

# Diversité floristique et distribution des groupements végétaux des habitats naturels *Detarium senegalense* dans le Dahomey Gap (Afrique de l'Ouest)

P. TREKPO<sup>1</sup>, H. OROU<sup>2</sup>, T. HOUETCHEGNON<sup>2</sup>, S.S.H. BIAOU<sup>2</sup>, A.C. ADOMOU<sup>1</sup>, K. KOKOU<sup>1</sup>

(Reçu le 10/10/2023; Accepté le 26/11/2023)

## Résumé

La forêt fournit un ensemble de biens et services à l'homme pour satisfaire certains de ses besoins. On enregistre de plus en plus la surexploitation et le manque d'informations sur les techniques de propagation des ressources phylogénétiques. L'identification et la caractérisation des habitats naturels est un préalable à toute action visant une meilleure conservation d'une espèce. Contrairement à d'autres espèces, peu d'études ont abordé cette préoccupation en ce qui concerne *Detarium senegalense*. La présente étude, réalisée dans le Dahomey Gap, vise à étudier la diversité floristique des habitats naturels de *D. senegalense*. Les données collectées au moyen de relevés phyto-sociologiques dans 103 placeaux de 1000 m<sup>2</sup> ont permis d'inventorier 81 espèces. L'analyse factorielle des correspondances et la classification hiérarchique ascendante ont permis de discriminer trois groupes floristiquement homogènes dans chaque phyto-district, soit douze groupements végétaux dans toute la zone d'étude. La richesse spécifique varie de 22 à 40, l'indice de diversité de Shannon varie de 2,25 et 2,98 bits et l'équitabilité de Pielou de 0,36 à 0,51; traduisant des phénomènes de dominance des groupements par quelques espèces et le niveau de dégradation élevé desdits groupements. Les principales familles sont les Caesalpiniaceae, Fabaceae, Sapotaceae, Sterculiace et Anacardiaceae. La valeur de l'indice de Sorensen varie de 0,30 à 0,58 traduisant une similarité faible à moyenne. Chaque type d'habitat naturel de *D. senegalense* est une unité dont l'aménagement nécessitera des principes propres. D'autres pistes de recherches sont à envisager pour améliorer le statut de conservation, la valorisation et l'utilisation durable de *D. senegalense*.

**Mots clés:** Diversité, peuplement, habitat naturel, *Detarium senegalense*, groupement végétal, Dahomey Gap

## Floristic diversity of plant populations sheltering *Detarium senegalense* in the Dahomey Gap (West Africa)

### Abstract

The identification and characterization of the natural habitats of *Detarium senegalense* is a prerequisite for any action aimed at better conservation of the species. The present study carried out in the Dahomey Gap aims to investigate the floristic diversity of the natural habitats of *D. senegalense*. Data is collected using phytosociological surveys in 1000 m<sup>2</sup> plots. A total of 103 surveys were carried out and 81 species were inventoried. The ordination carried out using factorial correspondence analysis then ascending hierarchical classification to evaluate the vegetation groups made it possible to discriminate three floristic groups in each phyto-district, i.e. twelve plant groups throughout the study area. Species richness varied from 22 to 40 species. The values of the Shannon diversity index were between 2.25 and 2.98 bits and those of Pielou equitability were low (0.36 to 0.51) reflecting phenomena of the dominance of few species in the groupings and the high level of habitat degradation. The main families are Caesalpiniaceae, Fabaceae, Sapotaceae, Sterculiace et Anacardiaceae. The value of the Sorensen index varies from 0.30 to 0.58 reflecting low to medium similarity. Each type of natural habitat of *D. senegalense* is a unit whose management will require its own principles. Other studies should be undertaken to improve the conservation status, valorization and sustainable use of *D. senegalense*.

**Keywords:** Diversity, population, natural habitat, *Detarium senegalense*, plant group, Dahomey Gap

## INTRODUCTION

Depuis le Sommet de la Terre en 1992, la préservation de la biodiversité en tenant compte des besoins des populations locales est devenue une préoccupation majeure (Inoussa *et al.*, 2013). Malgré cette prise de conscience collective, la biodiversité continue de s'éroder engendrant ainsi une menace pour l'humanité (Sinsin et Kampmann, 2010). Une surexploitation sélective des ressources phylogénétiques est à la base d'une dynamique régressive des espèces utiles (Kiema *et al.*, 2012). Ainsi, il est impératif d'acquérir une meilleure connaissance de la diversité végétale des espèces utilisées par les populations pour entreprendre des mesures appropriées (Sèwadé, 2018).

Les forêts tropicales de l'Afrique de l'Ouest constituent l'un des écosystèmes les plus diversifiés de la planète, avec un taux d'endémisme élevé (Marshall *et al.*, 2021). Ces écosystèmes, particulièrement dans la zone de transition en Afrique tropicale, abritent une abondance et une diversité remarquables d'espèces végétales (Marshall *et*

*al.*, 2021). En jouant un rôle essentiel dans la préservation de la vie sur Terre et dans la régulation climatique mondiale, les forêts sont dépositaires de la majeure partie de la biodiversité terrestre (Balla Eké, 2011; FAO, 2012, 2020). Néanmoins, la biodiversité forestière varie en fonction de divers facteurs tels que le type de forêt, les caractéristiques géographiques, le climat et les sols, mais aussi en raison de l'impact anthropique. La déforestation et la dégradation des forêts se poursuivent à un rythme alarmant, contribuant significativement à la perte actuelle de biodiversité. La superficie forestière mondiale estimée à 4,1 milliards d'hectares diminue chaque année et est passée à un peu moins de 4 milliards d'ha, soit une diminution de 3,1% au cours de ces 25 dernières années (FAO, 2018).

L'expansion de l'agriculture demeure le principal moteur de la déforestation et de la fragmentation des forêts, entraînant une perte de biodiversité. Les forêts, en tant qu'écosystèmes complexes, fournissent une multitude de biens et services essentiels à l'humanité pour répondre à ses besoins.

<sup>1</sup> Faculté des Sciences et Techniques, Université d'Abomey-Calavi, Cotonou, Bénin

<sup>2</sup> Faculté d'Agronomie, Université de Parakou, Bénin

Parmi ces biens, les produits forestiers non ligneux (PFNL) occupent une place prépondérante, servant d'aliments aux populations locales tout au long de l'année. Cependant, la sur-utilisation de ces ressources et le manque d'informations sur leur propagation et leur régénération représentent des menaces pour la sécurité alimentaire et les revenus des populations qui en dépendent. Face à ces défis anthropiques et climatiques, l'étude des espèces forestières locales devient cruciale pour garantir la conservation des écosystèmes forestiers (Eyog Matig *et al.*, 2002; Biloso, 2008).

Parmi les espèces forestières les plus touchées par des menaces de survie, nous pouvons citer *Xylopia aethiopica* (Neuenschwander *et al.*, 2011), *Prosopis africana* (Houët-chégnon *et al.*, 2015), *Detarium senegalense* (Houénon *et al.*, 2022; Dossa *et al.*, 2019; Dangbo *et al.*, 2019a). Fort heureusement, *D. senegalense* connaît ces dernières années un regain d'intérêt grâce à l'importance de certains de ses organes dans l'industrie agro-alimentaire, dans la pharmacopée traditionnelle, etc. La population locale exploite différentes parties de la plante pour une multitude d'utilisations (Dangbo *et al.*, 2019a; Burkill, 1995). Selon Diop *et al.* (2010) l'espèce fournit des fruits de haute valeur économique et fait partie des espèces fruitières forestières les plus importantes dans l'économie d'exploitation.

Les connaissances floristiques et phyto-sociologiques sont importantes pour la réussite de tout programme de conservation et de sauvegarde des ressources phytogénétiques (Gnoumou *et al.*, 2021; Rebbas *et al.*, 2012). Comprendre la diversité floristique, le lien entre les communautés végétales coexistantes et les relations de dépendance avec leur environnement sont une base de référence pour une gestion durable des ressources forestières (Gnoumou *et al.*, 2021). La détermination d'espèces indicatrices des communautés végétales permettant de caractériser une phytocénose est de nos jours un sujet actif de recherche en science végétale (Willner *et al.*, 2009; Cáceres *et al.*, 2008; Chytrý *et al.*, 2002; Bruelheide, 2000).

Plusieurs travaux ont été menés et ont permis de mettre en exergue des connaissances ethno-botaniques, l'importance socio-économique, les propriétés biochimiques et physico-chimiques de l'espèce sans oublier la problématique de l'existence ou non d'une forme qui produirait des fruits toxiques. On pourrait citer entre autres, Amaku *et al.* (2021), Olatundji *et al.* (2021), Houénon *et al.* (2021), Dossa *et al.* (2019); Dangbo *et al.* (2019) a et b, Sanni *et al.* (2018), Diop *et al.* (2013), et Cavin (2007). La plupart de ces études antérieures se sont intéressés aux organes de l'espèce et peu à la diversité écologique de ses habitats naturels alors que ces connaissances sont plus que capitales pour assurer un meilleur statut de conservation à l'espèce. La gestion durable de *D. senegalense* requiert des connaissances précises dans certains domaines spécifiques de l'écologie dont la diversité floristique et l'état de la biodiversité. C'est dans ce cadre que s'inscrit la présente étude qui vise à i) investiguer sur la diversité des groupements végétaux des peuplements ligneux à *D. senegalense* du Dahomey Gap et ii) apporter des informations sur la biodiversité desdits groupements.

## MÉTHODOLOGIE

### Zone d'étude

Les denses forêts tropicales humides d'Afrique de l'Ouest et du Centre se trouvent divisées en deux sections par le Dahomey Gap, un corridor large d'environ 200 km (Deméno *et al.*, 2018). Ce couloir est caractérisé par une végétation plus ouverte et il s'étend à travers le Bénin, le Togo et l'est du Ghana. À l'ouest, on trouve la forêt tropicale de Haute-Guinée, qui s'étend de la Sierra Leone au Ghana. À l'est, s'étend la forêt tropicale de Basse-Guinée, s'étirant du sud du Nigeria à la République du Congo. Cette région est ensuite suivie par la forêt tropicale congolaise, qui s'étend à travers la République démocratique du Congo jusqu'au rift Albertin en Afrique de l'Est.

La présente étude a été réalisée dans le Dahomey Gap notamment dans les phytodistricts du Borgou sud et de Bassila au Bénin et dans les zones écologiques III et IV au Togo (Figure 1).

### Échantillonnage et collecte des données

Au sein des différentes zones phyto-géographiques des formations végétales abritant *D. senegalense* ont été ciblées pour la collecte des données. Les habitats abritant *D. senegalense* ont été répertoriés grâce à une phase exploratoire et

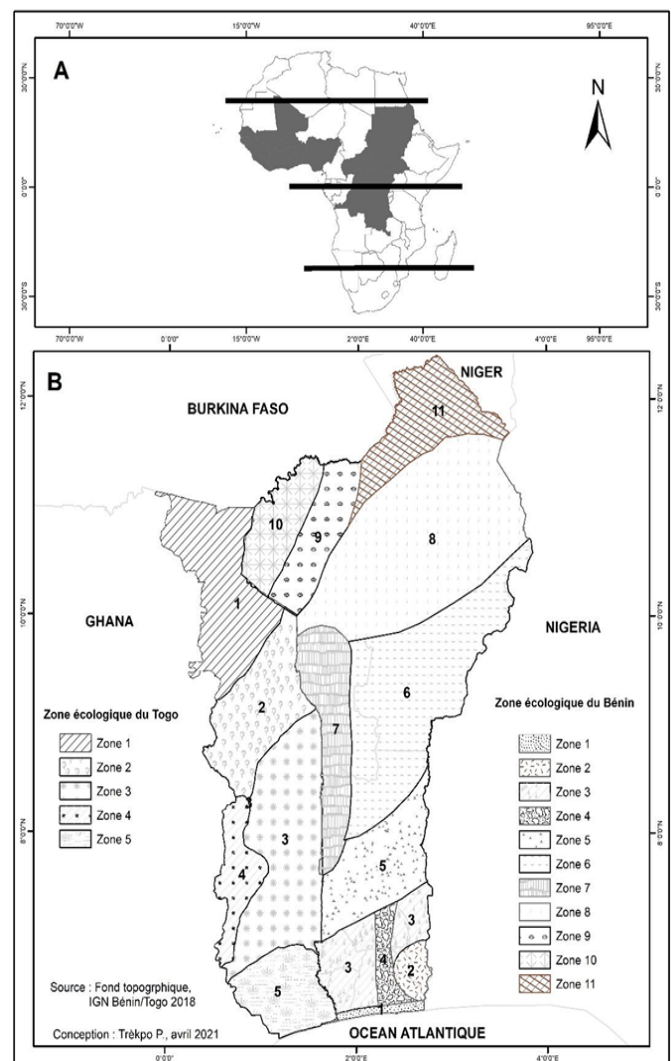


Figure 1: Carte de localisation des zones explorées (6 et 7 du Bénin; 3 et 4 du Togo)



à l'exploitation de la thèse de Adomou (2005), de la Flore Analytique du Bénin (Akoègninou *et al.*, 2006), de la base des données de l'inventaire forestier national du Bénin (IFN, 2008) et des données de Dangbo *et al.* (2019b).

Un échantillonnage stratifié a été réalisé suivant les formations végétales qui abritent *D. senegalense*. Les placeaux ont été installées de façon orientée c'est-à-dire dès qu'un pied de *D. senegalense* est rencontré lors de la marche sur les transects (Figure 2). Ensuite d'autres placeaux sont installées dans un rayon de 50 à 100 m autour de nouveaux pieds de l'espèce. Les unités d'échantillonnage sont des placeaux de 1000 m<sup>2</sup> (50 m x 20 m de part et d'autre du lit pour les galeries et circulaire de rayon 17,85 m dans les différents types de forêts denses). Dans 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 principal des cours d'eau. Les placeaux ont été installés lorsqu'au moins un individu de *D. senegalense* est présent et, une distance de 50 à 100 m et plus a été observée entre deux placettes consécutives dans une même forêt. L'étude de la végétation proprement dite a été faite selon la méthode sigmatiste de Braun-Blanquet (1932). Cette méthode a été appliquée par plusieurs auteurs dans le Dahomey Gap pour décrire les structures végétales (Assede *et al.*, 2023; Seou *et al.*, 2022; Folahan, *et al.*, 2018; Adjonou *et al.*, 2016; Goussanou *et al.*, 2010; Adjossou, 2009).

Lors de chaque relevé, différents paramètres floristiques et stationnels ont été notés. Il s'agit notamment de la stratification, la présence, l'abondance-dominance, le recouvrement moyen, la situation topographique et les types de sol. Au total 103 placeaux ont été inventoriés dans l'ensemble des zones phyto-géographiques étudiées dont 25 dans le Borgou sud, 25 dans Bassila, 26 dans la zone III et 27 dans la zone IV. A l'intérieur de chaque placeau, les mesures des individus ont porté sur le diamètre à 1,30 m du sol de tous les arbres de *D. senegalense* et de tous les autres arbres du peuplement à l'aide du ruban  $\pi$  et les hauteurs (totale et fût) des pieds de *D. senegalense* à l'aide du clinomètre. Les traces d'exploitation éventuelles (coupe complète, collecte des fruits) de chaque pied ont été notées. Les différentes pressions qui s'exercent sur les populations de cette espèce ont été également collectées. Lors de chaque relevé, différents paramètres floristiques et stationnels ont été notés. Il s'agit notamment de la stratification, la présence, l'abondance-dominance, le recouvrement moyen, la situation topographique et les types de sol.

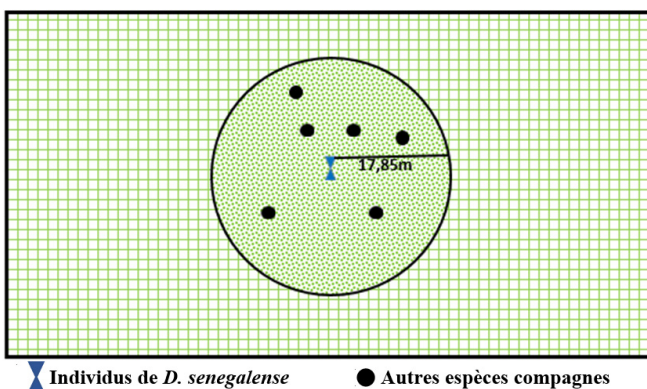


Figure 2: Dispositif d'échantillonnage dans un massif forestier (forêt dense) abritant *D. senegalense*

## Traitement des données

L'étude de la diversité floristique des habitats naturels de *D. senegalense* a été effectuée sur la base d'indicateurs de diversité. La liste floristique a été établie par relevés et par zone phyto-géographique suivant les nomenclatures de Akoègninou *et al.* (2006).

L'ensemble des relevés phyto-sociologiques a été soumis à une analyse sommaire et des nuages de points se sont formés avec un mélange de points venant de divers phyto-districts. Dans un second temps une analyse pas à pas c'est-à-dire phyto-district par phyto-district a été réalisé. Les relevés de chaque phyto-district a été soumis à l'analyse factorielle des correspondances à l'aide des paquages du logiciel R. La technique de traitement utilisée est celle de la «Detrended Correspondance Analysis» (DCA) qui est une forme améliorée de l'Analyse Factorielle des Correspondance (AFC), méthode qui permet une ordination dans un espace réduit de nuage constitué par les relevés (objets) et de celui des espèces (variables). Elle autorise ainsi une compréhension facile des différentes structures (groupes de relevés, groupes d'espèces) grâce à l'examen des projections des nuages de relevés dans les différents plans factoriels obtenus. La DCA tout comme l'AFC est une technique d'analyse multivariée dont l'intérêt réside dans sa capacité à effectuer un regroupement homogène des relevés sur la base de leur composition floristique (pourcentage de ressemblance). Les relevés sont représentés dans un plan factoriel dont chacun des axes représente le gradient d'un des facteurs du milieu (variables explicatives). Les groupes de relevés homogènes ainsi séparés sont appelés «groupements». Chaque groupement végétal est donc caractérisé par une composition spécifique bien définie dans laquelle les espèces caractéristiques révèlent par leur présence une écologie particulière et autonome. C'est l'une ou les deux principales espèces caractéristiques qui donnent leurs noms au groupement considéré.

Sur la base des groupes issus de l'analyse DCA et suite à l'estimation du seuil de liaison entre les espèces des unités de végétation correspondant à des compositions floristiques et à des conditions écologiques bien définies ont été constituées. Kokou et Caballé (2000) ont déjà utilisé cette méthode pour discriminer les groupements végétaux des îlots forestiers de la plaine côtière Togolaise.

## Détermination des espèces caractéristiques

La combinaison des paramètres présence-absence, abondance-dominance et surface terrière ont permis de déterminer les espèces éligibles pour être caractéristiques des groupements végétaux.

Selon Duvigeaud (1946, 1949), le groupe socio-écologique est un ensemble d'espèces ayant entre elles une affinité sociologique plus ou moins grande, marquée par une tendance à se rassembler dans un biotope déterminé, c'est-à-dire dans des conditions de milieu déterminées. Sokpon (1995) a utilisé cette méthode pour déterminer les espèces caractéristiques des groupements végétaux de la forêt dense humide semi-décidue de Pobè. Selon Fager (1963) un groupement végétal est fondé par une fréquence de co-occurrence suffisamment élevé d'espèces le constituant. Kokou et Caballé (2000) indiquent qu'il s'agit d'espèces principales (fréquence élevée) ou caractéristiques (espèces propres à un groupement).

### Calcul des indices de diversité

Les analyses pour la description des groupements végétaux a été effectuée sur la base des données sur les peuplements ligneux; arbre de diamètre  $\geq 10$  cm (Tableau 1). Il en a été de même pour le calcul des indicateurs de diversité (la richesse spécifique, l'indice de diversité de Shannon, l'équitabilité de Pielou, indice de similarité de Sorensen). Dans l'étude des différents indicateurs écologiques, certains auteurs ont considéré les ligneux de dbh  $\geq 5$  cm et/ou ceux de dbh  $\geq 10$  cm Sokpon (1995) ou exclusivement les arbres de dbh  $\geq 10$  cm (Houénon *et al.*, 2022; Adjonou *et al.*, 2016).

## RÉSULTATS

### Individualisation des groupements végétaux des habitats naturels de *D. senegalense*

L'analyse discriminante pas à pas, trois groupes se sont formés au niveau de chaque phyto-district.

#### Phyto-district du Borgou sud

Les résultats d'analyses révèlent pour cette zone trois phytocénoses. Le groupe qui s'est détaché est celui de la forêt dense semi-caducifoliée (G1). Le bloc des relevés restants est celui des formations riveraines qui s'est scindé plus tard en deux sous blocs dont G2 représente la forêt galerie et G3 celle ripicole (Figure 3).

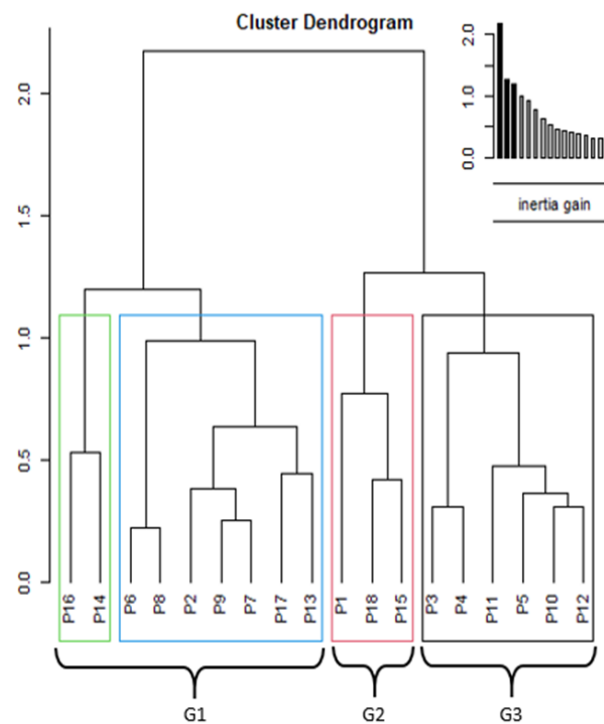


Figure 3: Arbre hiérarchique des relevés du phyto-district du Borgou sud

Tableau 1: Indicateurs écologiques

Paramètre	Formule	Observations
Richesse moyenne spécifique (S)	$S = \sum_i^n S_i/n$	Avec $S/n$ : la richesse spécifique moyenne; $S_i$ : richesse
L'indice de diversité de Shannon (H en bits)	$H = \sum_{i=1}^n P_i \log_2 P_i$	$P_i = r_i / r$ où $r_i$ désigne le nombre d'individus d'une espèce $i$ et $r$ le nombre total d'individus dans le plateau
L'indice d'équitabilité de Pielou (Eq)	$Eq = \frac{H}{H_{max}} \text{ avec } H_{max} = \log_2 S$	S désigne la richesse spécifique et $\log_2 S$ la diversité maximale.
L'indice de similarité de Sorensen (Cs)	$Cs = (2*a) / (2a+b+c)$	a: le nombre d'espèces communes aux deux groupements; b et c sont les nombres d'espèces absentes dans l'un des groupements mais présentes dans l'autre. L'indice de Sorensen varie entre 0 (aucune similarité) et 1 (similarité totale).
La diversité supraspécifique		Elle représente un aspect de la biodiversité autrefois très négligé (Lamotte, 1995 cité par Schwal, 2004) et correspond à la diversité des taxons évalué à un niveau supérieur à l'espèce. Cet indice est important puisqu'il révèle des altérités qui pourraient être masquées si nous ne considérons que la richesse spécifique. Par exemple, un peuplement renfermant une centaine d'espèces est considéré comme moins diversifié s'il est composé d'espèces appartenant toutes à un même groupe taxonomique que si celles-ci appartiennent à des groupes très différents. D'autant plus que des espèces très différentes les unes des autres contribuent davantage à la diversité globale que des espèces proches (Schwal, 2004). Dans la présente étude la diversité supraspécifique au niveau de la famille qui a été considérée.

### Phytodistrict de Bassila

Les résultats sortis d'analyse révèlent pour ce phytodistrict trois groupements végétaux à savoir: G1 forêt dense humide semi-décidue; G2 et G3, le bloc des formations riveraines, représentant respectivement les relevés des forêts galerie et ripicole. La figure 4 présente l'arbre hiérarchique des relevés.

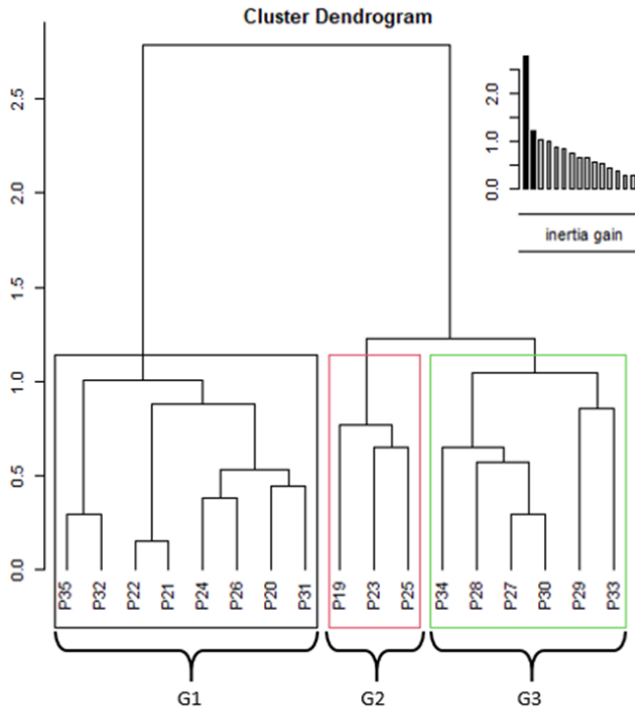


Figure 4: Arbre hiérarchique des relevés du phyto-district du Bassila

### Zone phytogéographique III

La classification hiérarchique ascendante pour ce district phytogéographique a donné un premier groupe de forêt dense semi-caducifoliée (G1) et deux autres groupes G2 et G3 représentant les relevés de forêts galerie et ripicole.

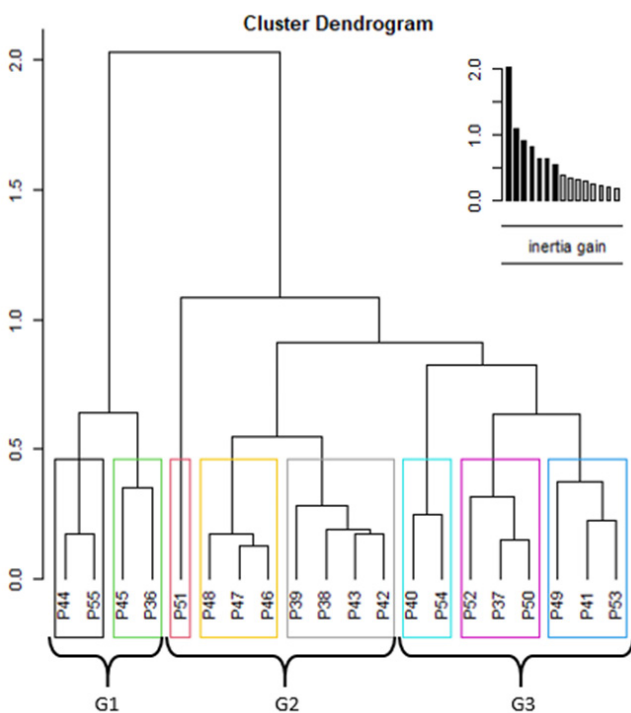


Figure 5: Arbre hiérarchique des relevés de la zone III

### Zone phytogéographique IV

Contrairement aux 3 précédentes zones phyto-géographiques, la zone IV est toute particulière.

Les résultats des analyses ont révélé les groupements végétaux suivants: G1 qui est composé des relevés de forêt ripicole, G2, forêt dense humide semi-décidue et G3 forêt dense semi-caducifoliée C.

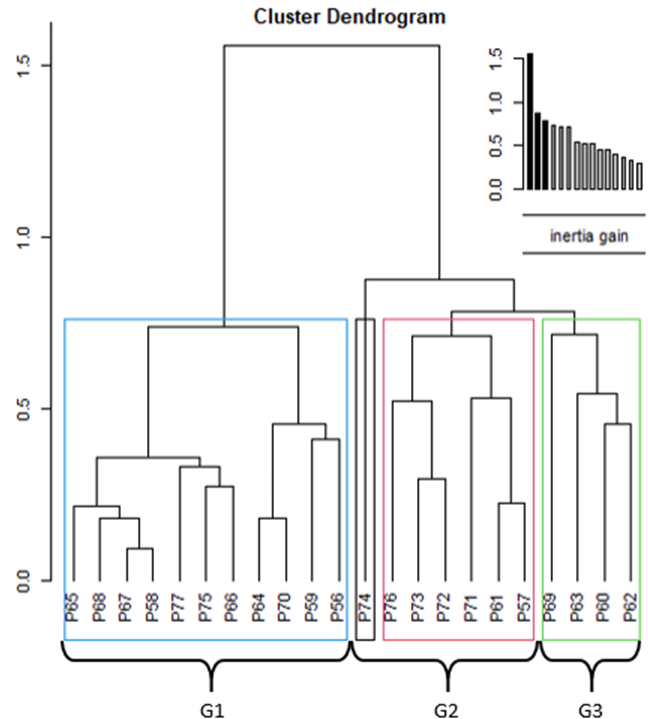


Figure 6: Arbre hiérarchique des relevés de la zone IV

### Identification des espèces caractéristiques des phytocénoses

Les deux espèces caractéristiques de chaque groupement végétal identifié sont présentés dans le tableau 2. Les forêts riveraines ont en commun *Pterocarpus santalinoides*, les forêts galeries *Cola gigantea* et les forêts denses semi-caducifoliées *Malacantha alnifolia*. La forêt dense humide semi-décidue typique de la zone IV est caractérisée par *Piptadeniastrum africanum* et *Albizia sp.*

### Paramètres de diversité des groupements végétaux suivant les zones phyto-géographiques

Le tableau 3 présente les indicateurs de la diversité spécifique des différents groupements végétaux suivant les zones phyto-géographiques. La richesse spécifique varie de 26 à 38 dans le Borgou sud, de 35 à 39 dans Bassila, de 22 à 25 dans la zone III et de 25 à 40 dans la zone IV. Les plus faibles valeurs ont été obtenues dans la zone III et ceci s'explique par le niveau de dégradation très avancé des habitats de *D. senegalense* dans cette zone à l'exception de la réserve d'Abdoulaye. Les valeurs de l'indice de diversité de Shannon obtenues pour l'ensemble des phytocénoses et dans les différentes zones phyto-géographiques varient entre 2,25 et 2,93 bits. Ainsi, nous avons deux cas de figures:  $ISH < 2,5$  bits et  $2,5$  bits  $< ISH < 4$  bits. Il s'en suit que les phytocénoses: forêt dense semi-caducifoliée du Borgou sud, forêt riveraine et forêt galerie de la zone III puis forêt galerie et forêt dense humide semi-caducifoliée de la zone IV ont chacune une diversité faible. Quant aux autres phytocénoses, elles sont de diversité moyenne. En



ce qui concerne la valeur de l'équitabilité de Pielou, elle est relativement faible dans la quasi-totalité des phytocénoses étudiées. Elle varie de 0,36 à 0,46 et dénote de l'existence de plusieurs espèces rares au sein de ces communautés végétales et du phénomène de dominance de certaines espèces sur les autres. C'est au niveau de la forêt dense humide semi-décidue de la zone IV que la valeur de l'équitabilité de Pielou est de 0,51; une tendance à la moyenne.

### Diversité supraspécifique

La présente étude s'est donc intéressée à la diversité des familles au sein de chaque phytocénose et dans chaque zone phyto-géographique.

Au niveau du Borgou sud La forêt ripicole compte 12 familles dont les *Fabaceae* (16%) viennent ensuite les *Caesalpinaceae*, les *Sapindaceae*, les *Anacardiaceae* et les *Bombacaceae* avec un taux de 11%. La forêt galerie compte 14 familles et est dominée par *Caesalpinaceae* (15%), puis les *Sapindaceae*, les *Fabaceae*, *Sterculiaceae* et les *Mimosaceae* (10%). Quant à la forêt dense semi-caducifoliée, elle est dominée par les *Caesalpinaceae*, les *Mimosaceae* et les *Arecaceae* (14%) suivis avec un groupe de huit familles avec un taux de 7% chacune (Figure 7).

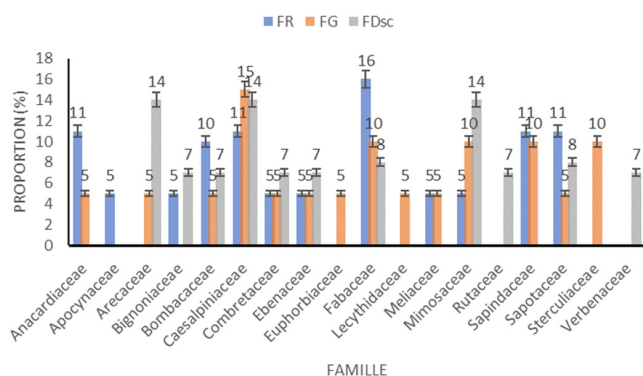


Figure 7: Familles recensées dans les groupements végétaux du Borgou sud

Au niveau du phyto-district de Bassila, il a été recensé au total 11 familles dans la forêt ripicole (Figure 8). Ce sont les *Caesalpinaceae* qui viennent en tête (24) suivis de 3 autres, *Sapotaceae*, *Anacardiaceae* et *Moraceae* (12% chacune). Quant à la forêt galerie, elle compte 13 familles dominées par les *Sterculiaceae* (16%) puis les *Mimosaceae* et *Meliaceae* (12%). La forêt dense semi-décidue, avec ses 11 familles est dominée par les *Caesalpinaceae* (19%) suivis des *Fabaceae* et *Moraceae* (14%) puis *Sapindaceae* (12%).

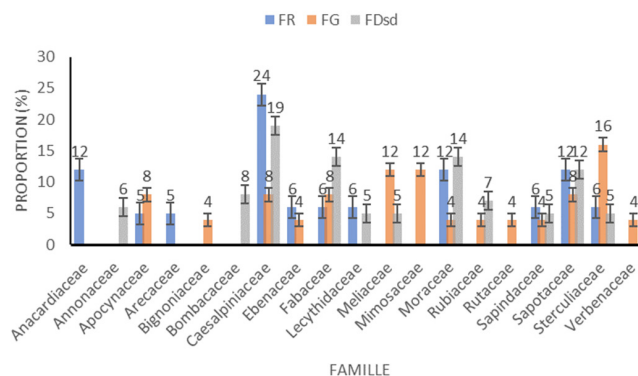


Figure 8: Familles recensées dans les groupements végétaux de Bassila

La forêt ripicole de la zone III compte 10 familles dominée par les *Caesalpinaceae* (24%) suivies des *Sapotaceae* (18%) puis des *Fabaceae* et *Anacardiaceae* (12%) (Figure 9). Quant à la forêt galerie, 12 familles y ont été recensées avec les *Fabaceae* en tête (19%) suivies des *Caesalpinaceae* (14%) et des *Sapotaceae* (13%). La forêt dense semi-caducifoliée ne compte que 9 familles dont les *Sapotaceae* (25%), *Caesalpinaceae* (17%), les *Fabaceae* (9%), les *Rutaceae* (8%) et les *Sterculiaceae* (8%).

La forêt ripicole de la zone phyto-géographique IV compte 16 familles avec une dominance relative des *Caesalpinaceae*, (14%), *Bignoniaceae* (9%), *Lecythidaceae* (9%) et *Mimosaceae* (9%) (Figure 10). Dans la forêt dense humide

Tableau 2: Groupements végétaux par zone phyto-géographique étudiée

Zone phyto-géographique	Formation végétale	Identifiant	Groupement végétal
BORGOU SUD	Forêt ripicole	FR	Forêt riveraine à <i>Pterocarpus santalinoides</i> et <i>Manilkara multinervis</i>
	Forêt galerie	FG	Forêt galerie à <i>Cola gigantea</i> et <i>Napoleonaea leonensis</i>
	Forêt dense semi-caducifoliée	FDsc	Forêt dense semi-caducifoliée à <i>Dialium guineense</i> et <i>Malacantha alnifolia</i>
BASSILA	Forêt ripicole	FR	Forêt riveraine à <i>Pterocarpus santalinoides</i> et <i>Berlinia grangiflora</i>
	Forêt galerie	FG	Forêt galerie à <i>Cola gigantea</i> et <i>Napoleonaea leonensis</i>
	Forêt dense semi-décidue	FDsd	Forêt t dense semi-décidue à <i>Cola gigantea</i> et <i>Malacantha alnifolia</i>
ZONE III	Forêt ripicole	FR	Forêt riveraine à <i>Pterocarpus santalinoides</i> et <i>Cynometra megallophylla</i>
	Forêt ripicole	FG	Forêt galerie à <i>Cola gigantea</i> et <i>Diospyros mespiliformis</i>
	Forêt dense semi-caducifoliée	FDsc	Forêt dense semi-caducifoliée à <i>Cola gigantea</i> et <i>Dialium guineense</i>
ZONE IV	Forêt galerie	FG	Forêt galerie à <i>Cola gigantea</i> et <i>Cleistopholis patens</i>
	Forêt dense humide semi-décidue	FDhsd	Forêt dense semi-décidue à <i>Piptadeniastrum africanum</i> et <i>Albizia sp</i>
	Forêt dense semi-caducifoliée	FDsc	Forêt dense semi-caducifoliée à <i>Cola gigantea</i> et <i>Malacantha alnifolia</i>

Tableau 3: Indices de diversité écologique

Paramètres	Borgou sud			Bassila			Zone III			Zone IV		
	FR	FG	FDsc	FR	FG	FDhsd	FR	FG	FDsc	FR	FDhsd	FDsc
S	26	38	27	35	35	39	24	22	25	25	40	36
H	2,56	2,53	2,42	2,56	2,98	2,79	2,25	2,26	2,64	2,32	2,93	2,32
Eq	0,41	0,39	0,38	0,39	0,46	0,42	0,36	0,38	0,36	0,40	0,51	0,42

S = richesse spécifique, H = indice de diversité de Shannon, Eq = équitabilité de Pielou

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

semi-décidue 13 familles ont été recensées dont les *Celidaceae* et *Ebenaceae* (15%) puis les *Lecythidaceae*, *Meliaceae* et *Verbenaceae* (10%). Quant à la forêt dense semi-caducifoliée, il y a été recensé 13 familles dont les *Fabaceae*, *Moraceae* (15%) puis les *Caesalpiniaceae*, *Sterculiaceae* et *Combretaceae* (10%).

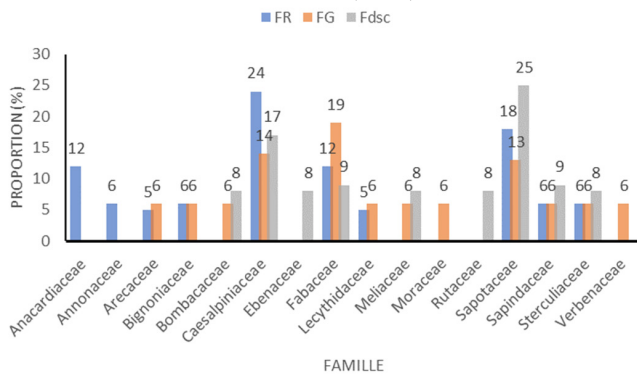


Figure 9: Familles recensées dans les groupements végétaux de la zone III

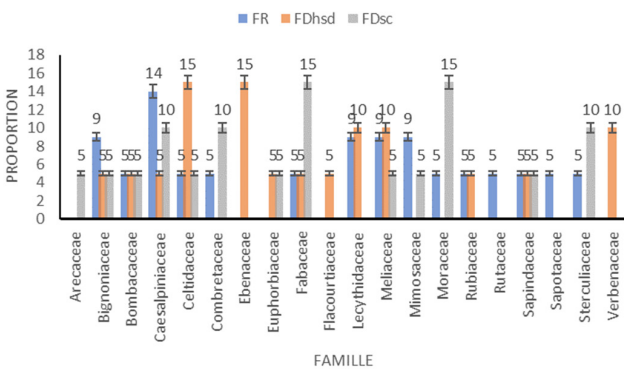


Figure 10: Familles recensées dans les groupements végétaux de la zone IV

**Indice de similarité de Sorensen**

Au vu du nombre de famille d’une phytocénose à une autre et de la ressemblance notée après l’analyse ayant permis la discrimination des différents groupements végétaux, cette étude s’est penchée également sur la détermination de l’indice de similarité entre les groupements d’une même zone géographique. Le tableau 4 présente les valeurs de l’indice de similarité de Sorensen sont comprises entre 0,30 (forêt galerie et forêt dense de Bassila et 0,55 (forêt riveraine et forêt galerie de la zone III puis les deux types de forêts denses de la zone IV). Bien qu’étant habitat naturel de *D. senegalense*, chaque groupement a ses spécificités quant à la composition floristique. La similarité existe mais en dessous de la moyenne pour la plupart des groupements végétaux.

Tableau 4: Indices de similarité de Sorensen entre groupement végétal des 4 zones phyto-géographiques

Borgou sud				Bassila			
Groupements	FR	FG	FD	Groupements	FR	FG	FD
FR				FR			
FG	0,46			FG	0,43		
FDsc	0,48	0,46		FDsd	0,47	0,30	
Zone III				Zone IV			
Groupements	FR	FG	FD	Groupements	FR	FDhsd	FDsc
FR				FG			
FG	0,55			FDhsd	0,44		
FDsc	0,42	0,41		FDsc	0,34	0,55	

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

**DISCUSSION**

**Distribution des groupements végétaux suivant les zones écologiques**

Le système de classification phyto-sociologique de la végétation selon l’approche de Braun-Blanquet largement utilisée en Europe (Mucina *et al.*, 2016) et en Afrique de l’Ouest (Assede *et al.*, 2023) depuis des décennies a permis d’obtenir, pour la plupart, des groupements végétaux ligneux déjà décrits par certains auteurs. L’identification syntaxonomique vise à identifier les différents groupements végétaux présents sur une zone phyto-géographique donnée et l’association (de plusieurs espèces) est l’unité de base de la classification phyto-sociologique (Mucina *et al.*, 2016).

Le phyto-district du Borgou sud a un climat de type tropical sec ou soudanien avec une pluviométrie d’environ 1200 mm par an. Sur le plan de la végétation, on y rencontre selon Akoegninou *et al.* (2006) des forêts denses humides semi-décidues. Quant au phyto-district de Bassila, il englobe la ‘Dry semi-deciduous forest, fire zone subtype’ décrit par Hall et Swaine (1981). Selon Akoegninou *et al.* (2006) c’est la terminaison au Bénin du faciès sec de la forêt semi-décidue du Ghana et du Togo qui apparaît comme une enclave dans la zone soudano-guinéenne. La particularité de ce secteur est la forte pluviométrie (1300 mm par an). La zone phyto-géographique III est très semblable au phyto-district de Bassila. Par contre la zone IV qui bénéficie de conditions pluviométriques et d’humidité toutes particulières. Elle est la seule à comporter d’authentiques forêts du type semi-sempervirent (Knapp, 1973). C’est la zone qualifiée de «fire zone subtype of ‘Dry semi-deciduous forest» par Hall et Swaine (1981).

Les résultats d’identification des groupements végétaux révèlent que nous avons une constante dans les phyto-districts du Borgou sud, de Bassila et la zone III avec trois (03) groupes: les forêts riveraines, les forêts galeries et les forêts denses humides semi-décidues ou caducifoliées selon le cas. Ces trois zones sont caractérisées par un climat à une saison de pluie et une saison sèche couvrant elle, quatre mois secs au moins. Selon Adjanohoun (1964), la distinction entre la forêt riveraine ou forêt ripicole et la forêt galerie proprement dite se base sur l’importance des cours d’eau qu’elles longent, laquelle influence la composition spécifique de ces formations. Sur cette base, les forêts riveraines sont celles qui couvrent les berges des fleuves et des rivières. Elles sont plus étendues et plus développées que les galeries forestières (Sokpon, 1995). Devineau (1984) considère les forêts ripicoles comme étant les formations qui bordent les

cours des fleuves ou des rivières importantes. Les forêts galeries sont généralement moins larges et sont liées à des cours d'eau de moindre importance, permanents ou temporaires. Cette définition liée à la nature des cours d'eau sera approuvée par d'autres auteurs (Natta, 2003; Sokpon et al., 2001). Selon FAO (2003), les forêts riveraines sont des tampons forestiers le long des cours d'eau. Sokpon (1995) a eu parmi les groupements végétaux de la forêt naturelle de Pobè, la forêt riveraine à *Cleistopholis patens* et *Ficus mucosa*. Adjossou et al., (2022) ont décrit plusieurs groupements de la zone IV dont les forêts riveraines où sont mieux représentées les espèces spécifiques telles que *Sterculia tragacantha*, *Pycnanthus angolensis*, *Cleistopholis patens*, *Lecaniodiscus cupanioides* et *Cola gigantea*. Pour Assede et al. (2023), les forêts riveraines sont marquées par la présence entre autres de *Cola laurifolia*. De plus, Sokpon et al. (2001) ont identifié le long des grands cours d'eau du Bénin (Ouémé et affluents) un groupement végétal caractéristique des forêts riveraines avec comme espèces caractéristiques comme *Pterocarpus santalinoides* et *Cola laurifolia*. Ce type de groupement végétal connaît pendant une période de l'année de fortes inondations et d'exondation avec de courtes périodes de ressuyement. Selon les mêmes auteurs, les galeries forestières se développent le long des cours d'eau temporaires.

Adjossou (2004), pour sa part, a établi que dans la zone phyto-géographique IV, on enregistre plusieurs groupements végétaux de forêts riveraines, dont entre autres, la forêt riveraine à *Cola gigantea*, la forêt riveraine à *Berlinia grandiflora*, la forêt riveraine à *Cleistopholis patens*, la forêt riveraine à *Piptadeniastrum africanum* et la forêt riveraine à *Pterocarpus santalinoides*. Il précise que les deux derniers groupements végétaux se retrouvent dans les zones de forêts denses humides. Toujours selon Adjossou et al., (2022), ils ont identifié dans le Dahomey Gap la forêt galerie ou forêt fluviale à *Cynometra megalophylla* et *Pterocarpus santalinoides*. Ce type de groupement correspondant au groupement de forêt ripicole ou forêt galerie selon la zone phytogéographique et l'importance des cours d'eau. Nos résultats corroborent ces différents résultats obtenus dans diverses zones climatiques similaires.

En ce qui concerne les forêts denses humides semi-décidue ou semi-caducifoliée Folahan et al. (2016) ont eu dans la Lama la forêt dense semi-décidue à *Lonchocarpus sericeus*, une espèce très présente dans les forêts denses semi-décidues ou caducifoliées des phytodistricts du Borgou sud, Bassila et la zone III, des groupements similaires donc. Par contre, Hall et Swaine (1981) ont qualifié les types de formations observées dans la zone IV de Dry semi-deciduous forest. Adomou (2005) a conclu que l'existence d'un groupement à *Terminalia superba* et *Piptadeniastrum africanum* correspond au type le plus humide de forêt dense semi-décidue typique de l'Afrique de l'Ouest, une phytocénose qui dominerait la végétation du Dahomey-Gap. Par ailleurs, la présence entre autres de *Khaya grandifoliola*, *Aubrevillea kerstingii*, *Triplochiton scleroxylon*, *Milicia excelsa* dans le district phytogéographique de Bassila et la zone IV témoigne de la spécificité des formations végétales desdites zones. Kokou (1998) a identifié dans le couloir du Dahomey qui est une interruption de la forêt tropicale ouest-africaine, parmi les groupements végétaux se développant sous une pluviométrie de 1000 à 1200 mm/an la forêt dense semi-caducifoliée occupant la terre de barre et certaines

vallées puis au contact des savanes guinéennes. Ce type de formation n'est rien d'autre que la forêt dense semi-décidue à faciès sec identifiée par Adjonou et al. (2016). Adjossou et al., (2022) a identifié dans le Dahomey Gap, la forêt tropicale humide caractérisée par la présence entre autres des espèces telles que *Xylopiya villosa* et *Pentadesma butyracea*; la forêt dense humide semi-décidue avec la présence de *Celtis mildbraedii* et *Aubrevillea kerstingii*; la forêt dense sèche semi-décidue avec *Antiaris toxicaria* et *Milicia excelsa*. Nos résultats concordent bien avec ceux de Adjossou et al., (2022). On déduit de tout ce qui précède que dans les 4 zones phyto-géographiques étudiées, *D. senegalense* est une espèce de forêt riveraine, forêt galerie, forêt denses humide semi-décidue et forêt dense semi-caducifoliées.

### Diversité floristique des habitats naturels de *D. senegalense*

Beaucoup de controverses existent sur les valeurs de la diversité spécifique des formations végétales. De nombreux auteurs (Shafi et Yarranton, 1973; Auclair et Goff, 1971; Sokpon, 1995) soutiennent que la diversité spécifique des groupements végétaux est généralement très élevée dans les premières années de la succession avant de diminuer lorsque la tendance finale s'installe (stade climacique). De même, Devineau (1984) souligne que la structure du peuplement se met en place dès les premières années de la succession. Lorsque la forêt atteint sa maturité, on note une baisse notable de la richesse spécifique. L'importance de la richesse spécifique des peuplements arborescents affiche une préférence particulière pour les formations forestières fermées (galeries forestières, forêts denses) que dans les formations ouvertes. Cette faiblesse de la richesse spécifique des phytocénoses ouvertes s'explique principalement par le fait que ce sont des milieux perturbés régulièrement (feux saisonniers) et soumis à de fortes contraintes (défrichage, exploitation du bois, pâturage, etc.). Ces informations sur la diversité spécifique ne renseignent pas toutefois sur les abondances des espèces dans le peuplement, d'où l'intérêt du calcul de l'équitabilité dans les peuplements étudiés. Les valeurs de l'équitabilité sont faibles pour l'ensemble des groupements étudiés, signe selon Devineau (1984) de la manifestation de phénomènes de forte dominance. Les indices de diversité faibles couplés à de faibles valeurs d'équitabilité indiquent aussi l'abondance des espèces rares et des espèces dominantes dans les groupements considérés.

Autant il est important de décrire la relation observée entre l'habitat et la présence ou l'abondance d'une espèce autant il est capital de s'intéresser à la richesse spécifique d'un groupement végétal. Dans l'ensemble, la richesse spécifique des groupements végétaux étudiés est faible. Il en est de même pour les indices. Ces paramètres sont proches de ceux obtenus par Bolla et al. (2019) dans une forêt de concession en République Démocratique du Congo, Ali et al. (2014) dans la Vallée de l'Ouémé notamment dans les groupements à *Cynometra*, *Elaeis*, *Milicia* et *Milletia* à l'exception de l'indice de l'équitabilité (plus fort). Les valeurs de richesse spécifique, d'indice de Shannon et d'équitabilité sont inférieurs à celles de Biaou (1999) dans la forêt classée de Bassila et Yayi (1998) dans la forêt classée de l'Ouémé Supérieur. Ces valeurs sont encore davantage plus faibles par rapport à ceux obtenus par Sokpon (1995) dans les groupements de la forêt dense semi-décidue de Pobè. Les valeurs de richesses spécifiques obtenues sont



faibles comparativement aux résultats obtenus par Dan (2009) dans la forêt Marécageuse de Lokoli. Il en est de même pour les indices de diversité de Shannon et de l'équitabilité de Pielou à l'exception du groupement dit de forêt raphiale à *Raphia hookeri* et *Anthocleista vogelii* avec des valeurs desdits indices très proches des valeurs obtenues lors de la présente étude qui corroborent ceux de Ousmane *et al.* (2013) en ce qui concerne la richesse spécifique, l'indice de diversité et d'équitabilité obtenus dans les peuplements ligneux du Ferlo au Sénégal.

Tenant compte du fait que la forêt classée de Bassila fait partie intégrante du phyto-district de Bassila, la forêt classée de l'Ouémé Supérieur est dans le Borgou sud et que les forêts naturelles de Pobè et de la vallée de l'Ouémé sont des formations similaires à celles des phyto-districts de Bassila, de la zone III et IV (forêts denses humides semi-décidues et ou semi-caducifoliées), les valeurs faibles obtenus pour les indices de diversité illustrent bien le degré de dégradation très poussé des peuplements à *D. senegalense* dans les zones phytogéographiques étudiées. La pression humaine quasi quotidienne à travers l'agriculture, le pâturage (Dan *et al.*, 2012), l'exploitation du bois et les feux de végétation sont des facteurs de diminution de la richesse floristique. Selon Adomou *et al.* (2006), plusieurs facteurs peuvent expliquer ces faibles valeurs. Il s'agit selon lui, entre autres, des variations des conditions pédoclimatiques notamment leurs influences sur la distribution spatiale et géographique des espèces floristiques. Toko Imorou (2013) a montré que le niveau d'humidité du sol est un facteur favorable à l'existence de microclimat pouvant engendrer la mise en place et le développement de certaines espèces végétales. Ceci pourrait justifier la valeur d'équitabilité obtenue dans la forêt dense humide semi-décidue de la zone IV (0,51), la plus forte d'ailleurs.

S'agissant de la diversité des familles, le nombre de familles recensé varie de 10 à 16. Les principales familles sont: *Caesalpinaceae*, *Fabaceae*, *Sapotaceae*, *Anacardiaceae*, *Sapindaceae*, *Sterculiaceae* *Anacardiaceae*, *Moraceae* et *Lecythidaceae*. Nos résultats sont proches de ceux de Gueulou *et al.* (2018) obtenus dans la forêt galerie du Bandama dans la Réserve scientifique de Lamto en Côte d'Ivoire et de Adomou (2005) dans les forêts denses semi-décidues des phytodistricts du Plateau, de Bassila et du Borgou sud. Les résultats corroborent ceux de Soumah *et al.* (2018) dans la Forêt sacrée de Guinée; Solefack *et al.*, (2018) dans la galerie forestière de Kompa (Ouest du Cameroun); Sambare *et al.*, (2010) dans la forêt galerie au Burkina Faso en ce qui concerne la dominance des *Fabaceae*. Aubreville (1959) a conclu que la dominance des *Fabaceae* est assez générale pour la plupart des formations denses tropicales. Selon Swaine (1992), les familles plus représentées dans les forêts semi-caducifoliées sont celles des légumineuses à l'opposé des forêts denses sèches dont les plus représentées sont outre les légumineuses, les *Rubiaceae*.

L'indice de similarité de Sorensen calculé en comparaison des différents groupements deux à deux a donné des valeurs inférieures à 50% sauf entre la forêt riveraine et la forêt galerie de la zone III puis la forêt dense humide semi-décidue et la forêt dense semi-caducifoliée de la zone IV avec une valeur de 55% proche de celle obtenue par Sokpon (1995) entre le groupement de bas-fonds et celui de la terre ferme dans la forêt dense humide semi-décidue de Pobè au sud-Bénin.

## CONCLUSION

L'identification et la caractérisation groupements végétaux des peuplements à *D. senegalense* est un préalable à toute action visant à une meilleure conservation de l'espèce. La présente étude réalisée dans les phyto-districts du Borgou sud, de Bassila (Bénin) et dans les zones phytogéographiques III et IV (Togo) a permis d'obtenir des résultats intéressants. Au total, trois différents groupements végétaux ont été identifiés, analysés et caractérisés dans chaque zone phyto-géographique soit un total de douze (12) groupements végétaux pour l'ensemble de la zone d'étude. Les forêts denses (semi-décidues ou semi-caducifoliées) apparaissent comme les habitats privilégiés de *D. senegalense* car la multiplication et la propagation y sont plus remarquables que dans les autres types d'habitat. La richesse spécifique des phytocénoses est faible. Il en est de même pour les valeurs de l'indice de diversité de Shannon et d'équitabilité de Pielou traduisant ainsi des phénomènes de dominance de quelques espèces dans les groupements végétaux étudiés. La diversité des familles est aussi faible avec une dominance des *Caesalpinaceae*, *Fabaceae*, *Sapotaceae*, *Sterculiaceae* et *Anacardiaceae*. Ces résultats indiquent un niveau de dégradation avancé des habitats naturels de *D. senegalense* due à plusieurs facteurs dont entre autres les défrichements à des fins agricoles, les feux de végétation incontrôlés, les prélèvements anarchiques de bois d'œuvre. L'indice de similarité de Sorensen est faible et montre qu'il existe peu de communauté entre les groupements floristiquement comparés.

Tous ces résultats démontrent à suffisance le niveau des actions qui 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.

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 de l'impact du type d'habitats sur le statut de conservation de l'espèce;
- L'étude des variabilités morphologiques/phénotypiques suivant le groupement végétal et suivant la zone phytogéographique.

## RÉFÉRENCES

- Adjanonhoun, E. (1964). Végétation des savanes et des rochers découverts en Côte d'Ivoire centrale. ORSTOM, 178 p.
- Adjossou K. (2004). Diversité floristique des forêts riveraines de la zone écologique IV du Togo. Mémoire de DEA en biologie végétale appliquée, Université de Lomé, 99p.
- Adjossou K., Kokou K., Deconchat M. (2022). Floristic composition and turnover analysis in Dahomey Gap and the surrounding sub-humid Togolese mountain minor forest refuges: Importance for biogeography and biodiversity conservation in sub Saharan Africa. *Ecology and Evolution*, 12: e9304.
- Adomou C.A., Agbani O.P., Sinsin B. (2011). *Plants*. In: Neuen-schwander P., Sinsin B., Goergen G. (eds). *International Institute of Tropic B.al Agriculture*, pp 21–46.
- Adomou C.A. (2005). Vegetation Patterns and Environmental gradients in Benin. Implications for biogeography and conservation. PhD Thesis. Wageningen University, Wageningen. 133p.
- Akoègninou A., Van Der Burgw J. G. Van Der Maesen L.J. (2006). Flore analytique du Bénin. *Backhuys Publishers*, Leiden, Netherlands. Backhuys Publishers, Leiden, Netherlands, 1034 pp.

- Ali K., Odjoubere F. M.R., Tente A.B.H., Sinsin B. (2014). Caractérisation floristique et analyse des formes de pression sur les forêts sacrées ou communautaires de la Basse Vallée de l'Ouémé au Sud-Est du Bénin. *Afrique Science: Revue Internationale des Sciences et Technologie*, 10(2).
- Amaku J.J.F., Ngwu C.M., Ogundare S.A., Akpomie K.G., Edozie O.I., Conradie J. (2021). Thermodynamics, kinetics and isothermal studies of chromium (VI) biosorption onto *Detarium senegalense* stem bark extract coated shale and the regeneration potentials. *International Journal of Phytoremediation*, 23: 1486-1496.
- Assédé E.S.P., Biaou S.S.H., Orou H., Oumorou M., Geldenhuys C.J., Chirwa P.W., Sinsin B. (2023). Ecological and structural differentiation of the Sudanian woodlands in the Biosphere Reserve of Pendjari, Benin. *International Association for Vegetation Science, Vegetation Classification and Survey*, 4: 139-165.
- Aubréville A. (1959). La flore forestière de la côte d'Ivoire (Vol. 3, 2<sup>nd</sup> ed.). Centre Technique Forestier Tropical.
- Auclair A., Goff F.G. (1971). Diversity relations of Upland forests in the Western great lakes area. *Am. Nat.*, 105: 499 - 528.
- Balla Eke M.S. (2011). La valorisation des produits forestiers non ligneux au Cameroun. La valorisation des produits forestiers non-ligneux dans l'arrondissement de Yokadouma, Éditions universitaires européennes, 136 p.
- Biaou S. H., Sokpon, N. (2003). Aménagement des forêts denses du Nord Bénin: Bases techniques pour une gestion durable. Rev. Aménagement intégré des forêts naturelles des zones tropicales sèches en Afrique de l'Ouest, pp 140-160.
- Biloso M.A. (2008). Valorisation des produits forestiers non ligneux des plateaux de Batéké en périphérie de Kinshasa (RD Congo). Thèse de Doctorat, Université Libre de Bruxelles, 167 p.
- Bolia N.E., Bosanza J.B.Z., Mongeke M.M., Ngbolua K.N. (2018). Études dendrométrique et floristique des forêts à *Gilbertiodendron dewevrei* d'une concession forestière en République Démocratique du Congo. *Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires*, 7:110-117.
- Braun-Blanquet J. (1932). Plant sociology: The study of plant communities (Fac simile of the edition of 1932), 439 p.
- Bruelheide H. (2000). A new measure of fidelity and its application to defining species groups. *Journal of Vegetation Science*, 11: 167-17.
- Burkill H.M. (1995). The useful plants of West Tropical Africa, Vol. 3, Families J-L, 2<sup>nd</sup> Ed., Whitefriars Press, London, U.K., pp. 101-105.
- Cáceres M., de Font X., Oliva F. (2008). Assessing species diagnostic value in large data sets: A comparison between phicoefficient and Ochiai index. *Journal of Vegetation Science*, 19: 779-788.
- Cavin A.-L. (2007). Contribution à la connaissance taxonomique et chimique de fruits africains du genre «*Detarium*» (Fabaceae - Caesalpinioideae): *D. microcarpum* Guill. et Perr. et des formes comestibles et toxiques de *D. senegalense* J.F. Gmel. Thèse de doctorat, Univ. Genève.
- Chytrý M., Tichý L., Holt J., Botta-Dukát Z. (2002). Determination of diagnostic species with statistical fidelity measures. *Journal of Vegetation Science*, 13: 79-90.
- Dan B.S.C., Sinsin B.A., Mensah G.A., Lejoly J. (2012). Influence des activités anthropiques sur la diversité floristique des communautés végétales de la forêt marécageuse de Lokoli au Sud-Bénin. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 6: 3064-3081.
- Dan C. (2009). Études écologique, floristique, phyto-sociologique et ethno-botanique de la forêt marécageuse de Lokoli; Zogbodomey-Bénin. Thèse de Doctorat unique, Faculté des Sciences, Université Libre de Bruxelles (ULB), 260 p.
- Dangbo F.A., Adjonou K., Kokou K., Blaser J. (2019a). The socio-economic contribution of *Detarium senegalense* seeds to rural livelihoods in Togo (West Africa). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*. 13: 1582-1595.
- Dangbo F. A., Adjonou K., Kokou K., Blaser J. (2019a). Ecological Sustainability of *Detarium senegalense* J. F. Gmel in Togo (West Africa). *American Journal of Plant Sciences*, 10: 417-432.
- Devineau J.L. (1984). Structure et dynamique de quelques forêts tropicales de l'Ouest Africain (Côte d'Ivoire). Travaux des chercheurs de la station de Lamto (Côte d'Ivoire). Université d'Abidjan, Station d'Ecologie Tropicale de Lamto. Thèse Univ. Paris VI, 295p.
- Diop N., Ndiaye A., Cisse M., Dieme O., Dornier M., Sock O. (2010). Le ditax (*Detarium senegalense* J. F. Gmel.): Principales caractéristiques et utilisations au Sénégal, *Fruits*, vol. 65: 293-306.
- Dossa B.A.K., Gouwakinnou G.N., Sourou B.N., Houetchegnon T., Wedjangnon A.A., Odjrado B.K., Ouinsavi C. (2019). Caractérisation structurale des peuplements naturels de *Detarium senegalense* J.F. Gmel. (Caesalpinaceae) au Bénin, Afrique de l'Ouest. *Science de la vie, de la terre et agronomie, Rev. Ramres*, 7:15-23.
- Eyog Matig O., Gaoué O.G., Dossou B. (2002). Réseau «Espèces Ligneuses Alimentaires». Compte rendu de la première réunion du Réseau tenue 11-13 décembre 2000 au CNSF Ouagadougou, Burkina Faso.
- Folahan S.O.N., Dissou E. F., Akouehou G. S., Tente B.A.H., Boko M. (2016). Écologie et structure des groupements végétaux des écosystèmes de la Lama au Sud-Bénin. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 12: 322-340.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2020). La situation des forêts du monde, Forêts, Biodiversités et Activités Humaines, Rome, 197p.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2018). La Situation Des Forêts Du Monde 2018 (SOFO): Les Forêts Au Service Du Développement Durable, Rome, Italy.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2012). Intégration des dimensions du changement climatique dans les activités des projets de gestion des ressources naturelles. Rome, 68 p.
- Gnomou A., Ouattara H.A., Sambare O., Ouedraogo A. (2021). Caractérisation de la diversité et structure de la végétation ligneuse des formations ripicoles de la forêt classée de Kari, Burkina Faso. *Afrique Science*, 18: 69-89.
- Hall J.B., Swaine M.D. (1981). Distribution and ecology of vascular plants in rain forest vegetation in Ghana. Springer Science and Business Media, 383 p.
- Houénon G.H.A., Ahouandjinou S.T.B., Adomou A.C., Yédomonhan H. (2022). Floristic composition, structure and ecological drivers of woody stands of *Detarium microcarpum* Guill. & Perr. and *Detarium senegalense* J.F. Gmel. in Benin. *Trees, Forests and People*, 9: 100283.
- Houétchégnon T., Gbènavô D.S.J., Ouinsavi C., Sokpon N. (2015). Structural Characterization of *Prosopis africana* Populations in Benin. *International Journal of Forestry Research*, 2015: 101373.
- Inoussa T.M., Imorou I.T., Gbègbo M.C., Sinsin B. (2013). Structure et composition floristiques des forêts denses sèches de la région des Monts Kouffé au Bénin. *Journal of Applied Biosciences*, 64: 4787-4796.
- Kiema A., Nianogo A. J., Zoungrouna C.Y.K., Jalloh B. (2012). Effets des demi-lunes associées au scarifiage sur les productions fourragères en région sahélienne du Burkina Faso. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 6: 4018-4030.
- Knapp, R. (1973). Die Vegetation von Afrika unter Berücksichtigung von Umwelt, Entwicklung, Wirtschaft, Agrar- und Forstgeographic.- Stuttgart.
- Kokou K. (1998). Les mosaïques forestières au sud du Togo: biodiversité, dynamique et activités humaines. Thèse de Doctorat, Université de Montpellier II, France, 140 p.
- Marshall C.A.M., Wieringa J.J. et Hawthorne W.D. (2021). An interpolated biogeographical framework for tropical Africa using plant species distributions and the physical environment. *Journal of Biogeography*, 48: 23-36.

- Mucina L., Bultmann H., Dierssen K., Theurillat Raus J.P., Čarni A., Šumberova K., Willner W., Dengler Gavilan, J., Garcia R., Chytrý M., Hajek M., Di Pietro R., Iakushenko Pallas J., Daniels F.J.A., Bergmeier E., Santos Guerra A., Ermakov N., Valachovic M., Schaminée J.J., Lysenko T., Didukh S., Pignatti J.S., Rodwell J., Capelo Weber A., Solomeshch P., Dimopoulos, C. Aguiar, Y.P Hennekens S.M Tichy, L. (2016). Vegetation of Europe: hierarchical floristic classification system of vascular plant, bryophyte, lichen, and algal communities. *Applied Vegetation Science*, 19: 3-264.
- Natta A. K. (2003). Ecological assessment of riparian forests in Benin: Phytodiversity, phytosociology, and spatial distribution of tree species, PhD Thesis, Wageningen University, 189p.
- Natta A.K., Sinsin B., Van Der Maesen L.J.J. (2003). A phytosociological study of Riparian forests in Benin (West Africa). *Belgian Journal of Botany*, 136: 109–128.
- Ndiaye Diop N., Pelissier M.S., Boudard Y., Mertz, E., Lebrun Dhuique-Mayer FC., Dornier Manuel C. (2016). Comparison of phenolic and volatile profiles of edible and toxic forms of *Detarium senegalense*. *African Journal of Biotechnology*, 15: 622-632.
- Nduwimana A., Habonayo R. et Ndayizeye B. (2021). Caractéristiques structurales et écologiques des peuplements ligneux de la réserve naturelle forestière de Vyanda au sud-ouest du Burundi.
- Neuenschwander P., Sinsin B., Goergen G. (eds), (2011). Protection de la Nature en Afrique de l'Ouest: Une Liste Rouge pour le Bénin. Nature Conservation in West Africa: Red List for Benin. International Institute of Tropical Agriculture, Ibadan, Nigeria. 365 p.
- Olatunji K T; Aliyu A. Y., Yakubu M.S.B., Oladosu P. (2021). Phytochemical analysis and anti-tuberculosis activity of extracts of *Detarium senegalense* bark and root. *Journal of Advances in Microbiology*, 21: 44-50.
- Ousmane N. D., Aly S., Bassimbé M Aliou, G. (2013). Diversité des peuplements ligneux du Ferlo, Sénégal. *VertigO*, 13.
- Pielou, E.C. (1966). Species-diversity and pattern-diversity in the study of ecological succession. *Journal of theoretical biology*, 10: 370-383.
- Rebbas K, Bounar R., Gharzouli R., Ramdani M., Djellouli Y., Alatou D. (2012). Plantes d'intérêt médicinale et écologique dans la région d'Ouanougha (M'sila, Algérie). *Phytothérapie*, 10: 131-142.
- Sambare O., Ouedraogo O., Wittig R., Thiombiano A. (2010). Diversité et écologie des groupements ligneux des formations ripicoles du Burkina Faso (Afrique de l'Ouest). *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 4: 1782-1800.
- Sanni F.S., Onyeyili P.A., Hamza H.G., Sanni S., Enefe N.G. (2018). Effects of *Detarium senegalense* JF Gmelin aqueous stem bark extract on castor oil induced diarrhoea in albino rats. *Sokoto Journal of Veterinary Sciences*, 16: 41-48.
- Sèwadé C, Lokonon E.B., Azihou A.F., Akouèhou S.G., Mensah G.A., Glèlè-Kakai L.R., Houinato M. (2018). Use diversity and farmer's preference of 48 local fodder trees: a comparative analysis of three sociolinguistic groups from the Guineo-Congolese / Sudanian transition zone of Benin. *Annales des Sciences Agronomiques*, 22: 33-52.
- Shafi M.I., Yarraton G.A. (1973). Diversity, floristic richness and species evenness during a secondary (post-fire) succession. *Ecology*, 54: 897-902.
- Shannon, C.E., W. Weaver (1949). The mathematical theory of communication. University of Illinois Press.
- Sinsin B., Kampmann D. (2010). Atlas de la biodiversité de l'Afrique de l'ouest, Tome I: Bénin. Cotonou et Frankfurt/ Main. Biota, 676 p.
- Sokpon N., Sinadouwirou TH. Gbaguidi F. Biaou S.H. (2001). Aperçu sur les forêts édaphiques hygrophiles du Bénin. *Belg. Journ. Bot.*, 134: 79-93.
- Sokpon N. (1995). 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, 350 p.
- Swaine M.D. (1992). Characteristics of dry forest in West Africa and the influence of fire. *J. Veget. Sci.*, 3: 365-374.
- Toko M.I., Toko Imorou I., Gbègbo C.M, Sinsin B. (2013). Structure et composition floristiques des forêts denses sèches de la région des Monts Kouffé au Bénin. *Journal of Applied Biosciences*, 64: 4787-4796.
- Willner W., Tichý L., Chytrý M. (2009). Effects of different fidelity measures and contexts on the determination of diagnostic species. *Journal of Vegetation Science*, 20: 130–137.