



## Distribution des habitats de *Dialium guineense* (willd) (Fabaceae: Caesalpinioideae) dans les phytodistricts Est du Sud-Bénin

Y. F. Assongba\*, G.J. Djègo., B. Sinsin.

Laboratoire d'Ecologie Appliquée / FSA/ UAC; [yedjanlognon@yahoo.fr](mailto:yedjanlognon@yahoo.fr)

Reçu: le 11 Avril 2013

Accepté: le 20 Octobre 2013

Publié: le 4 Novembre 2013

### RESUME

#### **Mots-clés:** Conservation, distribution, écologie, phytosociologie

*Dialium guineense* (willd) (Leg. Caesalpinioideae) est un PFNL peu étudié et peu valorisé au Bénin. La présente étude effectuée au Sud Bénin, vise à déterminer son écologie et sa distribution géographique en vue de sa conservation durable et sa valorisation. A cet effet, des relevés phytosociologiques et dendrométriques ont été effectués dans les forêts denses semi-décidues et galeries. Ainsi, une matrice constituée de 157 espèces et de 31 relevés, soumise à une analyse canonique des correspondances, a discriminé trois groupements végétaux. Il s'agit des groupements végétaux à: (i) *D. guineense* et *Sida acuta* des champs, jardins de case et jachères; (ii) *D. guineense* et *Berlinia grandiflora* des savanes et (iii) *D. guineense* et *Celtis zenkeri* des forêts denses et galeries. Dans ces groupements, la richesse spécifique est relativement élevée ( $3,8 < H < 4,2$  bits) et les espèces sont plus ou moins équiréparties ( $0,66 < E < 0,7$ ). La densité des populations de *D. guineense* a varié (5 à 97) pieds/ha. Le volume du houppier des arbres de *D. guineense* a varié (57,65 à 187,59 m<sup>3</sup>). Le nombre de branches par arbre a crû de 5,20 à 15,33. La distribution en classe de diamètre des arbres a montré une structure en J renversé dans les trois groupements végétaux. Il en ressort que *D. guineense* est plus conservé dans les forêts peu menacées ou protégées que dans les terroirs cultivés et post culturales. Inscrire l'introduction de *D. guineense* dans les programmes de reboisement et la protection de ses habitats potentiels au plan national comme priorités par l'administration forestière serait un atout pour une meilleure conservation de cet important PFNL.

### ABSTRACT

#### **Key-words:** Conservation, distribution, ecology, phytosociology

In Benin, few studies were done on *Dialium guineense* (willd) (Leg. Caesalpinioideae), a NTFP. This study has been carried out in Southern Benin. It permitted to make a determining ecology and spatial distribution of *D. guineense* for its durable conservation and valorization. To this end, phytosociological relevés and dbh measures were taken in riparian forests and moist semi-deciduous forests. So, a matrix made up of 157 species and 31 relevés, submitted to a Canonical Correspondence Analysis, discriminated 3 plant communities. It is about plant communities of: (i) *D. guineense* and *Sida acuta* of the fields, botanical gardens and fallows; (ii) *D. guineense* and *Berlinia grandiflora* of savannas and (iii) *D. guineense* and *Celtis zenkeri* of moist semi-deciduous forests and riparian forests. In these plant communities, the specific richness is relatively high ( $3,8 < H < 4,2$  bits) and the species are more or less équiréparties ( $0,66 < E < 0,7$ ). The density of *D. guineense* populations has varied (5 - 97) feet/ha. The volume of the houppier of the trees of *D. guineense* has varied (57,65 - 187,59 m<sup>3</sup>). The number of branches per tree grew from 5, 20 to 15, 33. The distribution in class of diameter of the trees showed a reversed J structure in the 3 plant communities. This reveals that *D. guineense* is more preserved in the little threatened or protected forests than the fields and fallows. The introduction of *D. guineense* into the programs of afforestation and the protection of its potential habitats at the national level must be registered by the forest administration like priorities for a better conservation of this significant NTFP.



## 1. INTRODUCTION

Les plantes et les animaux procurés par les forêts et plantations fournissent des services écologiques et socioéconomiques importantes à l'échelle locale et planétaire aux populations pour diverses utilisations: alimentation, l'énergie domestique, la médecine traditionnelle, la construction, ustensiles et outils agricoles (Djègo, 2006; Belem *et al.*, 2007; Mamo *et al.*, 2007 ; Shackleton *et al.* 2007; Taïta 2003). Les forêts constituent un réservoir de ressources aptes à satisfaire les besoins les plus élémentaires de l'humanité qui se dénote par l'exploitation des Produits Forestiers Non Ligneux (PFNL) qu'abritent les écosystèmes africains (Sina, 2006; Tchatat et Ndoye, 2006). Selon FAO (2004) les PFNLs sont tout matériel d'origine biologique, autre que le bois, provenant des forêts. Plus spécifiquement, les PFNLs regroupent l'ensemble des produits forestiers autres que la matière ligneuse traditionnellement utilisée dans l'industrie de la transformation pour le bois d'œuvre ou le bois de pâte (troncs). Ils revêtent en effet une importance en terme de contribution aux besoins pour le bien être des populations (Cavendish 2000; Mahapatra *et al.*, 2005). L'exploitation des PFNLs est apparue comme une alternative viable à l'exploitation du bois pour accroître les revenus des populations mais ayant un impact de réduction de la structure et la gestion des forêts (Nakazono *et al.* 2004; Rodriguez-Buriticà *et al.*, 2005).

FAO (2011) évalue la perte annuelle des forêts mondiales à 13 millions d'hectares au cours de la dernière décennie. Le Bénin, n'étant pas un grand pays forestier (2.351.000 hectares de forêts), perd en moyenne 50 milles hectares de forêts par an (FAO, 2009). Ceci est dû essentiellement à l'extension de l'agriculture, l'exploitation anarchique des ressources et le surpâturage. Aussi, l'exploitation abusive des PFNLs serait l'usage le plus bénigne des forêts tropicales sur le plan écologique (Wadt *et al.*, 2005). Bien qu'il y ait eu d'importantes études relatives à l'identification des espèces, à leur valorisation par les populations locales et à leur composition biochimique (Fabricant et Farnsworth, 2001; Fennell *et al.*, 2004) très peu d'études se sont intéressées à la biologie de la reproduction et à l'écologie (Shanley et Luz, 2003; Ticktin, 2004). Cette lacune d'informations sur *Dialium guineense* en matière de la biologie, l'écologie et la distribution géographique pourrait entraver les efforts de sa conservation durable au profit des différents usages qu'en font les utilisateurs. De plus, très peu d'informations existent sur l'impact écologique des actions anthropiques (prélèvements, pratiques culturelles etc.) sur les espèces en particulier sur *D. guineense* et son habitat en général (Grace *et al.*, 2002; Ticktin 2004; Ghimire *et al.*, 2005). En dehors des études de McGeoch *et al.* (2008); Ndangalasi *et al.* (2007); Giday *et al.*, (2003); Alves et Rosa (2007) qui ont étudié l'impact des actions anthropiques dans certains pays africains sur les espèces, très peu d'études se sont focalisées sur l'impact des prélèvements et des pratiques culturelles sur l'écologie et la distribution des

plantes (*D. guineense* en particulier). Ainsi, le manque d'informations sur les espèces médicinales en général, et sur les lianes médicinales en particulier pourrait constituer un problème majeur en matière d'aménagement et de gestion des ressources naturelles.

Au Bénin 3200 espèces de plantes ont été inventoriées dans les écosystèmes forestiers (Akoegninou *et al.*, 2006). Parmi les plantes identifiées au Bénin, beaucoup sont utilisées par la population dans divers domaines (alimentation, médecine traditionnelle, énergie et pâturage). Mais la plupart des forêts habitant ces plantes ne sont plus dans leur état originel, ayant subi des modifications profondes de composition et de qualité (FAO, 2011) affectant directement la biodiversité. Malgré les ressources forestières très limitées (FAO, 2009; Awokou *et al.*, 2009; Ganglo, 2005), le Bénin connaît aussi une perte de sa biodiversité. Les travaux d'Adomou *et al.* (2010) ainsi que la liste rouge du Bénin (Neuenschwander *et al.*, 2011) ont permis de mettre en évidence la kyrielle d'espèces menacées d'extinction si des actions urgentes et sérieuses de conservation ne sont pas entreprises. De ces constats, la protection des espèces est en effet un but majeur dans la conservation de la biodiversité. *Dialium guineense* en est l'une des espèces dont les travaux de Adomou *et al.* (2010) et la liste rouge du Bénin (Neuenschwander *et al.*, 2011) n'indiquent qu'il est en danger critique d'extinction (CR). Mais la plus part des formations naturelles qui l'héberge sont gravement menacées au Sud du Bénin.

La distribution géographique et l'abondance de toute ressource font partie des toutes premières études dans l'évaluation, la potentialité et la disponibilité des espèces (Avocevou-Ayisso, 2011). Selon Arbonnier (2002) *Dialium guineense* se retrouve dans les formations forestières denses semi décidues, les galeries forestières et les berges des rivières des zones soudano-guinéennes et soudaniennes. Selon Ewedjè et Tandjiékpon (2011), l'espèce se rencontre dans la plupart des pays de l'Afrique Occidentale.

Au Bénin, *Dialium guineense* est très abondant dans le Noyau Central de la Forêt classée de la Lama (Bonou *et al.*, 2009; Lokonon, 2008), dans les Districts phytogéographique côtier à Pahou et Sèmè (Akoegninou *et al.*, 2006). Mais aucune information n'est disponible sur la distribution géographique et l'écologie des habitats de *D. guineense* sur le territoire national. Les quelques études réalisées sur des espèces spécifiques et leur distribution géographique ne concernent malheureusement pas cette espèce (Assongbadjo, 2006; Ouinsavi et Sokpon 2010; Avocevou-Ayisso, 2011; Fandohan, 2011; et Gouwakinnou *et al.*, 2011).

Ainsi, pour améliorer l'état de connaissance sur la distribution géographique de l'espèce et sa caractérisation structurale, cette étude vise à (i) déterminer la distribution géographique de *D. guineense* dans les phytodistricts de Pobè, Plateau et Vallée de l'Ouémé. (ii) déterminer les caractéristiques écologiques des phytocénoses à *Dialium guineense*.

## 2. MILIEU D'ETUDE

Le Bénin, situé dans la zone intertropicale, s'étend sur une superficie de 114763 km<sup>2</sup> entre 6°15' et 12° 25' N et 0° 40' et 3° 45' E, avec une côte de 120 km le long du Golfe de Guinée et à volé d'oiseau de 675 km de l'Atlantique jusqu'au fleuve Niger au Nord. Il possède, 55 aires protégées (Neuenschwander et Toko 2011). La population béninoise est estimée en 2004 à 7208552 habitants dont 3506558 hommes et 3701994 femmes. On note une dominance de la population féminine. Le rapport de masculinité est en défaveur des hommes (INSAE, 2004).

Le Sud Est du Bénin est traversé dans son entièreté par le plus grand fleuve du pays (Ouémé). Cette partie possède deux domaines classés (Kétou-Dogo; Pobè), diverses forêts communautaires (Gnanwouizou..), la plus importante zone humide (Vallée de l'Ouémé) de forêt dense semi décidue (Pobè). Ainsi, différents écosystèmes habitent des espèces floristiques utiles à la population riveraine. La zone d'étude se situe entre 6° et 7°5' latitude Nord et entre 2°30' et 2°45' longitude Est (fig. 1). Le district phytogéographique de Pobè correspond à la région guinéo-congolaise au Bénin, occupant 2 % du territoire national. Le sol est de type ferralitique et sans concrétions. La végétation naturelle est la forêt dense humide semi-décidue à *Triplochiton sclerosylon* et *Celtis zenkeri* avec la variante à *Strombosia pustulata* et *Piptadeniastrum africanum*. Les genres endémiques à la région Guinéo-Congolaise sont représentés par les espèces telles que *Amphimas pterocarpoides*, *Anthonotha* spp., *Distemonanthus benthamianus*, *Antrocaryon micraster*, *Coelocaryon preussii* et *Discoglyprena caloneura* (Adomou, 2005). La richesse spécifique est estimée à environs 300 espèces. Elle subit l'action des activités anthropiques qui la menace.

Le district phytogéographique de la vallée de l'Ouémé couvre la basse vallée de l'Ouémé et s'étend jusqu'à la latitude de 7°03' Nord et occupe 2% de la superficie totale du Bénin. Le sol est de type hydromorphe et de texture limono sableuse, à limono argileuse. La végétation est composée de forêts marécageuses à *Xylopia rubescens* et *Mitragyna ciliata*, de forêts périodiquement inondable à *Dialium guineense* et *Berlinia grandiflora* et des poches de forêts denses humides semi-décidue à *Triplochiton sclerosylon* et *Celtis zenkeri*. La famille des Olacaceae est la seule famille endémique de la région guinéo-congolaise recensée et est représentée par *Octoknema borealis*. La richesse spécifique est de 220 espèces végétales. La recherche de bois d'énergie et de service et l'agriculture constituent les principales menaces. Notons que l'unique écosystème marécageux communautaire la mieux préservé au Bénin est la forêt de Lokoli de 500 hectare.

Le district phytogéographique du Plateau appartient au domaine de plateau de terre de barre du continental terminal et occupe 7 % du territoire national. Le sol est de type ferralitique sans concrétions.

La végétation naturelle est la forêt dense humide semi-décidue à *Triplochiton sclerosylon* et *Celtis zenkeri* avec la variante climatiquement sèche à *Nesogordonia kabingaensis* (*Papaverifea*) et *Mansonia altissima* qui est enregistrée dans la Commune de Kétou. Dans la dépression de la Lama qui se prolonge dans cette zone, sur le vertisol se développe la variante édaphiquement sèche à *Dialium guineense* et *Mimusops andongensis*. Ici la richesse spécifique est de 400 espèces végétales. La forêt à *Nesogordonia kabingaensis* et *Mansonia altissima* est menacée aujourd'hui de disparition dont les facteurs essentiels sont la coupe anarchique de bois d'œuvre, l'empiètement dû à l'agriculture et l'élevage des bovins.

En ce qui concerne les caractéristiques socio-démographiques, la densité de la zone d'étude avoisine 537 habitants au km<sup>2</sup>. On dénombre plusieurs groupes ethniques Nagot, Fon, Wémènou Mahi, Holli, Hollidjè, Adja, Mina, Toffin.

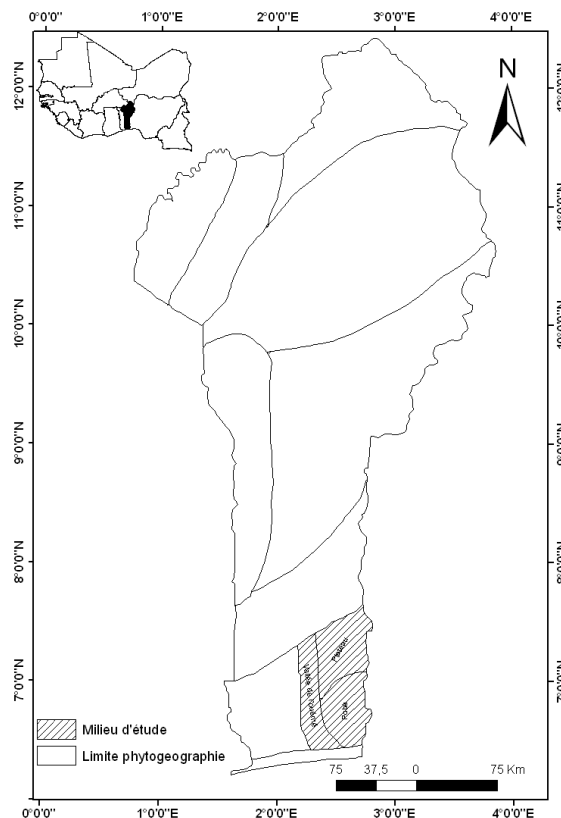


Fig. 1: Situation du milieu d'étude

## 3. METHODOLOGIE

### 3.1. Choix des sites de relevé phytosociologique et de répartition des placeaux

Plusieurs types de formations végétales ont été considérés à partir des cartes d'occupation du sol des trois districts phytogéographiques. Il s'agit des cartes élaborées en 2002 par l'Inventaire Forestier National (IFN) pour servir de site de relevé et aussi faciliter l'orientation dans les phytodistricts.

Une enquête sur la présence de l'espèce auprès des populations de la zone d'étude a été effectuée pour confirmer les informations fournies par l'Inventaire Forestier National (IFN). Les formations végétales prise en compte sont: les mosaïques de culture et jachère, les galeries forestières, les forêts denses, les forêts marécageuses et communautaires.

### 3.2. Dispositif d'inventaire et de collecte de données

Les relevés phytosociologiques ont été effectués dans des placeaux de 30 m x 30 m chacun, installés dans les galeries forestières. L'intervalle entre deux placeaux est d'au moins 500 m.

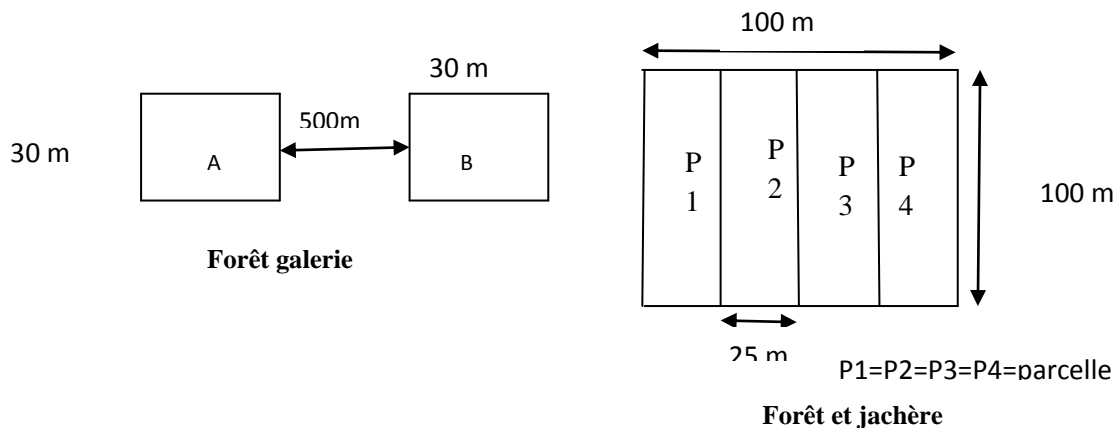


Fig. 2: Dispositif d'installation pour l'étude phytosociologique

### 3.3. Collecte des données phytosociologiques et écologiques

La méthode mise en œuvre pour caractériser les formations végétales dans les trois phytodistricts est celle utilisée par plusieurs auteurs (Djègo, 2006; Adomou 2005) qui consiste à réaliser les relevés phytosociologiques. Le «Global Positioning System» (GPS) a permis de matérialiser divers points repères et de cartographier les phytocénoses identifiées. Les mesures de diamètres et hauteurs d'arbres ont été effectuées grâce au mètre ruban et au clinomètre SUUNTO. Pour étudier le sol et la topographie, la tarière pédologique et le clinomètre SUUNTO (mesure de pente) ont été utilisés.

L'étude phytosociologique de la végétation (formation naturelle) a été réalisée suivant la méthode sigmatiste de Braun-Blanquet (1932) utilisé par Djègo (2006). L'étude des paramètres dendrométriques a été réalisée en tenant compte de tous les espèces ligneuses présentes dans les placeaux.

L'étude du sol a été faite par la description de profil textural réalisé sur les 30 premiers centimètres de profondeur, complété par des profils topographiques de 25 m et 1 km au sein des placeaux. Dans chaque placeau, les données recueillies ont été les suivantes : noms et coordonnées géographiques (en degré décimal) des placeaux; type de sol, le recouvrement des arbres et pressions anthropiques; coordonnées des groupes

L'étude phytosociologique au niveau des forêts denses, communautaires et jachères est faite par l'installation des placeaux d'un hectare. Ce dernier est divisé en des parcelles d'un kilomètre sur vingt cinq mètres (fig. 2). Mais lorsqu'il s'agit d'un champ toute la superficie est prise en compte. La distance séparant deux placeaux est de un kilomètre carré. Au total, 31 placeaux sont pris en compte par les travaux de terrain. Notons que le nombre de placeau dans les forêts communautaires est de 1 à 2 en fonction de leur superficie.

d'arbres de *Dialium guineense*; l'état de maturité: nombre de pieds petit ( $d < 10$  cm;  $h < 1$  m); jeune pieds ( $d < 10$  cm;  $h \geq 1$  m); adultes pieds ( $dbh \geq 10$  cm;  $h \geq 1$  m) et la distance (D) entre individus de *D. guineense* les plus proches. D'autres données dendrométriques ont été collectées à savoir: la hauteur du fût; la hauteur de la couronne; la largeur de la couronne dans les sens Nord-Sud et Est-Ouest; le nombre de branches; la forme du fût. En outre dans chaque placeau, et à chaque espèce est affecté le coefficient d'abondance dominance qui est l'expression de l'espace relative occupée par l'ensemble des individus de chaque espèce. A chaque classe d'abondance dominance correspond un recouvrement moyen noté (RM %) qui varie de 0,5 % à 87,5 %.

Les types biologiques (TB) retenus pour l'analyse des espèces inventoriées sont: les phanérophytes; Mégaphanérophytes (MPh); les Mésophanérophytes (mPh); les Microphanérophytes (mph); les Phanérophytes ligneuses grimpantes (Phgr) ou les lianes phanérophytes (Djègo, 2006).

Les sous types phytogéographiques (TP) sont ceux décrits par Oumorou (2003), à savoir: les Cosmopolites (Cos); espèces pantropicales (Pan); espèces paléo-tropicales (Pal); espèces afro-américaines (Am); espèces plurirégionales africaines (PRA); espèces afro-tropicales (AT); espèces soudano-zambéziennes (SZ).

### 3.4. Etablissement de la carte de distribution de *Dialium guineense*

Les coordonnées en degré décimal et les données écologiques par placeau ont permis d'établir au moyen de Arcgis.10, la carte de répartition de l'espèce dans le milieu d'étude, principalement à Pobè et d'estimer l'abondance des peuplements de *D. guineense*.

### 3.5. Analyse des données

#### • Identification des phytocénoses hébergeant *Dialium guineense*

La phytocénose est un groupement végétal formé d'un ensemble de facteurs organisés spatialement, temporellement et fonctionnellement (Gillet et al., 1991). Les groupements végétaux sont liés par des relations de dépendance d'ordre écologique, dynamique et génétique. Ainsi, les facteurs écologiques que sont la topographie et le sol jouent un rôle capital dans le déterminisme des divers groupements végétaux.

Ainsi donc, la discrimination des phytocénoses a été réalisée par une analyse directe de gradient (Analyse Canonique des correspondances, CCA) effectué sur la matrice de relevé floristique constitué de 31 placeau et de 157 espèces et la matrice écologique constitué des variables environnementales telle que la texture du sol, la topographie, l'humidité, le recouvrement et la perturbation anthropique avec le logiciel Canoco (ter Brank 1988).

#### • Description des phytocénoses discriminées

L'analyse de la diversité des phytocénoses a été fondée sur la richesse spécifique (S), l'indice de diversité de Shannon (H) et le coefficient d'équitabilité de Pielou (E). La richesse spécifique est déterminée par le nombre total d'espèces enregistrées au niveau de chaque phytocénose ;  $H = -\sum p_i \log_2 p_i$  avec  $p_i = r_i / r$  ; où  $r_i$  est le recouvrement de l'espèce  $i$  dans le relevé considéré et  $r$  désigne la somme totale des recouvrements des espèces du relevé.  $H$  s'exprime en bits. Il varie généralement entre 1 et 5 bits. ( $H > 3,5$ ) signifie une forte diversité au sein du groupement végétal alors les conditions de la station sont très favorables à un grand nombre d'espèce dans des proportions quasi-égales.  $H$  faible ( $H < 2,6$ ) signifie que les conditions du milieu sont très défavorables et induisent une forte spécialisation des espèces.  $E = H / H_{max}$  avec  $H_{max} = \log_2 S$  ; où  $S$  est le nombre total d'espèces. Il est compris entre 0 et 1. Si  $E$  tend vers 0 alors la quasi-totalité des individus appartiennent à une seule espèce et quand  $E$  prend la valeur 1 alors toutes les espèces ont exactement le même recouvrement.

#### • La densité de peuplement ( $N$ , arbres/ha)

La densité de peuplement est le nombre moyen d'arbres de  $dbh \geq 10$ cm par hectare. Elle est donnée par la formule:

$$N = \frac{10000n}{s}$$

$N$  étant le nombre total d'arbres par hectare et  $n$  le nombre d'arbres par placeau;  $s = 900 \text{ m}^2$  pour les galeries et  $10000 \text{ m}^2$  pour les forêts, champ et jachère. Le logiciel Minitab 14 a permis l'analyse de variance (ANOVA) au niveau des variables dendrométriques des différents phytocénoses. Lorsque les conditions d'application de ANOVA n'ont pas été vérifiées (normalité et homogénéité des variances), les tests non paramétriques de Kruskal et Wallis sont utilisés.

#### • Caractérisation structurale de *Dialium guineense*

La structure en diamètre représentée par la répartition des classes de diamètre revêt une grande importance en matière de gestion de la forêt en ce sens qu'elle est une expression de la structure de la population. Elle traduit également la réaction des individus aux conditions écologiques influençant la croissance et aux traitements sylvicoles appliqués (Rondeux, 1999).

Alors, la structure horizontale de *Dialium guineense* est représentée par la répartition des individus par classe de diamètre sur la base des fréquences des individus des différentes phytocénoses étudiées. Cette répartition est ajustée à la distribution de Weibull à trois paramètres en raison de sa flexibilité. La fonction de densité ( $f$ ) est exprimée en fonction du diamètre ( $x$ ) suivant la formule :

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

où:  $b$  = paramètre d'échelle ou de taille;  $a$  = paramètre de position;  $c$  = paramètre de forme. La structure des populations de *Dialium guineense* est aussi approchée par la relation hauteur totale (m) / diamètre (cm). Différents modèles sont testés sur le nuage de points pour avoir celui qui s'ajuste le mieux à une courbe polynomiale  $y = ax^2 + bx + c$ , où :  $y$  = hauteur totale de l'arbre (m);  $x$  = diamètre (dbh) à 1,30 m au-dessus du sol où dbh en cm;  $a$  et  $b$  = coefficients d'allométrie. Cette relation de croissance existant entre la hauteur et le diamètre à 1,30 m au-dessus du sol pour les trois phytocénoses est illustrée par la figure 13.

## 4. RESULTATS

### 4.1. Individualisation des phytocénoses

L'analyse canonique des correspondances (CCA) de la matrice brute constituée de 31 relevés et de 173 espèces montre que les deux premiers axes expliquent 51,4 % de la relation espèces-environnement (tableau 1). Le test de Monte Carlo a montré que les variables environnementales testées ont un effet significatif ( $P$ -value = 0,02) sur la distribution des phytocénoses hébergeant *D. guineense*.

Le tableau 2 de corrélation montre que l'axe 1 est fortement corrélé positivement avec le recouvrement de la strate arborée à 0,80 % et l'humidité du sol à 0,50 mais négative avec la topographie et la perturbation anthropique.

Le deuxième axe est corrélé positivement avec la texture du sol à 0,44 et négativement avec le recouvrement. Trois communautés végétales ont été mises en évidence par la carte factorielle de l'ensemble des relevés dans le plan factoriel des axes 1 et 2 (Fig. 3). Il s'agit de la phytocénose (G1) à *D. guineense* et *Sida acuta* correspondant aux relevés effectués dans les

champs et des formations postculturales (jachères); la phytocénose (G2) à *D. guineense* et *Berlinia grandiflora* composé des relevés effectués dans les forêts communautaires et savanes périodiquement inondées. Enfin, la phytocénose (G3) à *D. guineense* et *Celtis zenkeri* formé des relevés effectués au sein de la forêt dense et galeries forestières.

Tableau 1: Pourcentage cumulée de variance expliquée et valeur d'inertie de la CCA

Axes	1	2	3	4	Inertie totale
Valeurs propres	0,74	0,57	0,54	0,38	12,68
Species-environnement correlations (%)	0,95	0,91	0,90	0,83	
Pourcentage cumulée de variance expliquée (%)	29,20	51,40	72,60	87,50	

Tableau 2: Corrélation entre les variables environnementales et les axes canoniques

AXES	AXE1	AXE2	AXE3
Topographie	-0,67	-0,36	0,05
Texture du sol	-0,12	0,44	0,37
Recouvrement de la strate arborée	0,83	-0,40	-0,22
Humidité du sol	0,50	0,10	0,28
Perturbation anthropique	-0,59	-0,13	-0,37

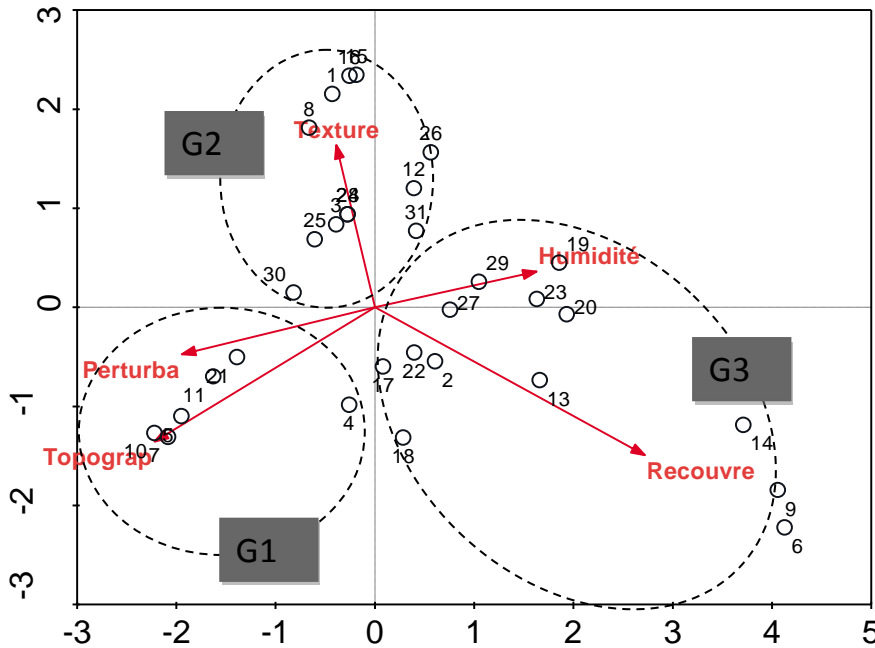


Fig. 3: Ordination des groupements végétaux par l'analyse canonique de correspondance

## 4.2. Caractérisation écologiques des phytocénoses à *Dialium guineense*

### 4.2.1. Diversité floristique des phytocénoses

173 espèces réparties en 43 familles ont été recensées. Le tableau 3 présente les paramètres écologiques et environnementaux des différentes phytocénoses. De l'analyse de ce tableau, la richesse spécifique en espèces (S) ligneuses varie peu d'un groupement à un autre. La plus forte valeur (66

espèces) est obtenue pour le groupement G2 (forêt communautaires et Savanes inondables) tandis que la plus faible (51 espèces) est obtenue pour le groupement végétal G1 (Champs/jachère). L'indice de diversité de Shannon (H) varie entre 3,8 bits et 4,2 bits. Les fortes valeurs de H obtenues témoignent de l'absence des phénomènes de dominance au sein des groupements. L'équitabilité de Pielou (E) varie de 0,66 à 0,70. Alors les communautés végétales sont diversifiées et on note une régularité dans la distribution des individus des espèces.

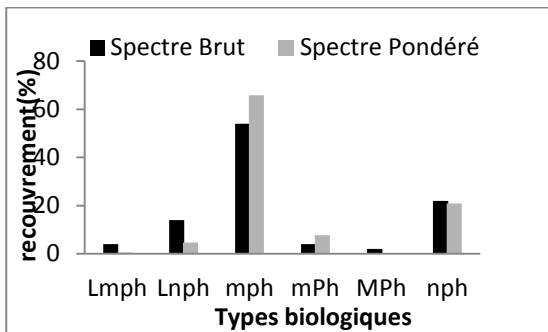
Tableau 3: Paramètres écologiques et environnementaux des différentes phytocénoses

Phytocénoses	Paramètres écologiques			Conditions stationnelles / Paramètres environnementaux	Etat de maturité	localité
	S	H	E			
<b>phytocénose (G1) à <i>D. guineense</i> et <i>Sida</i></b>	51	3,8	0,66	Sols ferrallitiques sablo limoneux ou argilo sableux. Humidité élevée en saison pluvieuse et faible en saison sèche; perturbation forte; sur les talus et plaines; abondance de litière très faible; recouvrement 0,50 %. Dans cette phytocénose, la pente est relativement faible surtout dans les phytodistricts de Pobè et Kétou. Mais elle varie de 0 à 1 % dans la vallée de l'Ouémé. Le nombre relativement élevé de jeunes est dû au taux de rejet élevé par les souches des individus de <i>D. guineense</i> dans les jachères	petits et jeunes abondants; adultes peu	Idigni (Kétou) ; champs et jachère des phytodistricts de Pobè et Plateau.
<b>Phytocénose (G2) <i>D. guineense</i> et <i>Berlinia grandiflora</i></b>	66	4,1	0,67	Sol hydromorphe, vertisol difficile à travailler en saison sèche mais très riche et noir; sols ferrallitiques sablo-limoneux ou argilo-sableux ; sol ferrugineux tropicaux hydromorphes. Perturbation relativement faible ; humidité moyenne ; abondance de litière 1,01 à 4,64 % ; recouvrement 37,5 %. Ici la pente est relativement élevée surtout dans la basse vallée, où on note des pentes de 2 à 5 %. Dans cette phytocénose le nombre des différents individus de <i>D. guineense</i> est moyen s'explique par le fait qu'ici, on a une abondance d'espèces lignes de grande taille à feuille large ce qui empêche le développement du sous bois.	petits et jeunes peu abondants; adultes moyen	Akpadanou (savazou); Itadjébou (forêt d'oro); Azohouilissè (la dépression) ; forêt de Kpékozou (Bonou) et Kétou
<b>phytocénose (G3) à <i>D. guineense</i> et <i>Celtis zenkeri</i></b>	64	4,2	0,70	Vertisol difficile à travailler ; Sol ferrallitique argilo-sableux ; sol hydromorphe limono sableux, à limono argileux ; sol peu humifères à gleys lessivés. Perturbation très faible. Humidité élevée ; litière variant de 4,47 à 4,59% ; recouvrement 87,5 %. La pente dans cette phytocénose est faible à Pobè, 2 % dans les galeries de Dogo et nulle dans la vallée de l'Ouémé (Gnahouizou et bamèzou). Les facteurs édaphiques, l'humidité et la faible explique l'abondance des individus jeunes et adultes ici.	petits et adultes très abondant	Forêt de Pobè ; galerie de Dogo ; Bamèzou et Gnahouizou

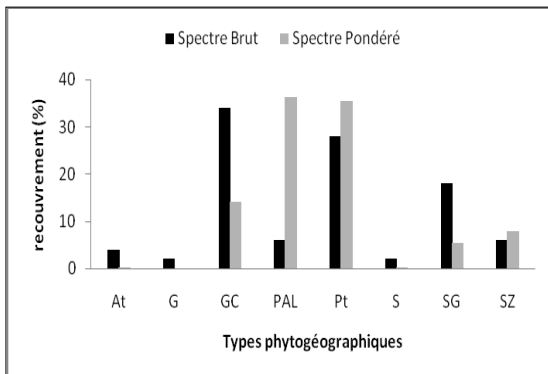
**4.2.2. Analyse des spectres biologiques et phytogéographiques des Phytocénoses**

**• Phytocénose à *D. guineense* et *Sida acuta***

Dans cette phytocénose, on note une prédominance des microphanérophytes avec 54 % du spectre brut pour un recouvrement moyen de 65,86 %. Les nanophanérophytes représentent 22 % du spectre brut avec un recouvrement moyen de 20,94 %. Les mégaphanérophytes sont très peu représentés avec 2 % du spectre brut pour 0,12 % du spectre pondéré (fig. 4A). La figure 4B présente la distribution des types phytogéographiques de cette phytocénose. Les espèces guinéo-congolaise, pantropicales et soudano-guinéenne abondent avec respectivement 34 %, 28 % et 18 % du spectre brut. Au niveau des spectres pondérés c'est les espèces paléotropicale et pantropicale qui dominent respectivement avec 36,24 % et 35,39 % du recouvrement moyen.



A



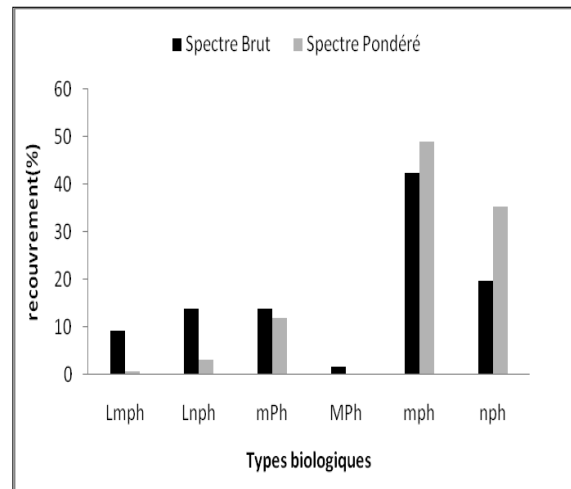
B

**Fig. 4 A,B: Spectres brut et pondéré des types biologiques (A) et phytogéographiques (B) de la phytocénose à *D. guineense* et *Sida acuta***

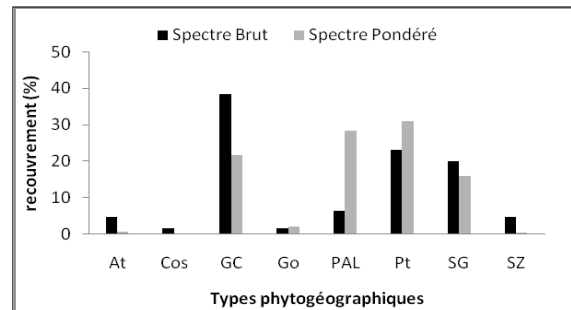
**• Phytocénose à *D. guineense* et *Berlinia grandiflora***

La figure 5A donne les spectres brut et pondéré des types biologiques de cette formation végétale. On note une prédominance des microphanérophytes avec 42,42 % du total pour un recouvrement moyen de 48,96 %. Les mésophanérophytes représentent 20,31 % du spectre brut avec un recouvrement moyen de 38,62 %. Les mégaphanérophytes sont faiblement représentés au niveau du spectre brut 1,52 % avec recouvrement moyen de 0,13 %. La distribution des types phytogéographiques de cette phytocénose est celle de la figure 5B.

Les espèces guinéo-congolaise et pantropicales prédominent avec respectivement 38,46 %, et 23,08 % du spectre brut pour 21,60 % et 31,09 % du spectre pondéré.



A

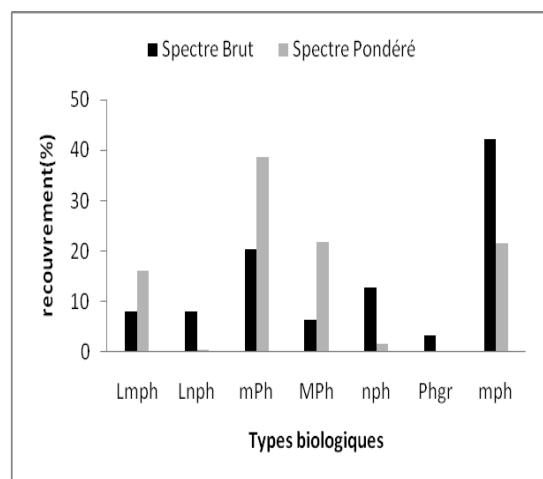


B

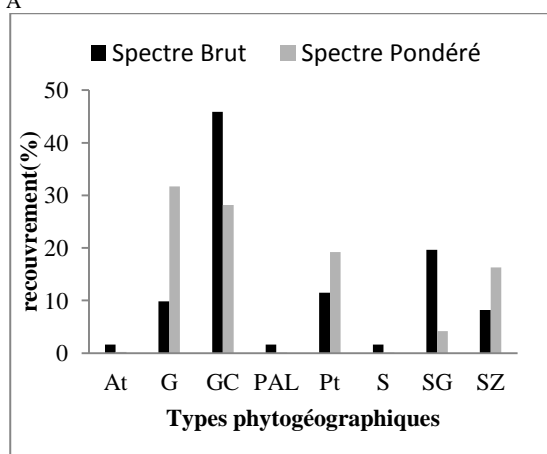
**Fig. 5A,B: Spectres brut et pondéré des types biologiques (A) et phytogéographiques (B) de la phytocénose à *D. guineense* et *Berlinia grandiflora***

**• Phytocénose (G3) à *D. guineense* et *Celtis zenkeri***

Les spectres bruts et pondérés des types biologiques (fig. 6A) de la phytocénose à *D. guineense* et *Celtis zenkeri* montrent une prédominance des micro-phanérophytes avec 42,18 % du spectre brut pour un recouvrement moyen de 21,56 %. Les mésophanérophytes représentent 20,31 % du spectre brut avec un recouvrement moyen de 38,62 %. Les mégaphanérophytes sont faiblement représentés avec seulement 6,25 % du spectre brut et pour 21,65 % du spectre pondéré. La figure 6B présente la distribution des types phytogéographiques de cette phytocénose. Les espèces guinéo-congolaise et pantropicales dominent le spectre brut avec respectivement avec 45,90 %, 11,48 % des espèces. Quant au spectre pondéré, ce sont les espèces guinéo-congolaises, guinéennes et pantropicales qui prédominent respectivement avec 48,15 %, 31,72 % et 19,22 % du recouvrement moyen. Ensuite viennent les types soudano guinéennes et soudano zambéziennes.



A



B

Fig. 6A,B: Spectre brut et pondéré des types biologiques (A) et phytogéographiques (B) de la phytocénose à *D. guineense* et *Celtis zenkeri*

#### 4.2.3. Caractéristiques dendrométriques des phytocénoses à *D. guineense*

Les paramètres dendrométriques de *Dialium guineense* sont présentés au tableau 4. Le diamètre moyen des pieds de *Dialium guineense* varie de 11,7 à 38,14 cm. En effet la valeur la plus élevée est obtenue dans les phytocénoses de forêts denses et galeries forestières tandis que la plus faible valeur est retrouvée dans les phytocénoses de champs/jachère. Suivant les phytocénoses en présence, il n'y a pas de différence significative entre le diamètre moyen des arbres de *Dialium guineense* ( $P = 0,607$ ). La densité moyenne des pieds de l'espèce suivant les différents types d'écosystème varie de 7,0 des champs et jachère à 24,8 tiges / ha dans les forêts denses et galeries avec des coefficients de variation élevés oscillant entre 60,62 à 61,29 %, ce qui traduit une grande variabilité de la densité entre les différents types d'écosystèmes abritant l'espèce. Le test d'analyse de variance effectué sur la moyenne des densités montre une différence hautement significative ( $P = 0,001$ ). On conclue que les forêts denses et galeries constituent l'écosystème favorable au développement des individus de *Dialium guineense*. La hauteur moyenne des arbres de l'espèce varie de 9 à 11 m. On ne note pas une différence significative entre la hauteur des individus au niveau des différents types d'écosystème car  $P = 0,448$ . Le volume moyen des branches varie de 23,15 à 184,79 m<sup>3</sup> par unité de surface en allant des champs aux forêts denses et galeries. Il y a une différence significative entre les volumes des branches d'une phytocénose à une autre.

Tableau 4: Les paramètres dendrométriques des groupements issus de la CCA

Paramètres	Phytocénoses			P-Value
	à <i>D. guineense</i> et <i>Sida acuta</i>	à <i>D. guineense</i> et <i>Berlinia grandiflora</i>	à <i>D. guineense</i> et <i>Celtis zenkeri</i>	
<b>Diamètre moyen (D) (cm)</b>	58,69	81,76	89,14	0,607
<b>Ecart type</b>	4,85	8,44	6,07	-
<b>CV (%)</b>	24,43	32,64	23,57	-
<b>Densité (N) (individus/ha)</b>	5,0	13,33	97,05	0,001
<b>Ecart type</b>	2,80	5,36	22,20	-
<b>CV (%)</b>	61,29	60,98	60,62	-
<b>Hauteur moyenne H (m)</b>	9	10,97	11,00	0,448
<b>Ecart type</b>	1,48	1,25	0,75	-
<b>CV (%)</b>	40,28	36,03	23,50	-
<b>Volume du houppier (m<sup>3</sup>)</b>	57,65	151,52	187,59	0,001
<b>CV (%)</b>	23,15	125,93	184,79	-
<b>Nombre moyen de branches</b>	5,20	11,23	15,33	-

#### 4.2.4. Structure en diamètre et en hauteur des phytocénoses à *Dialium guineense*

La figure 7A-F présente les structures en diamètre et en hauteur de chacune des trois phytocénoses à *Dialium guineense*. Ces structures ont une allure de J renversé qui caractérise les peuplements naturels d'espèce.

L'ajustement de la distribution horizontal des individus de *Dialium guineense* à la distribution de Weibull présente tout un indice de forme c compris entre 0 et 1. Cette forme de distribution est caractéristique des peuplements jeunes, multi-spécifiques avec une prédominance relative des individus de petits diamètres (10 à 15 cm).

De même quelques soient le peuplement considéré, on constate la prédominance de la classe de diamètre [30-35]. Les individus de grands diamètres sont observés au niveau des peuplements des forêts denses (diamètre >100 cm) (fig. 12). Ceci pourrait s'expliquer par le simple fait que dans cette phytocénose, l'effet de la protection est un atout favorable et aussi les individus de *D. guineense* au lieu de développer un houppier assez grand préfèrent croître en hauteur avec un bon diamètre.

Quant à la hauteur des arbres de *Dialium guineense*, dans les trois phytocénoses l'ajustement de la distribution horizontale des individus de *Dialium guineense* à la distribution de Weibull présente un indice de forme  $c$  variant de 0,28 à 1,53. Ces indices de formes caractérisent les peuplements de faible hauteur. Ceci se vérifie sur le terrain du fait de l'abondance des individus de hauteur compris entre 1 et 5 mètre.

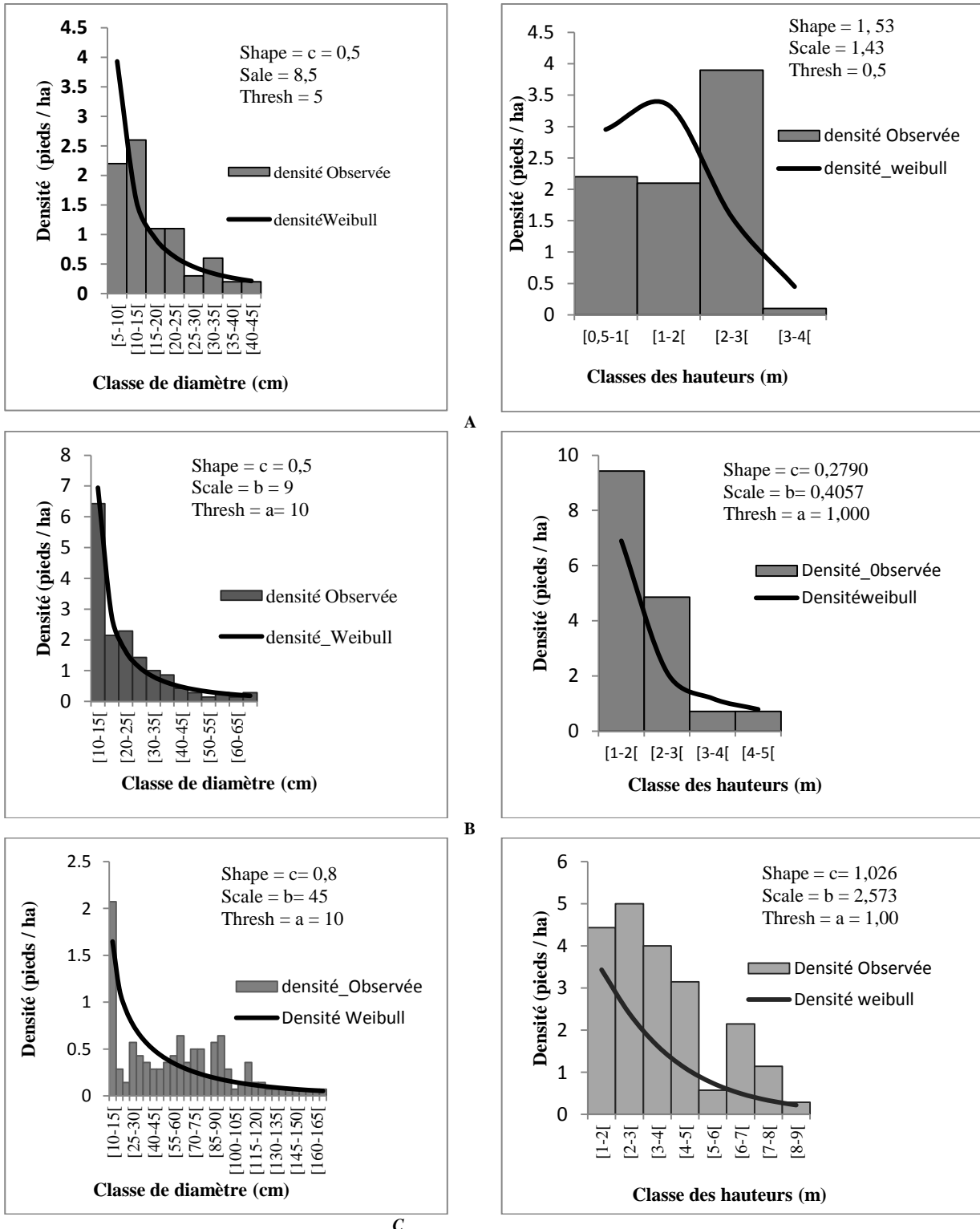
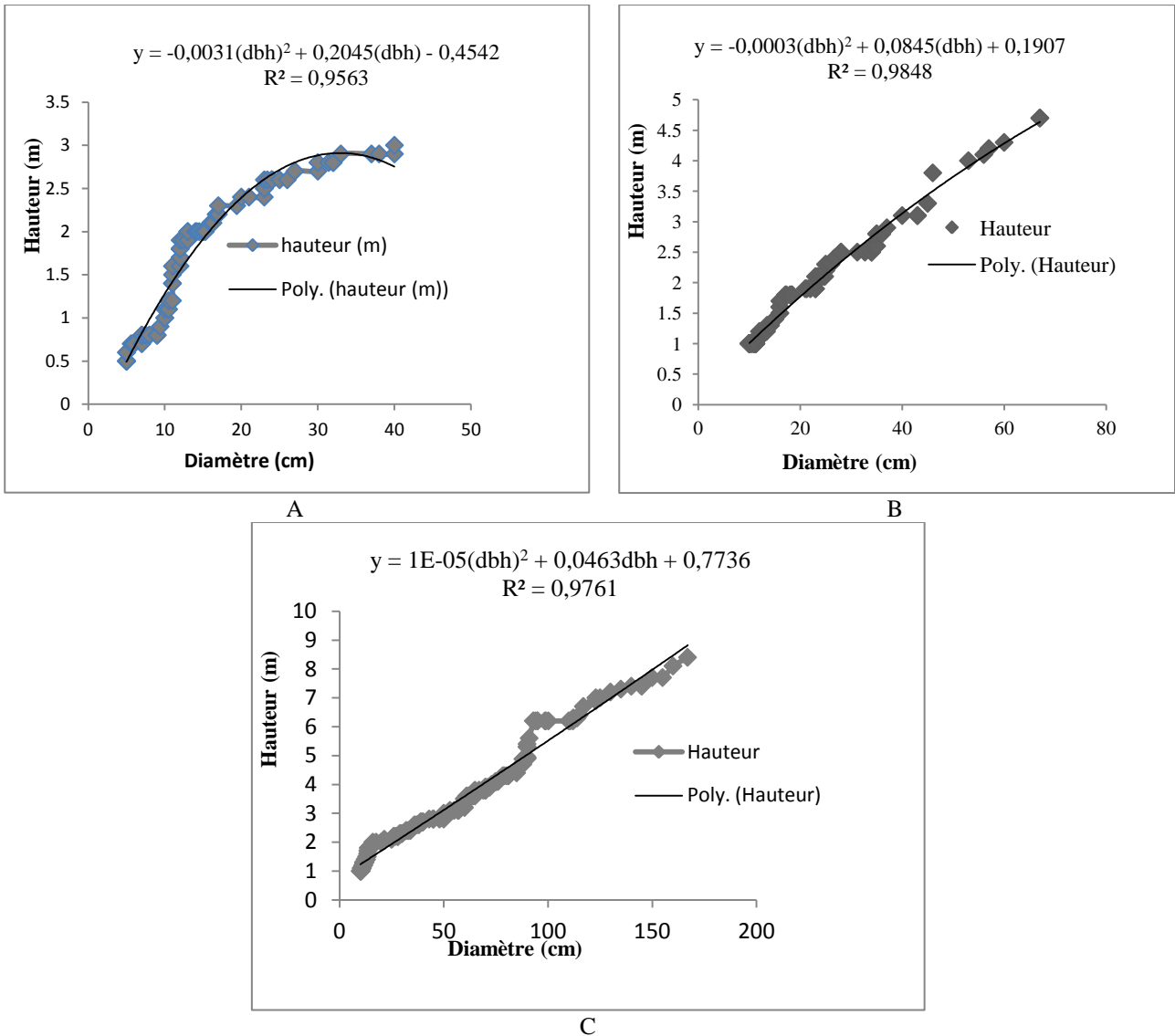


Fig. 7A-C: Structure en diamètre et en hauteur des individus de *D. guineense*; A: dans la phytocénose à *D. guineense* et *Sida acuta*, B: dans la phytocénose à *D. guineense* et *Berlinia grandiflora*; C: dans la phytocénose à *D. guineense* et *Celtis zenkeri*

**4.2.5. Relation entre diamètre et hauteur de *Dialium guineense***

La relation entre le diamètre et la hauteur des arbres de *D. guineense* dans les trois phytocénoses forestières est donnée par la figure 8A-C. Cette relation traduit l'équation polynomiale de la forme  $y = -0,0031x^2 + 0,2045x - 0,4542$  avec  $R^2 = 0,9563$  pour la phytocénose à *D. guineense* et *Sida acuta*. La phytocénose à *D. guineense* et *Berlinia grandiflora* a pour l'équation polynomiale de la forme :

$y = -0,0003x^2 + 0,0845x + 0,1907$  avec  $R^2 = 0,9848$ . Cependant la phytocénose à *D. guineense* et *Celtis zenkeri* son équation polynomiale est de la forme  $y = 1E-05x^2 + 0,00463x + 0,7736$  avec  $R^2 = 0,9761$ . Le coefficient de détermination du modèle pour les phytocénoses est respectivement 0,96 % et 0,98 %. Ce qui signifie que le modèle est globalement significatif et on peut dire que 0,96 % et 0,98 % de la variation du diamètre explique la variation de la hauteur de l'espèce.



**Fig. 8A-C: Relation entre la hauteur et le diamètre de *Dialium guineense***

**4.2.6. Distribution de *Dialium guineense* à Pobè**

Grâce aux coordonnées géographiques des pieds de *D. guineense* et à celles des placeaux, la carte de distribution de l'espèce a été réalisée dans le phytodistrict de Pobè (Fig. 9). Il ressort de cette carte que *D. guineense* se retrouve un peu par tout dans le

milieu : plusieurs types d'habitats. On peut citer les maisons, les jardins de case, les champs, les jachères, les savanes et les aires protégées. Cette espèce est adaptée à plusieurs types de sols (tableau 3). *D. guineense* est plus abondant au sud de Pobè plus précisément dans la forêt classée.

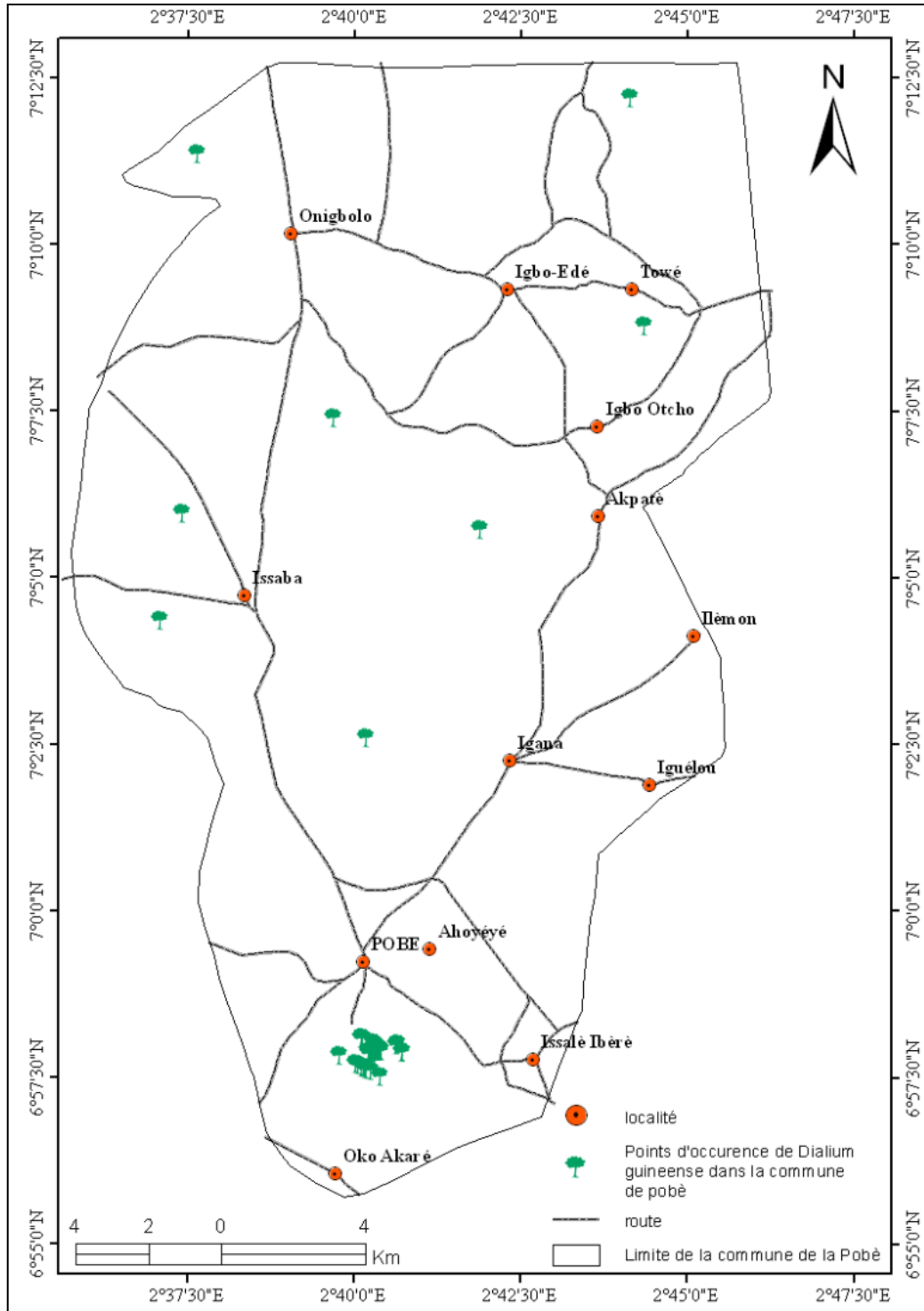


Fig. 9: Distribution géographique de *D. guineense* à Pobè

## 5. DISCUSSION

### Individualisation des phytocénoses

Il ressort des analyses des relevés composant la matrice, trois groupements végétaux dont le mode de distribution est fonction des conditions écologiques et actions humaines qui prévalent (texture du sol, humidité, topographie, recouvrement et perturbation). Ces résultats corroborent avec ceux de Gnoumou *et al.* (2008) dans le parc Urbain de Bangr-Wéooogo qui trouvent sept groupements qui sont influencés par les

mêmes conditions écologiques. Les trois phytocénoses sont dans une série évolutive dépendant de la nature du sol et de sa teneur en humidité. On part des milieux anthropisés où le sol est pauvre en eau et en organites nutritives au sol riche en matière organiques due à l'action de taux élevé de l'humidité qui facilite la décomposition de la litière (relevés effectués au sein de la forêt dense et galeries forestières) en passant par la phytocénose des relevés des savanes et forêt communautaire périodiquement inondées.

Dans la phytocénose des champs et jachères, il y a prédominance des espèces à large distribution. Ces milieux étant perturbés subissent des influences externes intenses ce qui conduit à la présence des espèces allochtones en proportion élevée mais qui doivent diminuer au cours des années au fur et à mesure que la jachère prend de temps. Ces résultats corroborent avec ceux des auteurs Donfack (1998) et Ayichedehou (2000) ayant étudié les phytocénoses culturelle et post-culturelles africaines en particulier au Bénin.

### **Etat et composition des phytocénoses**

L'installation des champs et formations post-culturelles (groupement végétal à *Dialium guineense* et *Sida acuta* sur des sols ferrallitiques sablo-limoneux ou argileux-sableux ; où la topographie est constituée des talus et plaines avec des pentes relativement faible amène à dire que l'influence de la topographie est capitale dans la mise en place des phytocénoses. Tout cela se justifie par le fait que sur les talus, l'ablation du sol est faible et dans les plaines, on assiste à une accumulation des débris végétaux. Le groupement végétal à phytocénose *Dialium guineense* et *Berlinia grandiflora* qui dépend des sols hydromorphes, vertisol des forêts communautaires de la Vallée de l'Ouémé et des sols ferrugineux tropicaux hydromorphes, argileux ou argilo-sableux de Kétou, nous amène à dire que les conditions édaphiques influent fortement sur la mise en place des phytocénoses. La richesse en eau du sol est également un élément déterminant dans la mise en place des phytocénoses. Ainsi, sur les sols hydromorphes, les vertisols et sol sablo-limoneux, situés dans la plaine d'inondation, il se développe une végétation assez diversifiée avec une grande représentation des ligneux de grande taille. *Cola gigantea*, *Berlinia grandiflora*, *Ceiba pentandra*, *Celtis philipensis* et *Anthonotha macrophylla* qui sont les espèces dominantes de la phytocénose. Sokpon (1995) signalait déjà qu'un tel groupement végétal ne se retrouve que dans les bas-fonds à mi-pente, sur sols hydromorphes et à texture sableuse. De tout ce qui précède, on peut conclure que la topographie et les types de sols sont des facteurs qui jouent un rôle capital dans la mise en place des communautés végétales. Ceci va dans le même sens des études antérieures dans le domaine de l'écologie végétale abordée par les chercheurs: Ganglo et de Foucault 2006; Ganglo (2005); Aoudji *et al.* 2006 et Noumon *et al.* 2006.

### **Caractéristiques dendrométriques des phytocénoses à *Dialium guineense***

Les caractéristiques dendrométriques des groupements végétaux des champs et jachères; forêts communautaires; forêt dense et galerie forestière des trois phytodistricts d'Est du Sud-Bénin montrent que les groupements végétaux à dominance de *Dialium guineense* ont pour valeur de la richesse spécifique égale à 66 espèces (forêt communautaire), des densités moyennes de 127 pieds / ha, l'Indice de Shannon 4,2

bits et l'Equitabilité de Pielou (0,67). Des différents résultats énumérés et comparés à ceux de Adjakpa et Léonard (2008) sur la richesse spécifique, la densité et les indices de Shannon, de Pielou permet de conclure que le milieu est diversifié en fruitier sauvages et espèces utiles à la population qui sont toutes des Produits Forestiers Non Ligneux. Dans cette étude, comme il s'agit d'une étude spécifique sur un PFNL, la détermination de la surface terrière de *D. guineense* n'est pas quantifiée. La présente étude donne la possibilité de discriminer différentes phytocénoses d'une espèce sur la base des variables stationnelles et dendrométriques. La prédominance d'individus petit (seedling) et jeune (sapling) de faible diamètre, est révélatrice d'une bonne régénération naturelle. Cependant, l'origine de cette régénération naturelle (par graines ou de rejets de souche) doit être analysée en relation avec l'intensité de l'exploitation de l'espèce. Aussi, l'analyse des données complémentaires sur le degré de pressions anthropiques de chaque zone d'occurrence de *Dialium guineense* peut permettre d'affiner la connaissance scientifique sur sa population.

### **Structure en diamètre et en hauteur**

La répartition par classe de diamètre présente une allure en J renversé pour les trois phytocénoses avec une domination des individus de faible diamètre (10 à 15 cm). Cette distribution en classe de diamètre par écosystème de *Dialium guineense* donnant une allure en J renversé non centré au niveau des trois écosystèmes étudiés est comparable avec d'autres études sur des espèces fruitières comme *Tamarindus indica* Fandohan (2008) et Djossa *et al.* 2008 sur le karité en milieu naturel au Bénin.

La relation hauteur / diamètre constitue aussi un bon indicateur des conditions écologiques de croissance des espèces (Vanclay 2009). Les équations obtenues permettent de prédire, avec un coefficient de corrélation ( $R^2$ ) élevé de l'ordre de 95 à 98 %, les hauteurs de *D. guineense* à partir des diamètres pour chacune des phytocénoses discriminées. La ressemblance des équations peut être attribuée aux conditions édaphiques, l'anthropisation du milieu et la présence permanente de l'eau dans les forêts communautaires et la topographie dangereuse à certains endroits du milieu d'étude.

### **Répartition du *Dialium guineense* (Willd)**

L'étude de la distribution des Produits Forestiers Non Ligneux (PFNL) cas de *Dialium guineense* est d'une importance pour la connaissance de leurs habitats au Bénin. Ainsi donc, les auteurs Avocevou-Ayisso (2011) et Natta *et al.* 2011 ont étudié la répartition de *P. butyracea* (un PFNL) au Bénin. La présente carte de distribution de *Dialium guineense* (Figure 14) est une cartographique de l'aire de l'espèce qui conduira à une modélisation de sa niche écologique potentielle.

## 6. CONCLUSION

La présente étude permet de comprendre quelques aspects de la caractérisation écologique de *Dialium guineense* dans les districts phytodistricts d'Est du Sud-Bénin. Les populations de cette espèce deviennent rares au Bénin, disparaissent en même temps que les forêts qui l'abritent en raison des facteurs anthropiques. Les phytodistricts de la Vallée de l'Ouémé, de Pobè et du Plateau des départements de l'Ouémé et du Plateau conservent petits, jeunes et adultes de *Dialium guineense*. Les différentes phytocénoses sont caractérisées par les caractères structuraux (dbh, hauteur, volume du houppier, densité, nombre de branches). La structure en diamètre et en hauteur varient selon les phytocénoses étudiées.

Vu l'aire de répartition ou l'habitat, des pressions et menaces pèsent sur les populations de cette espèce. Il urge de préserver les forêts et les galeries forestières qui sont les habitats actuels de *Dialium guineense*. Il faudra également concevoir un plan d'exploitation des galeries forestières. Des études sont nécessaires pour caractériser la morphologie, déterminer les facteurs de dispersion et les prédateurs influençant l'existence de l'espèce.

## REMERCIEMENTS

C'est un honneur pour nous de remercier les Professeurs Djègo G. Juilien et Yédomonhan H. Paul pour tous les soutiens qu'il nous ont apporté pour l'amélioration de la qualité scientifique de l'article.

## BIBLIOGRAPHIE

Adjakpa, B.J. & Akpo, L.E. (2008). Flore ligneuse du bas-delta de l'Ouémé dans le Sud-Bénin *Journal Science*. Vol. 8, N° 4, 1-14.

Adomou, C.A. (2005). Vegetation patterns and environmental gradients in Benin. Implications for biogeography and conservation. PhD Thesis. *Wageningen University, Wageningen*: 150p.

Adomou, A.C. Sinsin, B. Akoégninou, A.A. & van der Maesen, J. (2010). Plants species and ecosystems with high conservation priority in Benin. In: X. van der Burg, J. van der Maesen & J.-M. Onana (eds), Systematics and Conservation of African Plants, *Royal Botanic Gardens, Kew*. 429-444. pp

Akoégninou, A. Adjakidjè, V. Essou, J.P. Sinsin, B. Van der Burg, W.J. Vander Maesen, L.J.G. & Yédomonhan, H. (2006). Flore analytique du Bénin. *Cotonou et Wageningen* 1063 p.

Alves, R. & Rosa, I. (2007). Biodiversity, traditional medicine and public health: where do they meet? *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*. N° 3, 14.

Aoudji, A.K.N. Ganglo, C.J. Adjakidjè, V. de Foucault, B. & Azontondé, A.H. (2006). Phytocénose à *Barteria nigritana* (Hook.f.) et *Rauvolfia vomitoria* (Afzel) dans le sous-bois des plantations de bois de feu de la forêt classée de Pahou, Sud-Bénin. *Journal de*

*Botanique de la Société Botanique de France*. 34 : 81-88.

Arbonnier, M. (eds). (2002). Arbres arbustes et lianes des zones sèches d'Afrique de l'Ouest. *CIRAD*

Assogbadjo, A.E. (2006). Importance socio-économique et étude de la variabilité écologique, morphologique, génétique et biochimique du baobab (*Adansonia digitata* L.) au Bénin. Thèse de doctorat. *Faculteit Bio-Ingenieur-swetenschappen. Universiteit Gent*, 213p.

Avocevou Ayisso, C. Avohou, T.H. Oumorou M. Dossou, G. & Sinsin, B. (2011). Ethnobotany of *Pentadesma butyracea* Sabine in Benin: A quantitative approach. *Ethnobotany journal*. vol9 /i1547-3465-09-00X.pdf.

Avocevou-Ayisso, C.M.A. (2011). Etude de la viabilité des populations de *Pentadesma butyracea* Sabine et de leur socioéconomie au Bénin. Thèse de doctorat. *Université d'Abomey Calavi, Bénin*. 223 p.

Awokou, K.S. Ganglo, C.J. Azontondé, H.A. Adjakidjè, V. & De Foucault, B. (2009). Caractéristiques structurales et écologiques des phytocénoses forestières de la forêt classée d'Ichèdè (Département du Plateau, Sud-Est Bénin). *Sciences et Nature* 6(2): 125-138.

Ayichedehou, M. (2000). Phytosociologie, Ecologie et Biodiversité des phytocénoses culturelles et postculturales du sud et centre Bénin. Thèse de doctorat, *Université Libre de Bruxelles, Bruxelles, Belgique*

Belem, B. Nacoulma, B.M.I. Gbangou, R. Kambou, S. Hansen, H.H. Gausset, Q. Lund, S. Raebild, A. Lomp, D. Ouedrago, M. Theilade, I. & Boussim, I.J. (2007). Use of non wood forest products by local people bordering the "Parc National Kaboré Tambi", Burkina Faso. *The journal of Transdisciplinary Environmental Studies* 6 (1).

Bonou, W. Glèlè Kakai, R. Assogbadjo, A.E. Fonton, H.N. & Sinsin, B. (2009). Characterisation of *Azelia africana* Sm. habitat in the Lama Forest reserve of Benin. *Forest Ecology and Management* 258: 1084-1092.

Cavendish, W. (2000). Empirical regularities in the poverty-environment relationship of rural households: evidence from Zimbabwe, *World Development* 28: 1979-2003.

Djègo, G.J. (2006). Phytosociologie de la végétation de sous-bois et impact écologique des plantations forestières sur la diversité floristique au sud et au centre du Bénin. Thèse de doctorat. *Université d'Abomey-Calavi, Bénin*, 369p.

Djossa, B.A., Fahr, J. Wiegand, T. Ayihoué nou, B. E. Kalko, E. K. & Sinsin, B.A. (2008). Land use impact on *Vitellaria paradoxa* C.F. Gaerten. Stand structure and distribution patterns: a comparison of Biosphere Reserve of Pendjari in Atacora district in Benin *Agroforest Systeme* 72:205-220.

- Donfack, P. (1998). Vegetation des jachères du Nord-Cameroun. Typologie, diversité, dynamique, production. *Thèse d'état, Université de Yaoundé, Yaoundé, Cameroun.*
- Ewedjè, B. & Tandjiékpon, A. (2011). *Dialium guineense* Willd., Tamarinier noir. Conservation et utilisation durable des ressources génétiques des espèces ligneuses alimentaires prioritaires de l'Afrique subsaharienne. *Saforgen ISBN: 978-84-694-3165-8*. 8p.
- Fabricant, D. & Farnsworth, N. (2001). The value of plants used in traditional medicine for drug discovery. *Environmental Health Perspectives* 109: 69–75.
- Fandohan, B. Kakaï Glèlè, R. Sinsin, B. & Pelz, D. (2008). Caractérisation dendrométrique et spatiale de trois essences ligneuses médicinales dans la forêt classée de Wari-Marou au Bénin. *Rev. Ivoir. Science. Technologie*. 12; 173-186.
- Fandohan, B. Assogbadjo, A.E. Kakaï Glèlè, R. & Sinsin, B. (2011). Geographical distribution, tree density and fruit production of *Tamarindus indica* L. (Fabaceae) across three ecological regions in Bénin. *Fruits*, vol. 66 (2)
- Fennell, C. Lindsey, K. McGaw, L. Sparg, S. Stafford, G. Elgorashi, E. race, O. & Van Staden, J. (2004). Assessing African medicinal plants for efficacy and safety: pharmacological screening and toxicology. *Journal of Ethnopharmacology.*, 94 : 205–217.
- FAO (2004). Non-Wood Forest Products. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Available at: <http://www.fao.org/forestry/FOP/FOPW/NWFP/new/nwfp.htm>.
- FAO. (2011). Situation des forêts du monde 176.
- FAO. (2009). Situation des forêts du monde. 168p.
- Ganglo, J.C. & de Foucault, B. (2006). Plant communities, forest site identification and classification in Toffo reserve, South-Benin. *Bois et Forêts des Tropiques*. 288 (2) : 25-38.
- Ganglo C. J. (2005). Groupements de sous bois, identification et caractérisation des stations forestières : cas d'un bois au Bénin. In *Bois et Forêts des tropiques*, N°285 (3). 35-46.
- Ghimire, S., McKey, D. & Aumeeruddy Thomas Y. (2005). Conservation of Himalayan medicinal plants: harvesting patterns and ecology of two threatened species, *Nardostachys grandiflora* et *Neopicrorhiza scrophulariiflora*. *Biological Conservation* 124 : 463–47.
- Giday, M., Asfaw, Z. Elmqvist T. & Woldu Z. (2003). An ethnobotanical study of medicinal plants used by the Zay people in Ethiopia. *Journal of Ethnopharmacology.*: 85: 43–52
- Gillet, F. (2000). *Phytosociologie synusiale intégrée. Guide méthodologie*. 4<sup>ème</sup> édition revue et corrigée. Université de Neuchâtel – Institut de Botanique. 68 pp.
- Gillet, F., de Foucault B. & Julve, P. (1991). La phytosociologie synusiale intégrée : objets et concepts. *Candollea* 46 : 315-340.
- Gouwakinnou, G.N., Lykke A.M., Assogbadjo, A. E. & Sinsin, B. (2011). Local knowledge, pattern and diversity of use of *Sclerocarya birrea*. *J Ethnobiol Ethnomed* 7(8) 1746-4269.
- Gouwakinnou, G. N., Kindomihou, V. Assogbadjo, A. E. & Sinsin, B. (2009). Population structure and abundance of *Sclerocarya birrea* (A. Rich) Hochst subsp. *birrea* in two contrasting land-use systems in Bénin. *International Journal of Biodiversity and Conservation* Vol. 1(6) 194-201.
- Gnoumou, A., Thiombiano, A., Hahn-Hadjali, K., Abadouabou, B., Sarr, M. & Guinko, S. (2008). Le parc Urbain Bangr-Wéogo : une aire de conservation de la diversité floristique au cœur de la ville de Ouagadougou, Burkina Faso. *Flora et vegetatio Sudano-Sambesica, Vol (11), 35-48.*
- Grace O., Prendergast H., van Staden J. & Jager A. (2002). The status of bark in South African traditional health care. *South African Journal of Botany* 68 : 21–30.
- INSAE. 2004. Rapport de la population du Bénin 2002 2004. 93p sur Google recherche consulté le 13 Octobre 2012.
- Lokonon, B.E. (2008). Structure et ethnobotanique de *Dialium guineense* Willd., *Diospyros mespiliformis* Hochst. Ex A. Rich et *Mimusops andongensis* Hiern en populations dans le Noyau Central de la Forêt Classée de la Lama (Sud-Bénin), Thèse d'ingénieur Agronome, *Faculté des Sciences Agronomiques /Université d'Abomey Calavi*, 89p.
- Mahapatra, A.K., Albers, H. J. & Robinson, E.J.Z. (2005). The impact of NTFP sales on rural households cash income in India's dry deciduous forest, *Environ. Manage.* 35 (3) 258-265.
- Mamo, G. Sjaastad, E. & Vedeld, P. (2007). Economic dependence on forest resources: a case from Dendi District, Ethiopia. *Forest Policy and Economics*, 9: 916–927.
- McGeoch, L., Gordon I. & Schmitt J. (2008). Impacts of land use, anthropogenic disturbance, and overgrazing on an African medicinal liana. *Biological Conservation* 141 : 2218-2229.
- Nakazono, E.M. Bruna, E.M. & Mesquita, R.C.G. (2004). Experimental harvesting of the non-timber forest product *Ischnosiphon polyphyllus* in central Amazonia. *Forest Ecology and Management*, 190: 219–225.
- Natta, A.K., Adomou, A.C., Tchabi, V.I., Sogbegnon, A.R., Mensah, G.A & Sinsin, B. (2011). Inventaire, typologie et structure des populations naturelles de *Pentadesma butyracea* (Clusiaceae) de la chaîne de l'Atacora au Nord-Ouest du Bénin.

- Ndangalasi, H. J., Bitariho, R & Dovie, D.B.K. (2007). Harvesting of non-timber forest products and implications for conservation in two montane forests of East Africa. *Biological Conservation* 134: 242–250.
- Neuenschwander, P. & Toko, I. (2011). Bénin, its natural environment and socio-economic data, pp 11-13. In: Red List for Benin. *International Institute of Tropical Agriculture, Ibadan, Nigeria* 365p.
- 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*. 365p.
- Noumon, C.J., Ganglo C.J. Azontondé, A.H., de Foucault, B. S. & Adjakidjè V. (2006). Phytocénose à *Mallotus oppositifolius* (Geisl.) Müll. Arg et *Deinbollia pinnata* Schumach. & Thonn. Dans le sous-bois des teckeraies du Centre-Bénin. *Journal de Botanique de la Société Botanique de France*. 36 : 35-61.
- Ouinsavi, C. & Sokpon, N. (2010). Morphological Variation and Ecological Structure of Iroko (*Milicia excelsa* Welw. C.C. Berg) Populations across Different Biogeographical Zones in Benin. *International Journal of Forestry Research* Volume 2010, Article ID 658396, 10 pages doi:10.1155/2010/658396
- Oumorou, M. & Lejoly, J. (2003). Ecologie et végétation de l'inselberg Sobakpérou (nord-Bénin). *Acta Bot. Gallica* 150 (1), 65-84.
- Rodriguez-Buriticá, S. Orjuela, M.A. & Galeano, G. (2005). Demography and life history of *Geonoma orbignyana*: An understory palm used as foliage in Colombia. *Forest Ecology and Management*, 211: 329–340.
- Rondeux, J. (1999). La mesure des peuplements forestiers. *Presses agronomiques de Gembloux*, 522 p.
- Shanley, P. & Luz, L. (2003). The impacts of forest degradation on medicinal plant use and implications for health care in eastern Amazonia. *Bioscience* 53 : 573–584.
- Sokpon, N. (1995). Recherche écologique 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 pp.
- Taïta, P. (2003). Use of woody plants by locals in Mare aux Hippopotamus Biosphere Reserve in western Burkina Faso. *Biodiversity and Conservation*, 12: 1205-1217.
- Tchatat Mathurin & Ousseynou Ndoye. 2006. Étude des produits forestiers non ligneux d'Afrique centrale : réalités et perspectives *Bois et forêts des tropiques*, n° 288 (2).
- Ter Braak C.J.F. 1988. "CANOCO-an extension of DECORANA to analyze species-environment relationships," *Vegetatio*, vol. 75, no. 3, pp. 159-160,
- Ticktin, T. (2004). The ecological implications of harvesting non timber forest products. *Journal of Applied Ecology* 41: 11–21.
- Shackleton, C.M. Shackleton, S.E. Buiten, E. & Bird, N. (2007). The importance of dry woodlands and forests in rural livelihoods and poverty alleviation in South Africa. *Forest Policy and Economics*, 9: 558–577.
- Sina, S. 2006. Reproduction et diversité génétique chez *Parkia bilgobosa* (Jacq.) G. Don. PhD Thesis Wageningen University, Wageningen, the Netherlands. ISBN 90-8504-361-1.
- Vanclay, J.K. (2009). Trees diameter, height and stocking in even aged forest. *Ann. For. Sci.*, 66(702): 1-7.
- Wadt, L.H.O. Kainer, K.A. & Gomes-Silva, D.A.P. (2005). Population structure and nut yield of a *Bertholletia excelsa* stand in Southwestern Amazonia. *Forest Ecology and Management*, 211: 371–384.