d'un groupement végétal à un autre et d'une zone phytogéographique à l'autre ne sont ni tous de même âge ni jeunes, alors les dissymétries droites observées ne pourront être expliquées par la jeunesse des populations de l'espèce mais plutôt par leur perturbation ou leur vulnérabilité à certains stades de leur développement notamment les nombreuses pressions anthropiques qui s'exercent sur ces populations (exploitation du bois à diverses fins). Nos résultats concordent bien avec les résultats des travaux de [54] selon laquelle l'allure asymétrique positive explique une population à faible potentiel de régénération. Nos valeurs de  $c$  concordent parfaitement avec celles de [21]. De même nos résultats quant à l'absence d'individus de petits diamètres corroborent les résultats des travaux de [11, 21] qui ont conclu que cela serait dû à la faible capacité de régénération de *D. senegalense*. Selon ces mêmes auteurs la faible densité de régénération de l'espèce est la conséquence de l'installation des individus semenciers sur certaines berges du lit des cours d'eau. En ce qui concerne la courbe de la répartition en diamètre des peuplements ligneux à *D. senegalense*, la forme en « i » des courbes

obtenues pour la plupart des groupements végétaux est caractéristique de la nature inéquienne et multisécificative des arbres. Dans le cas des populations de *D. senegalense*, on note une distribution unimodale, en cloche, caractéristique des peuplements monosécificatifs. Ces résultats concordent parfaitement avec ceux obtenus par [11]. Selon [53], les distributions unimodales sont caractéristiques des peuplements équienues ou monosécificatifs et la forme de la courbe est révélatrice des événements liés à la vie des peuplements. Néanmoins, un peuplement inéquienne soumis à diverses pressions peut également avoir l'allure unimodale notée dans l'étude comme c'est le cas des forêts galerie et dense semi-caducifoliée de la zone IV.

#### 4-3. Implication pour la conservation et l'utilisation durable de *D. senegalense*

Les résultats de cette étude ont révélé une densité relativement faible des individus de *D. senegalense* dans ses habitats naturels quels que soit le groupement végétal et la zone phytogéographique. Les populations de *D. senegalense* sont confinées dans des habitats situés pour la plupart dans des aires protégées. Ce résultat suggère ainsi une stratégie particulière de gestion spécifique pour cette espèce. Il faudra envisager des stratégies de conservation *in-situ* et *ex-situ* simultanément pour la survie des populations de l'espèce. Compte tenu du pouvoir régénératif naturel très faible enregistré dans les habitats naturels explorés, une assistance à la régénération naturelle pourrait être envisagée pour la restauration desdits habitats et surtout pour améliorer l'état de conservation de *D. senegalense*. Des actions d'information et d'éducation pour un changement de comportement pourront aider à faire prendre conscience aux différents acteurs pour non seulement ralentir voire arrêter les actes d'abattage des arbres de l'espèce mais aussi et surtout encourager chaque ménage à avoir un pied de l'espèce dans son jardin de case pour diverses fins. Par ailleurs, l'exploitation des organes notamment l'abattage de l'arbre doit être systématiquement interdite. Aussi compte tenu des difficultés de recrutement enregistré pour cette espèce, la protection de ses plantules contre les herbivores notamment dans les habitats naturels est nécessaire. A tout cela s'ajoute l'introduction des plants de l'espèce dans des forêts où elle a été précédemment signalée [12, 27] et dans des jardins botaniques.

### 5. Conclusion

Les caractéristiques structurales des peuplements à *D. senegalense* et des populations de *D. senegalense* révèlent une forte variation et de faibles valeurs suivant les zones phytogéographiques et les groupements végétaux synonymes d'habitats très dégradés. Les populations de *D. senegalense* sont mieux conservées dans les aires protégées (forêts classées et réserves de faunes). La densité des peuplements ligneux à *D. senegalense* diminue des aires protégées à ceux du domaine libre. Le constat est le même quant à la densité des populations de *D. senegalense* dont les fortes valeurs ont été enregistrées au niveau des aires protégées. Les peuplements des habitats naturels sont dominés par des sujets jeunes et de petits diamètres, alors que les populations de *D. senegalense* sont constituées de sujets âgés et de gros diamètres avec un faible pouvoir régénératif naturel. Sa régénération naturelle est faible démontrant la nécessité des actions particulières en vue d'une assistance pour favoriser et protéger les semis naturels de *D. senegalense*. Les résultats confirment le niveau de dégradation avancé des habitats naturels de *D. senegalense*. Des actions doivent être envisagées en vue de la restauration, de la conservation et de la gestion durable de cette importante espèce végétale pour le bonheur des générations présentes et futures. Les résultats obtenus confirment que les habitats de *D. senegalense* diffèrent d'un groupement végétal à un autre et d'une zone phytogéographique à une autre. Pour ce faire, en dehors des aspects abordés dans la présente étude, des pistes de recherches futures demeurent nombreuses. Elles concernent entre autres l'étude des variabilités morphologiques/phénotypiques suivant le type d'occupation du sol et suivant la zone phytogéographique. En effet, la distribution de *D. senegalense* dans les zones phytogéographiques étudiées offre des pistes pour investiguer les caractéristiques morphologiques pouvant faciliter l'adoption de stratégies de conservations.



## Références

- [1] - FAO, La situation des forêts du monde, Forêts, Biodiversités et Activités Humaines, Rome, (2020) 197 p.
- [2] - J. A. ASIMONYIO, K. KAMBALE, E. SHUTSHA, G. N. BONGO, D. S. T. TSHIBANGU, P. T. MPIANA, K. N. NGBOLUA, *J. of Advanced Botany and Zoology*, Vol. 312, (2015) DOI: 10.15297/JABZ.V312.01
- [3] - J. OMATOKO, H. NSHIMBA J. BOGAERT, J. LEJOLY, R. SHUTSHA, J. P. SHAUMBA, J. ASIMONYIO, K. N. NGBOLUA, *International Journal of Innovation and Applied Studies*, Vol. 13, N°2 (2015) 452 - 463 p.
- [4] - E. PRAMOVA, B. LOCATELLI H. DJOUDI, O. A. SOMORIN, Le rôle des forêts et des arbres dans l'adaptation sociale à la variabilité et au changement climatiques. Brief, CIFOR, N°14 (2012), ffcirad-00937157f
- [5] - O. N. S. FOLAHAN, E. F. DISSOU, S. G. AKOUEHOU, H. A. B. TENDE, M. BOKO, *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 12 (1) (2018) 322 - 340, February 2018 ISSN 1997-342X (Online), ISSN 1991-8631 (Print)
- [6] - FAO, Les forêts au service du développement durable (résumé). Rome, Italie, (2018) 27 p.
- [7] - L. LEROUX, Analyse diachronique de la dynamique paysagère sur le bassin supérieur de l'Ouémé (Bénin) à partir de l'imagerie Landsat et MODIS — Cas d'étude du communal de Djougou. Hydrosociences Montpellier, ANR ESCAPE, (2012) 62 p.
- [8] - FAO, Evaluation des ressources forestières mondiales FRA, (2015) 6 p.
- [9] - F. G. KIMBATSA, Utilisation abusive des produits forestiers non ligneux (PFNL) et son impact écologique sur la réserve de la biosphère de Dimonika (République du Congo). *Revue canadienne de géographie tropicale/Canadian journal of tropical geography* [En ligne], Vol. (2) 2 (2015) 52 - 59 p. URL: <http://laurentienne.ca/rcgt>
- [10] - A. KIEMA, A. J. NIANOGO, C. Y. K. ZOUNGROUNA, B. Jalloh, *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 6 (2012) 4018 - 4030
- [11] - F. A. DANGBO, K. ADJONOU, K. KOKOU, J. BLASER, *American Journal of Plant Sciences*, 10 (2019b) 417 - 432
- [12] - C. A. ADOMOU, O. P. AGBANI, B. SINSIN, *Plants*. In : Neuenschwander P., Sinsin B., Goergen G. (eds). *International Institute of Tropical Agriculture*, (2011) 21 - 46 p.
- [13] - A. K. NATTA, S. POREMBSKI, In : Sinsin B., et al. (eds.). Forêts galeries. In : Sinsin B., et al. (eds.). Atlas écologique du Bénin : Etat actuel de la diversité végétale / *Current state of plant diversity*. (inpress), (2011)
- [14] - D. A. F. WOTTO, Ecologie, ethnobotanique et état de conservation de *Detarium senegalense* J.F.Gmel (Leguminosae — Caesalpinioideae) dans les phytodistricts Bassila et Borgou-Sud en République du Bénin. *Thèse de doctorat en Géosciences de l'Environnement et Aménagement de l'Espace*. Université d'Abomey-calavi, Département de Géographie, (2020) 182 p.
- [15] - E. THIES, Principaux ligneux (agro-) forestiers de la Guinée, zone de transition, Robdort, (1995) ISSN 0723 - 9637
- [16] - P. NEUENSCHWANDER, B. SINSIN, G. GOERGEN, (eds). *Nature Conservation in West Africa : Red List for Benin*. *International Institute of Tropical Agriculture*, Ibadan, Nigeria, (2011) 365 p.
- [17] - G. H. A HOUÉNON, A. K. DJOSSOU, E. Y. KOUHINKPO, K. V SALAKO, F. P. TCHOBO, C. A. ADOMOU, H. YÉDOMONHAN, *Genetic Resources and Crop Evolution*, 68 (2021) 2627 - 2654
- [18] - N. DIOP, A. NDIAYE, M. CISSE, O. DIEME, M. DORNIER and O. SOCK, *Fruits*, 65 (2010) 293 - 306. <https://doi.org/10.1051/fruits/2010025> P 293-305
- [19] - H. M. BURKILL, The useful plants of West Tropical Africa, Families J-L, 2nd Ed., *Whitefriars Press*, London, U.K., Vol. 3, (1995) 101 - 105 p.
- [20] - G. H. A HOUÉNON, S. T. B. AHOUANDJINO, C. A. ADOMOU, H. YÉDOMONHAN, *Trees, Forests and People*, 9 (2022) 100283
- [21] - A. K. B. DOSSA, C. OUINSAVI, T. N HOUETCHEGNON, N. B. SOUROU, *Science de la vie, de la terre et agronomie* REV.RAMRES, 07 (2019) 00
- [22] - A. OUEDRAOGO, Diversité et dynamique de la végétation ligneuse de la partie orientale du Burkina Faso. Thèse de doctorat unique, Université de Ouagadougou, (2006) 230 p.

- [23] - A. ATATO, K. K. WALA BATAWILA, A. Y. WOEGAN, K. AKPAGANA, *Fruit, Vegetable and Cereal Science and Biotechnology*, 4 (2010) 1 - 9
- [24] - M. BEGON, C. R. TOWNSEND, J. L. HARPER, *Ecology : from Individuals to Ecosystems*. 4th edn. Blackwell, 4th edn. Blackwell, (2006)
- [25] - A. AKOËGNINOÛ, J. VAN DER BURGW, L. J. G. VAN DER MAESEN, Flore analytique du Bénin. *Backhuys Publishers*, Leiden, Netherlands. *Backhuys Publishers*, Leiden, Netherlands, (2006) 1034 p.
- [26] - F. J. BRUNEL, P. HIEKPO, H. SCHOLZ, Flore analytique du Togo, Phanérogammes, Eschborn1, GTZ GmbH. *Eschborn1*, (1984) GTZ GmbH
- [27] - C. A. ADOMOU, Vegetation Patterns and Environmental gradients in Benin. Implications for biogeography and conservation, Ph.D. Thesis. Wageningen University, Wageningen, The Netherlands, (2005) 133 p.
- [28] - T. E. BURK and J. D. NEWBERRY, *Forest sciences*; 30 (1984) 329 - 332
- [29] - B. HUSCH, T. W. BEERS and J. A. KERSHAW, *Forest Mensuration*. (4th Ed). John Wiley and Sons, Inc., New York., (2003) 443 p.
- [30] - R. GLÈLÈ KAKAÏ, V. K. SALAKO, E. A. PADONOU et A. M. LYKKE, *Annales des Sciences Agronomiques 20 - spécial Projet Undesert-UE*, 139, 157 (2016) ISSN 1659 - 5009
- [31] - N. SOKPON, Recherches écologiques sur la forêt dense semi-décidue de Pobè au sud- est du Bénin: Groupements végétaux, structure, régénération naturelle et chute de litière. Thèse de Doctorat ; Université Libre de Bruxelles. Section Interfacultaire d'Agronomie. Laboratoire de Botanique, Systématique et de Phytosociologie. Belgique, (1995) 350 p.
- [32] - N. SOKPON, T. H. SINADOUWIROU, F. GBAGUIDI, S. H. BIAOU, Aperçu sur les forêts édaphiques hygrophiles du Bénin Faculté des Sciences Agronomiques, Université Nationale du Bénin, BP 526 Cotonou, (2001)
- [33] - F. KOUBOUANA, Les forêts de la vallée du Niari (Congo). Etudes floristiques et structurales. Thèse de Doctorat de l'Université Paris VI, (1993) 122 p.
- [34] - D. KONAN, A. BAKAYOKO A, F. H. TRA BI, B. G. A. BITIGNON, S. C. PIBA, *Journal of Applied Biosciences*, 94 (2015) 8869 - 8879, ISSN 1997—5902
- [35] - R. PIERLOT, Structure et composition des forêts denses d'Afrique centale, spécialement, (1966)
- [36] - K. ADJONOU, A. R. RADJI, A. D. KOKUTSE et K. KOKOU, *Vertigo- la revue électronique en science de l'environnement*, Vol. 16, (2016), [http:// : doi.org/10.4000/vertigo.17004](http://doi.org/10.4000/vertigo.17004)
- [37] - E. S. MIABANGANA et F. MALAISSE, *Geo-Eco-Trop.*, 45, 1 (2021) 53 - 65
- [38] - O. OUEDRAOGO, A. THIOMBIANO, K. HAHN-HADJALI, S. GUINKO, Diversité et structure des groupements ligneux du parc national d'Arly (Est du Burkina Faso) *Flora et Vegetatio Sudano-Sambesica*, Frankfurt, 11 (2008) 5 - 16
- [39] - A. K. NATTA, Ecological assessment of riparian forests in Benin: phytodiversity, phytosociology, and spatial distribution of tree species. ph.D. Thesis Wageningen University, Nederland ISBN 90-5808-954-1, (2003) 163 p.
- [40] - J. B. HALL and M. D. SWAINE, Classification and ecology of closed-canopy forest in Ghana. *The Journal of Ecology*, Vol. 64, N°3 (1976) 913 - 951
- [41] - M. D. SWAINE, Distribution and ecology of vascular plants in a rain forest vegetation in Ghana, *Geobotany*, 1 (1981) 383 p.
- [42] - M. D. SWAINE, J. B. HALL AND I. J. ALEXANDER, *Journal of Tropical Ecology*, 3 (4) (1987) 331 - 345
- [43] - K. Th. S. DENGUEADHE, Etude de la végétation du Sud du Parc National de Taï : Identification des milieux. Résultats du Projet "Flore". Deuxième partie. Tropenbos, Côte d'Ivoire, (1999) 62 p.
- [44] - C. A. ADOMOU, A. MAMA, R. MISSIKPODE, B. SINSIN, *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 3 (3) (2009) 492 - 503.

- [45] - F. MALAISSE, Contribution à l'étude de l'écosystème forêt dense sèche (Muhulu). Structure d'une forêt dense sèche Zambésienne des environs de Lumumbashi (Zire). *Bul. Roy. Belg.*, 117 (1984) 428 - 458
- [46] - A. NDUWIMANA, R. HABONAYO, B. NDAYIZEYE, *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 15 (4) (2021) 1325 - 1337.
- [47] - S. M. SUNDARAPANDIAN, Ecological studies on Forest ecosystems at Kodayar in Western Ghats of Tamil Nadu. PhD Thesis. Madurai Kamaraj University, Madurai, (1997) 113 p.
- [48] - P. TREKPO, Dynamique de reconstitution des formations végétales de la forêt classée de Bassila : analyse des modifications et perceptions des acteurs à la base, Mémoire de Master, Ecole Doctorale de la Faculté des Sciences Agronomiques du Bénin, (2011) 67 p.
- [49] - G. MAURY-LECHON, La régénération A. En forêt naturelle témoin. In : Mise en valeur de l'écosystème forestier guyanais. Opération ECEREX. INRA/ CTFT, (1990) 169 - 185
- [50] - O. P. AGBANI, A. AMAGNIDE, C. GOUSSANOU, F. AZIHOU, B. SINSIN, *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 12 (6) (2018) 2519 - 2534
- [51] - A. VAN. LAAR, A. AKÇA, Forest mensuration. Springer, *Dordrecht*, (2007)
- [52] - K. J. FEELEY J. S. DAVIES, N. S. NOOR, K. A. RAHMAN, S. TAN, *Journal of Tropical Ecology*, 23 (2007) 191 - 198
- [53] - J. RONDEUX, La mesure des peuplements forestiers. Presses Agronomiques de Gembloux, 2ème éd. Gembloux, (1999) 521 p.
- [54] - B. HUSCH, T. W. BEERS and J. A. KERSHAW, Jr. 4th Ed. Forest Mensuration. John Wiley and Sons, Inc., New York, (2003) 443