

Caractéristiques Structurales Des Peuplements Ligneux À *Syzygium Guineense* (Willd.) DC. Subsp. *Macrocarpum* (Myrtaceae) En Vue De Leur Aménagement À Des Fins Apicoles Au Bénin

***Badou Badjrêhou Romaël
Yedomonhan Hounnankpon***

Laboratoire de Botanique et Ecologie Végétale, Département de Biologie
Végétale, Faculté des Sciences et Techniques, Université d'Abomey-Calavi
(UAC), Cotonou (Bénin)

doi: 10.19044/esj.2017.v13n24p186 [URL:http://dx.doi.org/10.19044/esj.2017.v13n24p186](http://dx.doi.org/10.19044/esj.2017.v13n24p186)

Abstract

The potential of honey production by honeybee in one area are determined by the flora. This study aims to evaluate the structural characteristics of *Syzygium guineense* subsp. *macrocarpum* so as to propose its promotion for beekeeping in Benin. Some structural variables were collected through 18 plots of one hectare (100 m x 100 m). It was installed at random in three classified forests in sudano-guinean zone. Each plot was divided into 16 plots of 625 m² (25m x 25m). For all species of tree and shrub, the stems of dbh $\geq$ 10 cm have the highest values of density (549 stems/ha) and landed surface (14.06 m²/ha) in dry dense forest. However, their middle height (17.53 m) and their middle diameter (22.96 cm) are more raised in wood land savanna. In regards to exclusive stems of *S. guineense* subsp. *macrocarpum*, their high values of density (6 stems/ha), landed surface (0.30 m²/ha), and middle diameter (17.84 cm) were recorded in the dry dense forest. The relative contribution of *S. guineense* subsp. *macrocarpum* to woody population density varied between 0.45 and 1.04% for wood or shrub of dbh $\geq$ 10 cm. It also varies between 0.16 and 0.28% for wood or shrub of dbh < 10 cm. The abundance index ranged from 0.09 to 0.77 and from 0.21 to 0.39 respectively for individual of dbh $\geq$ 10 cm dbh and < 10 cm. The weak values of seedling density require an assessment of its fructiferous production.

Keywords: *Syzygium guineense*, structure, availability, Benin

Résumé

Les potentialités de production de miel d'une zone de butinage des abeilles sont déterminées par son environnement floristique. L'objectif de cette étude est d'évaluer la structure de *S. guineense* subsp. *macrocarpum* en vue de son aménagement à des fins apicoles au Bénin. Des variables structurales ont été collectées à travers 18 placeaux d'un hectare (100 m x 100 m), installés au hasard dans 3 forêts classées en zone soudano-guinéenne. Chaque placeau a été subdivisé en 16 placettes de 625 m² (25 m x 25 m). En considérant l'ensemble des ligneux, les individus de dbh $\geq$ 10 cm ont les valeurs les plus élevées de la densité (549 tiges/ha) en forêt dense sèche alors que leur hauteur moyenne (17,53 m) et leur diamètre moyen (22,96 cm) sont plus élevés au niveau de la forêt claire. En tenant compte exclusivement des individus de *S. guineense* subsp. *macrocarpum*, leurs valeurs élevées de densité (6 tiges/ha) et de diamètre moyen (17,84 cm) sont enregistrées en forêt dense sèche. La contribution relative de la sous-espèce à la densité des peuplements ligneux est comprise entre 0,45 et 1,04% pour les ligneux de dbh $\geq$ 10 cm et entre 0,16 et 0,28% pour les ligneux de dbh < 10 cm. L'indice d'abondance de *S. guineense* subsp. *macrocarpum* varie de 0,09 à 0,77 puis de 0,21 à 0,39 respectivement pour les individus de dbh $\geq$ 10 cm et de dbh < 10 cm. Les faibles valeurs de densité des plantules nécessitent une évaluation de sa production fructifère.

Mots-clés : *Syzygium guineense*, structure, disponibilité, Bénin.

Introduction

L'apiculture est une activité génératrice de revenus et contribue aussi à l'amélioration des rendements agricoles par le biais de la pollinisation grâce aux abeilles (Vacher, 2007). Le miel doit sa valeur alimentaire et économique aux plantes. Il présente dans sa composition, son arôme, son goût, sa consistance et sa couleur, une gamme considérable de variations résultant, soit de l'identité de la plante sur laquelle le nectar a été récolté, soit des particularités régionales de la flore qui a offert asile aux butineuses (Louveau, 1990). Les stratégies de butinage des abeilles assurent une grande efficacité pour la colonie car la majorité des butineuses est dirigée vers les endroits les plus rentables et avec une rapidité permettant l'exploitation de ressources éphémères (Waddington *et al.*, 1994). L'attractivité d'un site mellifère dépend directement du gain énergétique qu'une butineuse peut en tirer par rapport aux dépenses d'énergie qu'elle devra faire lors de la manipulation des fleurs, de ses vols de fleurs en fleurs et de son retour, chargée, à la ruche (Moritz & Southwick, 1992 ; Waddington *et al.*, 1994). Les potentialités de production de miel d'une

région donnée ou d'une zone de butinage sont déterminées par son paysage (Janssens *et al.*, 2006).

Au Bénin, l'accumulation du miel dans les ruches coïncide avec la floraison de 9 espèces végétales en zone de transition soudano-guinéenne. Parmi ces dernières, *Syzygium guineense* (Willd.) DC. est l'espèce dont la production de nectar est largement élevée (7,70-7,75 µl/fleur/heure au cours des heures de forte sécrétion nectarifère) (Yédomonhan, 2009). Des peuplements de *S. guineense* offriraient alors un rendement en miel élevé des ruches. Malheureusement, les travaux d'inventaires forestiers réalisés au Bénin indiquent que la densité de *S. guineense* au sein des peuplements ligneux est en moyenne de 0,31 tige/ha avec une régénération de 5 tiges/ha (MEPN, 2008). Cette densité moyenne au plan national de l'espèce est même nettement inférieure à celle de *Azelia africana* (1,27 tige/ha) qui est pourtant considérée comme une espèce en danger au Bénin (Adomou, 2005) et vulnérable sur la liste rouge de l'UICN (2000). Il est donc nécessaire de connaître les caractérisations structurales de *S. guineense* dans ses habitats étant donné que les résultats d'inventaire national de MEPN (2008) ont été globalisants. En effet, il ne serait pas judicieux d'entreprendre des aménagements apicoles des communautés végétales abritant cette espèce à haute valeur mellifère en se basant exclusivement sur les résultats rapportés par l'inventaire forestier national dont l'échantillonnage paraît très grossier. De plus, selon Adjonou *et al.* (2016), les caractéristiques structurales des forêts représentent les indicateurs écologiques de leur aménagement.

Cette étude a donc pour but d'évaluer les caractéristiques structurales des peuplements ligneux à *S. guineense* subsp. *macrocarpum* à travers les différentes formations végétales afin d'entreprendre des stratégies d'aménagement de ces formations végétales à des fins apicoles.

Méthodes

Site d'étude

Le milieu d'étude correspond à la zone de transition guinéo-soudanienne qui est subdivisé en trois secteurs phytogéographiques dont le secteur central sud à climax de type forêt dense sèche, le secteur central nord à climax de type miombo et le secteur central nord ouest qui comporte des îlots de forêt dense humide semi-décidue sèche (Akoègninou *et al.*, 2006) (Figure 1). Le climat est de type tropical humide de transition avec une pluviosité annuelle de 1200 à 1300 mm d'eau. Les sols sont du type ferrugineux et ferralitique. La végétation est une mosaïque de forêt claire, de forêt dense sèche, de forêt dense humide semi-décidue, de savanes arborée et arbustive et de galerie forestière. L'agriculture est la principale activité réalisée dans le milieu d'étude.

Collecte de Données

Afin de connaître la structure naturelle de *S. guineense* subsp. *macrocarpum*, trois (03) forêts classées ont été retenues dans la zone. Ces dernières ont été choisies de façon à avoir une forêt classée à l'ouest, une autre à l'est et une dernière au nord de la zone d'étude ; le sud étant dépourvu de forêt classée. Il s'agit des forêts classées de Bassila à l'ouest, de Tchaourou à l'est et de N'Dali au nord de la zone d'étude (Figure 1). Au total, dix-huit (18) placeaux d'un hectare (100 m x 100 m) ont été installés au hasard, dont cinq (05) dans la forêt classée de Bassila, sept (07) à Tchaourou et six (06) à N'Dali. Chaque placeau a été subdivisé en seize (16) placettes de 625 m² (25 m x 25 m) pour les relevés floristiques et forestiers.

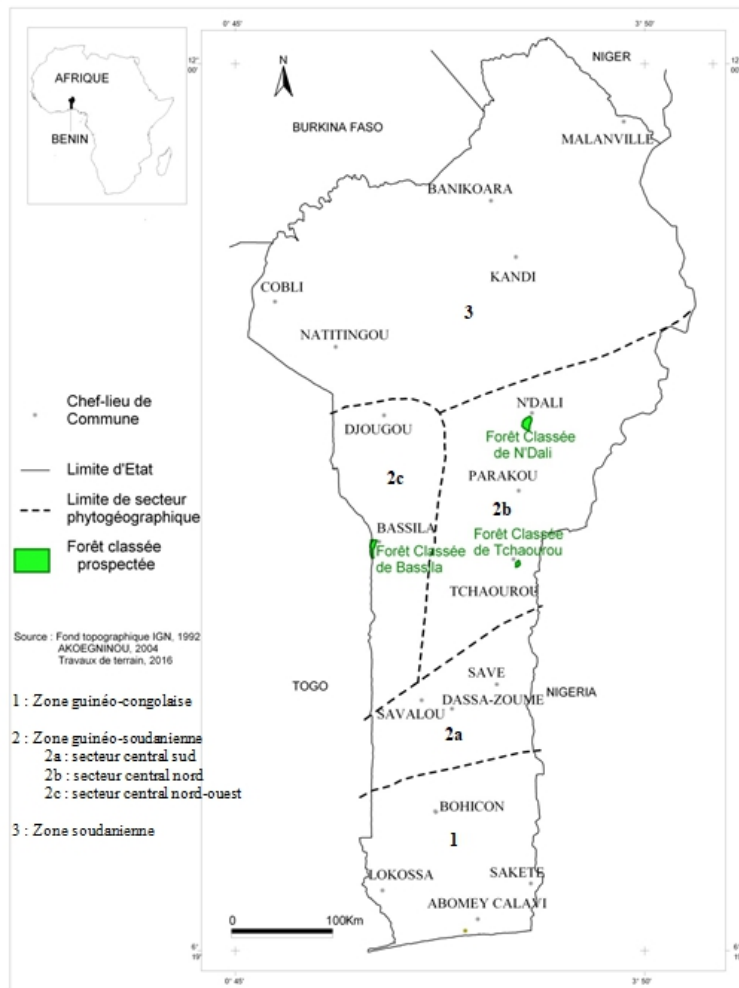


Figure 1. Localisation géographique des 3 forêts classées explorées en zone soudano-guinéenne au Bénin

Les relevés floristiques ont consisté à noter la formation végétale et enregistrer toutes les espèces ligneuses. En ce qui concerne les relevés forestiers, la hauteur et le diamètre à hauteur de poitrine d'homme (dbh) ont été mesurés, respectivement avec le clinomètre Suunto et le ruban π , pour tous les arbres et arbustes. A cet effet, deux catégories d'individus ont été considérées, à savoir : la catégorie des individus ayant un dbh < 10 cm et celle des individus à dbh ≥ 10 cm. Par ailleurs, les plantules de *S. guineense* subsp. *macrocarpum* ont été aussi comptées par placette.

Traitement de Données

La liste exhaustive des espèces ligneuses a été établie suivant la nomenclature botanique d'Akoègninou *et al.* (2006) et de Maroyi (2008). Les paramètres structuraux des peuplements ligneux (densité, surface terrière, diamètre moyen et hauteur moyenne) ont été évalués par forêt classée et par catégorie de ligneux (ligneux de dbh < 10 cm et ligneux de dbh ≥ 10 cm). Ils ont été déterminés en considérant l'ensemble des ligneux d'une part et *Syzygium guineense* subsp. *macrocarpum* seule d'autre part.

La densité (N) des peuplements est le nombre de tiges par hectare. La surface terrière d'un peuplement est la somme des surfaces terrières de tous les arbres et arbustes qui constituent le peuplement. Elle est obtenue par la formule: $G = (10000\pi/4s)\sum(dbh_i^2)$, avec G = surface terrière exprimée en m^2/ha ; dbh_i = diamètre à hauteur de poitrine d'homme des arbres et arbustes en m, et s = surface de relevé ($625 m^2$).

La contribution de *S. guineense* subsp. *macrocarpum* à la structure de ses habitats a été évaluée à l'aide de 3 variables (la densité relative, la dominance relative et la présence relative), exprimées toutes en pourcentage. Par exemple, la densité relative de *S. guineense* subsp. *macrocarpum* est le rapport de sa densité et de celle de toutes les espèces ligneuses du milieu.

La disponibilité de *S. guineense* subsp. *macrocarpum* a été aussi évaluée par le biais de l'indice de rareté (IR) de Koné *et al.* (2013) et l'indice d'abondance. L'indice de rareté (IR) est donné par la formule : $IR = [1 - (n/N)] * 100$, avec n le nombre de placettes de 25 m x 25 m abritant l'espèce et N le nombre total de placettes pour le site. D'après Ferrari *et al.* (2000), l'espèce est dite commune si $RI < 0,20$ et rare si $RI > 0,20$.

L'indice d'abondance (I_a) a permis de comparer la densité de *S. guineense* subsp. *macrocarpum* à la densité moyenne/espèce ligneuse de chaque site afin de comparer son abondance par rapport aux autres espèces. Il a été déterminé suivant la formule : $I_a : [D_s / (D/R)]$, où D_s est la densité de *S. guineense* subsp. *macrocarpum*, D est la densité moyenne obtenue par site pour l'ensemble des espèces ligneuses et R est le nombre d'espèces ligneuses recensées. L'espèce est dite faiblement abondante si $I_a < 1$, moyennement abondante si $I_a = 1$ et abondante si $I_a > 1$.

La relation entre le diamètre et la hauteur des individus de *S. guineense* subsp. *macrocarpum* a été déterminée. Les tests d'égalité de moyennes et de proportions ont été réalisés avec le logiciel Minitab pour comparer 2 à 2 les valeurs moyennes et les proportions des paramètres structuraux des 3 sites afin de voir si ces sites ont les mêmes aptitudes à l'apiculture.

Résultats

Caractéristiques floristiques des peuplements ligneux à *S. guineense* subsp. *macrocarpum*

Sur le plan physionomique, les zones d'inventaires sont constituées de forêt dense sèche à Bassila et de forêt claire au niveau des deux autres sites (Tchaourou et N'Dali). Au sein de ces peuplements ligneux, les espèces à forte fréquence de présence sont *Isobertinia doka* (93-100%) et *Annona senegalensis* (87-100%) dans les forêts classées de Tchaourou et de N'Dali puis *Terminalia avicennioides* (100%) et *Vitellaria paradoxa* (94%) dans la forêt classée de Bassila.

Au total, 68 espèces d'arbres et d'arbustes ont été recensées dont 43 dans la forêt classée de Bassila (FCB), 51 dans la forêt classée de Tchaourou (FCT) et 54 dans la forêt classée de N'Dali (FCN) (Tableau 1). Les ligneux de dbh < 10 cm sont partout plus diversifiés que ceux de dbh ≥ 10 cm.

L'indice de similarité de Jaccard indique une ressemblance floristique à degrés divers entre les trois sites. Il est de 0,50 entre la FCB et la FCT, de 0,58 entre la FCB et la FCN puis de 0,75 entre la FCT et la FCN. Ceci traduit une ressemblance floristique plus élevée entre les deux sites abritant le même type de formation végétale qui est la forêt claire.

Tableau 1. Richesse spécifique des sites

Catégories de ligneux	FCB	FCT	FCN	Zone d'étude
Arbres et arbustes de dbh ≥ 10 cm	29	35	28	49
Arbres et arbustes de dbh < 10 cm	37	49	54	65
Total	43	51	54	68

FCB : forêt classée de Bassila, FCT : forêt classée de Tchaourou, FCN : forêt classée de N'Dali

Caractéristiques structurales des peuplements ligneux à *S. guineense* subsp. *macrocarpum*

Les caractéristiques structurales des trois peuplements ligneux sont consignées dans le Tableau 2. En considérant les ligneux de dbh ≥ 10 cm, la forêt classée de Bassila enregistre la plus forte densité (549 tiges/ha), mais avec des individus de hauteur plus faible (11,49 m en moyenne). Par contre, la forêt classée de Tchaourou renferme les individus les plus gros (22,96 cm

de diamètre en moyenne) et les plus géants (17,53 cm de hauteur en moyenne).

En tenant compte des arbres et arbustes de dbh < 10 cm, c'est plutôt la forêt classée de N'Dali qui compte le plus grand nombre d'individus (1567 tiges/ha), avec la hauteur moyennela plus élevée (5,07 m). Mais, le diamètre moyen le plus élevé est plutôt observé dans la forêt classée de Bassila (6,12 cm).

Les trois forêts classées, considérées deux à deux, enregistrent des valeurs moyennes parfois statistiquement différentes ($p < 0,05$) et parfois similaires ($p > 0,05$) pour les variables structurales. Par exemple, les forêts classées de Tchaourou et de N'Dali ont des valeurs similaires de densité et de hauteur pour les arbres de dbh ≥ 10 cm, mais différentes de celles obtenues dans la forêt classée de Bassila. De plus, la densité moyenne des ligneux de dbh < 10 cm de la forêt classée de N'Dali est statistiquement différente et plus élevée que celle obtenue dans les deux autres sites qui ont des valeurs presque identiques.

Dans la forêt classée de Bassila, *Vitellaria paradoxa* est l'espèce la plus abondante avec sa contribution de 22,49% et 19,05% respectivement pour les ligneux de dbh ≥ 10 cm et ceux de dbh < 10 cm. Elle est suivie de *Terminalia avicennioides* qui représente 17,49% de l'ensemble des arbres et arbustes de dbh ≥ 10 cm et 15,60% de ceux de dbh < 10 cm. Au niveau, de la forêt classée de Tchaourou, les espèces les plus importantes, de par leur densité relative, sont *Isobertia doka* (29,57%) pour les ligneux de dbh ≥ 10 cm, *Annona senegalensis* (12,09%) et *Uapaca togoense* (10,58%) pour les ligneux de dbh < 10 cm. Enfin, *Isobertia doka* a aussi la plus forte contribution (41,18%) à la densité des ligneux de dbh ≥ 10 cm dans la forêt classée de N'Dali où *Pericopsis laxiflora* (10,83%) et *Annona senegalensis* (10,57%) prédominent les autres ligneux.

Tableau 2. Variation des paramètres structuraux au sein des sites pour l'ensemble des ligneux

Catégories de ligneux	Paramètres structuraux	FCB	FCT	FCN	Zone d'étude
Arbres et arbustes de dbh ≥ 10 cm	Densité (tiges/ha)	549 $\pm$ 110 ^a	274 $\pm$ 100 ^b	204 $\pm$ 84 ^b	366 $\pm$ 183
	Surface terrière (m ² /ha)	14,06 $\pm$ 6,18 ^a	10,99 $\pm$ 4,62 ^a	5,74 $\pm$ 3,29 ^b	10,82 $\pm$ 5,97
	Hauteur moyenne (m)	11,49 $\pm$ 1,55 ^a	17,53 $\pm$ 3,54 ^b	16,71 $\pm$ 2,02 ^b	14,90 $\pm$ 0,70
		18,85 $\pm$ 2,45 ^a	22,96 $\pm$ 5,33 ^b	18,88 $\pm$ 3,00 ^a	20,23 $\pm$ 4,17
	Diamètre moyen (cm)				
Arbres et arbustes de dbh < 10 cm	Densité (tiges/ha)	900 $\pm$ 327 ^a	848 $\pm$ 283 ^a	1567 $\pm$ 357 ^b	1060 $\pm$ 441
	Surface terrière (m ² /ha)	2,29 $\pm$ 1,17 ^a	1,84 $\pm$ 0,82 ^a	2,61 $\pm$ 0,81 ^a	2,23 $\pm$ 1
	Hauteur moyenne (m)	4,40 $\pm$ 0,38 ^a	3,87 $\pm$ 0,66 ^b	5,07 $\pm$ 0,57 ^c	4,40 $\pm$ 0,70

Diamètre moyen (cm)	6,12 ± 0,45 ^a	5,17 ± 0,81 ^b	4,58 ± 0,54 ^c	5,39 ± 0,88
FCB : forêt classée de Bassila, FCT : forêt classée de Tchaourou, FCN : forêt classée de N'Dali. Pour une même variable, les moyennes suivies de lettres différentes en exposant sont significativement différentes ($p < 0,05$) d'un site à l'autre et celles portant les mêmes lettres sont similaires ($p > 0,05$).				

Caractéristiques dendrométriques et disponibilité de *Syzygium guineense* subsp. *macrocarpum* au sein de ses habitats

Pour les individus de *S. guineense* subsp. *macrocarpum* d'au moins 10 cm de diamètre, la zone d'étude a une densité moyenne de 3 tiges/ha, une surface terrière moyenne de 0,09 m²/ha, une hauteur moyenne de 8,78 m et un diamètre moyen de 16,37 m (Tableau 3). Les valeurs de ces paramètres varient d'un site à l'autre. La forêt classée de Bassila enregistre les plus fortes valeurs des paramètres structuraux (densité de 6 tiges/ha, surface terrière de 0,30 m²/ha et diamètre moyen de 17,84 m) à l'exception de la hauteur qui est plus élevée dans la forêt classée de N'Dali (12,25 m en moyenne).

Quant aux pieds de *S. guineense* subsp. *macrocarpum* de dbh < 10 cm, la densité moyenne est de 2 tiges/ha, la surface terrière moyenne de 0,02 m²/ha, la hauteur moyenne de 4,66 m et le diamètre moyen de 5,92 cm pour la zone d'étude. La forêt classée de N'Dali enregistre la plus forte densité (3 tiges/ha) et la hauteur moyenne la plus élevée (6,43 m). Par contre, le plus fort diamètre moyen (6,73 cm) a été obtenu dans la forêt classée de Bassila.

En ce qui concerne les plantules de *S. guineense* subsp. *macrocarpum*, la densité varie de 1 plant/ha à 5 plants/ha, avec une moyenne de 3 plants/ha pour la zone d'étude.

Les variables structurales de la forêt classée de Bassila ont des moyennes statistiquement différentes ($p < 0,05$) de celles des deux autres forêts dont les moyennes sont identiques à l'exception de 3 variables (densité, surface terrière et hauteur moyenne) pour les individus à dbh < 10 cm. Ces 3 variables sont statistiquement égales ($p > 0,05$) pour toutes les trois forêts. La hauteur moyenne des arbres et arbustes de dbh $\geq$ 10 cm présente une différence significative d'une forêt à l'autre.

Les valeurs relatives de densité de *S. guineense* subsp. *macrocarpum*, de sa surface terrière et de sa présence sont consignées dans le Tableau 3. La forêt classée de Bassila connaît les contributions les plus élevées pour les différentes variables considérées pour deux catégories d'individus (individus $\geq$ 10 cm et plantules) alors que la forêt classée de Tchaourou suivie de N'Dali présente les contributions les plus élevées pour les mêmes variables considérées pour une seule catégorie d'individus (individus de dbh < 10 cm).

Tableau 3. Paramètres structuraux de *S. guineense* subsp. *macrocarpum* au sein des 3 sites

Catégories de ligneux	Paramètres structuraux	FCB	FCT	FCN	Zone d'étude
Valeurs moyenne absolues des paramètres					
Arbres et arbustes de dbh $\geq$ 10 cm	Densité (tiges/ha)	5,68 $\pm$ 31,54 ^a	1,24 $\pm$ 6,89 ^b	0,96 $\pm$ 3,96 ^b	2,63 $\pm$ 18
	Surface terrière (m ² /ha)	0,30 $\pm$ 0,68 ^a	0,01 $\pm$ 0,09 ^b	0,01 $\pm$ 0,07 ^b	0,09 $\pm$ 0,39
	Hauteur moyenne (m)	8,67 $\pm$ 1,49 ^a	5,98 $\pm$ 2,21 ^b	12,25 $\pm$ 3,41 ^c	8,78 $\pm$ 2,38
	Diamètre moyen (cm)	17,84 $\pm$ 4,38 ^a	11,42 $\pm$ 1,84 ^b	12,52 $\pm$ 3,14 ^b	16,37 $\pm$ 4,70
Arbres et arbustes de dbh < 10 cm	Densité (tiges/ha)	1,44 $\pm$ 24,65 ^a	2,36 $\pm$ 19,87 ^a	3,48 $\pm$ 21,18 ^a	2,43 $\pm$ 21,70
	Surface terrière (m ² /ha)	0,03 $\pm$ 0,10 ^a	0,02 $\pm$ 0,05 ^a	0,01 $\pm$ 0,05 ^a	0,02 $\pm$ 0,07
	Hauteur moyenne (m)	4,50 $\pm$ 1,59 ^a	3,84 $\pm$ 1,25 ^a	6,43 $\pm$ 3,39 ^a	4,66 $\pm$ 2,41
	Diamètre moyen (cm)	6,73 $\pm$ 1,74 ^a	5,40 $\pm$ 1,27 ^b	5,32 $\pm$ 1,92 ^b	5,92 $\pm$ 1,72
Plantules	Densité (tiges/ha)	5,33 $\pm$ 7,81 ^a	2,71 $\pm$ 2,87 ^b	1,33 $\pm$ 1,21 ^b	2,72 $\pm$ 4,48
Valeurs relatives des paramètres					
Individus de dbh $\geq$ 10 cm	Densité relative (%)	1,04 ^a	0,45 ^b	0,47 ^b	0,72
	Dominance relative (%)	2,13	0,11	0,17	0,84
	Présence relative (%)	22,50 ^a	2,68 ^b	3,13 ^b	8,33
Individus de dbh < 10 cm	Densité relative (%)	0,16 ^a	0,28 ^a	0,22 ^a	0,23
	Dominance relative (%)	0,56	1,52	0,85	0,94
	Présence relative (%)	9,38 ^a	18,75 ^b	13,39 ^c	13,54

FCB : forêt classée de Bassila, FCT : forêt classée de Tchaourou, FCN : forêt classée de N'Dali. Les valeurs ayant des lettres différentes en exposant sont différentes ($p < 0,05$) d'un site à l'autre et celles ayant les mêmes lettres sont similaires ($p > 0,05$).

L'indice de rareté de *S. guineense* subsp. *macrocarpum* est de 0,83 pour le milieu d'étude (Tableau 4). Il est partout supérieur à 0,20 et dénote de la rareté de l'espèce dans chacun des trois sites et par conséquent dans le milieu d'étude. Aussi, les indices d'abondance sont-ils partout nettement inférieur à 1 ; ceci témoigne de la faible abondance de *S. guineense* subsp. *macrocarpum* par rapport aux autres espèces ligneuses. Seuls les individus de ladite espèce ayant un dbh $\geq$ 10 dans la classée de Bassila ont une abondance relativement proche de celle de la densité moyenne par espèce en considérant tous les ligneux.

Tableau 4. Paramètres de représentativité structurale de *S. guineense* subsp. *macrocarpum*

Indices		FCB	FCT	FCN	Zone d'étude
Indice de rareté		0,80	0,86	0,83	0,83
Indice d'abondance	Individus de dbh $\geq$ 10 cm	0,77	0,13	0,09	0,63
	Individus de dbh < 10 cm	0,39	0,40	0,21	0,45

FCB : forêt classée de Bassila, FCT : forêt classée de Tchaourou, FCN : forêt classée de N'Dali

Fréquence de distribution de la densité des ligneux par classe de diamètres

La distribution par classe de diamètres des individus au niveau des trois sites pour l'ensemble des ligneux d'une part et pour *S. guineense* subsp. *macrocarpum* exclusivement d'autre part est présentée par les Figures 2 et 3.

La distribution par classe de diamètres de l'ensemble des arbres et arbustes est une distribution normale tronquée avec une allure polynomiale à Bassila et exponentielle avec une allure de "J-renversé" au niveau des deux autres forêts classées (Tchaourou et N'Dali) (Figure 2). Les classes de diamètres les plus représentées en individus sont celles de 5 à 10 cm à Bassila (36,32%) et de 0 à 5 cm à Tchaourou (32,98%) et à N'Dali (64,31%).

Par contre, en considérant seulement *S. guineense* subsp. *macrocarpum*, la distribution par classe de diamètres des individus est partout normale tronquée et s'ajuste des fonctions polynomiales (Figure 3). Les plus fortes densités relatives sont obtenues au niveau des classes de 5 à 10 cm à Bassila (31,86%) et à N'Dali (50%). Mais, à Tchaourou, les classes de 0 à 5 cm et de 5 à 10 cm sont les plus représentées avec 43,10% chacune. Par ailleurs, la forêt classée de Bassila renferme une proportion non négligeable (12,39%) d'individus à diamètres supérieurs à 20 cm qui sont absents au niveau des deux autres sites. Aussi, totalise-t-elle, en considérant les classes de diamètres supérieurs à 10 cm, 59,29% des tiges contre seulement 13,21% pour la forêt classée de Tchaourou et 10% pour la forêt classée de N'Dali.

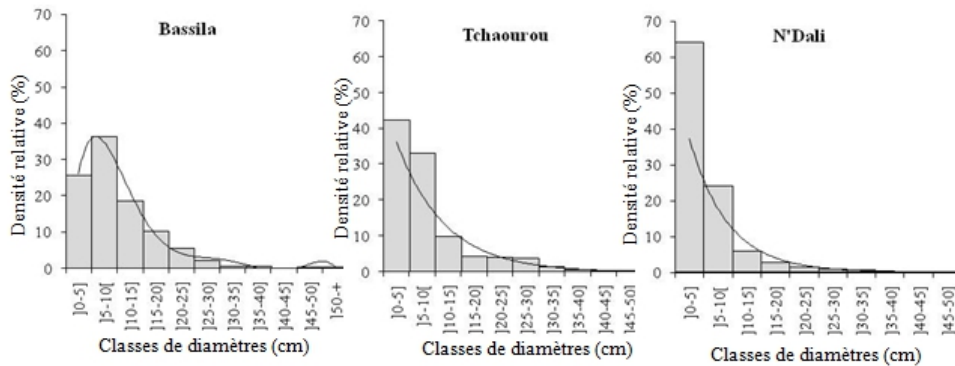


Figure 2. Fréquence de distribution par classe de diamètres des individus d'arbres et arbustes de toutes les espèces

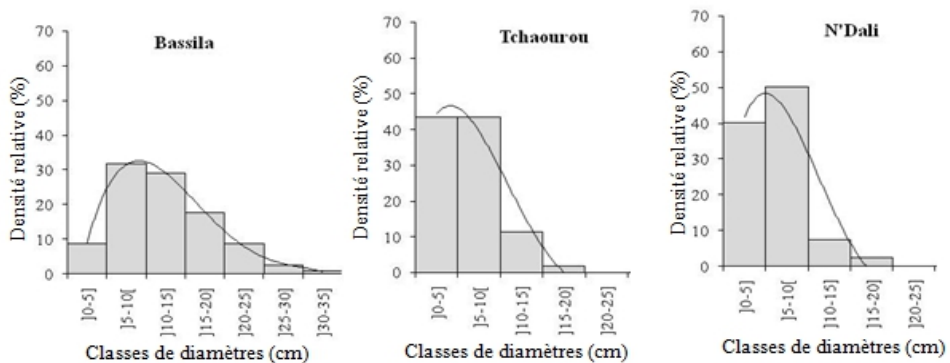


Figure 3. Fréquence de distribution par classe de diamètres des individus de *Syzygium guineense* subsp. *macrocarpum* seule

Relation entre le diamètre et la hauteur des arbres et arbustes de *S. guineense* subsp. *macrocarpum*

La forme des arbres et arbustes a été évaluée par le biais de la relation entre la hauteur et le diamètre des individus de la sous-espèce. La Figure 4 indique que la hauteur de *Syzygium guineense* subsp. *macrocarpum* peut être estimée, avec 72% de succès, à partir du diamètre des arbres et arbustes. Le meilleur ajustement entre la hauteur (H) et le diamètre (D) est une fonction puissance d'équation : $H = 0,963D^{0,77}$.

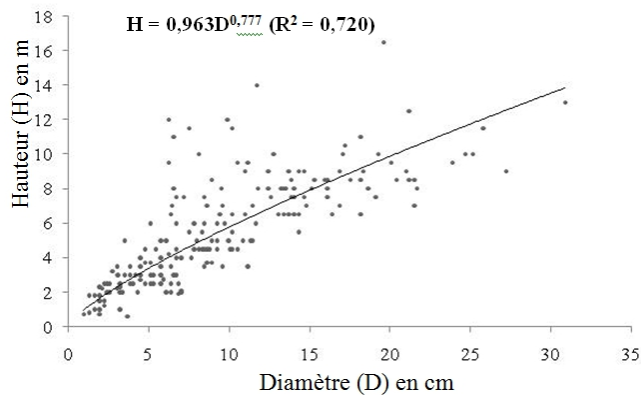


Figure 4. Ajustement de la relation entre la hauteur et le diamètre des individus de *S. guineense* subsp. *macrocarpum*

Discussion

Variabilité structurale des communautés végétales abritant *S. guineense* subsp. *macrocarpum*

L'analyse structurale des peuplements ligneux à *S. guineense* subsp. *macrocarpum* a été faite à l'aide d'inventaires floristiques et forestiers dans trois sites en zone phytogéographique soudano-guinéenne du Bénin. Parmi ces sites, deux sont similaires sur le plan physiologique (forêts classées de Tchaourou et de N'Dali) alors que le troisième diffère des deux premiers. Ces résultats s'expliquent par le fait que les forêts classées de Tchaourou (FCT) et de N'Dali (FCN) appartiennent au même secteur phytogéographique (le secteur central nord) alors que la forêt classée de Bassila (FCB) est du secteur central nord-ouest (Akoègninou *et al.*, 2006). De plus, les zones d'inventaires sont occupées par la même formation végétale (forêt claire à *Isobertia doka*) dans les forêts classées de Tchaourou et de N'Dali. Par contre, à Bassila, il s'agit d'une autre formation végétale (forêt dense sèche à *Vitellaria paradoxa*).

Les caractéristiques structurales ont aussi mis en exergue la forte ressemblance des sites de Tchaourou et de N'Dali qui sont les moins structurées en termes de densité et de surface terrière comparativement au site de Bassila. Les valeurs moyennes de densité des peuplements ligneux de dbh ≥ 10 cm obtenues dans les forêts claires à *Isobertia doka* (274 tiges/ha à Tchaourou et 204 tiges/ha à N'Dali) sont nettement inférieures à celles de 349-376 tiges/ha trouvées par Sokpon *et al.* (2006) pour les forêts claires à *Isobertia doka* du nord-Bénin. Ces écarts peuvent s'expliquer par le fait que la structure des communautés végétales peut varier d'un site à l'autre et d'une région à l'autre à cause de divers facteurs dont les conditions écologiques, l'état de la végétation, l'intensité de la pression humaine et anthropiques (Glèlè *et al.*, 2008; Biresaw & Pavliš, 2010; Feldpausch *et al.*, 2011; Imani Magisho *et al.*, 2016). Les valeurs de régénérations (ligneux de

dbh < 10 cm) (848 à 1547 tiges/ha) sont similaires à celles de 304 à 1466 tiges/ha signalées par Sokpon *et al.* (2006). Elles ne sont donc pas spécifiques aux peuplements ligneux étudiés mais constituent une caractéristique générale pour les forêts claires et forêts denses en zone de savane au Bénin. La distribution par classe de diamètre des arbres et arbustes présente une allure en "J-renversé" et traduit la forte abondance des individus à forte diamètre contre une faible abondance des individus à gros diamètre. Ce type de distribution n'est pas une particularité des sites étudiés mais il est propre aux forêts tropicales en dynamique progressive (Hitimana *et al.*, 2004; Imani Mugisho *et al.*, 2016). Il dénote de l'existence probable d'une pression anthropique centrée sur les individus de gros diamètres. Pour les peuplements de *Isobertia* spp., Glèlè & Sinsin (2009) ont obtenu une distribution similaire en savane arborée.

Caractéristiques structurales de *S. guineense* subsp. *macrocarpum*

Les caractéristiques structurales (densité, surface terrière, hauteur, diamètre) des peuplements de *Syzygium guineense* subsp. *macrocarpum* ont montré des valeurs moyennes similaires entre les forêts classées de Tchaourou et de N'Dali où c'est le même type de formation végétale (forêt claire à *Isobertia doka*) prospecté. Par contre, les valeurs moyennes obtenues pour ces mêmes paramètres structuraux au niveau de la forêt dense sèche (site de Bassila) sont pour la plupart différentes et plus élevées que celles trouvées dans les deux autres sites. Cette meilleure structuration du peuplement de *S. guineense* subsp. *macrocarpum* à Bassila est confortée par la structure diamétrique de la sous-espèce qui suit une distribution normale avec une abondance relativement importante des individus à gros diamètres comparativement aux deux autres sites. La forte représentativité des individus de faibles diamètres à Tchaourou et à N'Dali est bien observée pour l'ensemble des ligneux et pour *S. guineense* subsp. *macrocarpum* seule. Au niveau de ces sites, la régénération est alors disponible et abondante mais les individus ne parviennent pas à atteindre leur phase maximale de développement. Cela dénote de l'existence probable aussi d'une pression anthropique centrée sur les individus de gros diamètres à l'image des autres espèces ligneuses.

L'indice d'abondance de *S. guineense* subsp. *macrocarpum* indique que cette dernière fait partie des espèces très peu représentées dans les habitats explorés surtout au niveau des forêts claires où il est nettement inférieur à 1 (0,09 à 0,13). La densité obtenue qui n'est que de 6 tiges/ha en forêt dense sèche et de 0 à 1 tige/ha en forêt claire pour les ligneux de dbh $\geq$ 10 cm est légèrement au-dessus de celle de 0,30 tige/ha trouvée au plan national lors du récent inventaire forestier national du Bénin (MEPN, 2008). La différence serait liée à la taille de l'échantillon et au fait que les travaux

d'inventaire forestier national ont porté sur les habitats de prédilection ou non de l'espèce. L'indice de rareté obtenu (0,80-0,86) témoigne de ce que *S. guineense* subsp. *macrocarpum* peut être classée parmi les espèces rares pour la zone d'étude. Il est proche de celui de 0,84 obtenu pour *Azela africana* et de 0,86 pour *Milicia excelsa* qui sont toutes classées dans la catégorie des espèces en danger au Bénin par Adomou (2005). De plus, le cumul des densités des trois catégories d'individus (individus de dbh ≥ 10 cm, individus de dbh < 10 cm et les plantules) est de 8 tiges/ha pour la zone d'étude et varie de 5 à 12 tiges/ha selon le site. Cette densité cumulée de *S. guineense* subsp. *macrocarpum* reste partout nettement inférieure à celle attendue étant donné que la production florale de l'espèce a été évaluée à 45 fleurs/inflorescence et 57746 fleurs/arbre par Yédomonhan (2009). Ceci met en exergue la nécessité d'évaluer la production fructifère de l'espèce afin de vérifier si sa très faible densité n'est pas liée à la faible disponibilité de semences.

Potentialités mellifères des habitats explorés et leurs implications pour la production apicole

Sur le plan floristique, la flore ligneuse des 3 forêts classées étudiées, riche de 68 espèces, renferme 44 espèces (soit 64,71%) mellifères dont 43,18% sont à la fois nectarifères et pollinifères, 40,91% sont exclusivement nectarifères et 15,91% sont exclusivement pollinifères d'après les travaux de Yédomonhan *et al.* (2009) en zone soudano-guinéenne au Bénin. Aucune des 24 espèces restantes n'a été reconnue mellifère par les divers travaux en apiculture (Nombré, 2003 ; Dongock Nguemo *et al.*, 2004; Yédomonhan, 2009; Iritié *et al.*, 2014). Les 3 communautés végétales étudiées ne détiennent donc pas des atouts floristiques par rapport à ceux rapportés par Yédomonhan *et al.* (2009). Au contraire, elles ne renferment que 3 (*S. guineense*, *Burkea africana* et *Terminalia avicennoides*) des 9 espèces identifiées comme plantes à haute valeur mellifère par les mêmes auteurs. Les 3 forêts classées étudiées n'ont donc pas les potentialités floristiques nécessaires pour induire une production intensive de miel. Ceci confirme alors les observations de Iritié *et al.* (2014) qui ont affirmé que la production du miel dépend du potentiel mellifère individuel des espèces végétales localisées dans les ruchers.

Les caractéristiques structurales de *S. guineense* subsp. *macrocarpum* obtenues traduisent d'une part l'inégalité des potentialités apicoles au sein des 3 forêts classées étudiées et d'autre part la faible aptitude apicole de ces sites. En comparant les 3 sites, la forte représentativité des individus à gros diamètres dans la forêt classée de Bassila prédispose mieux ce site à l'activité apicole contrairement aux autres sites où les individus matures sont peu représentés. Cependant en faisant référence à la disponibilité de l'espèce

par rapport aux autres espèces ligneuses des communautés végétales prospectées, la faible disponibilité de *S. guineense* subsp. *macrocarpum* constitue des limites de ces communautés végétales pour une production apicole accrue et rentable. Ceci serait à l'origine des faibles rendements en miel obtenus (10,55 à 11,2 litres de miel/ruche) au Bénin dans des habitats où *S. guineense* subsp. *macrocarpum* est présente (Yédomonhan *et al.*, 2009; Ahouandjinou *et al.*, 2016). La rentabilité apicole des sites étudiés pourraient donc passer par leur enrichissement en *S. guineense* subsp. *macrocarpum* reconnue comme espèce à forte source de nectar pour les abeilles (Arbonnier, 2008; Maroyi, 2008; Yédomonhan, 2009; Djonwangwe *et al.*, 2011).

Conclusion

Cette étude a permis de recenser la flore ligneuse et de décrire la structure des formations végétales abritant *S. guineense* subsp. *macrocarpum*. Elle a permis aussi de savoir que les caractéristiques structurales de la sous-espèce dépendent de la nature de la formation végétale et présentent une meilleure structuration en forêt dense sèche. Les structures diamétriques des ligneux dans les 3 sites mettent en évidence l'existence d'une pression anthropique sur les individus matures au niveau des forêts classées de Tchaourou et de N'Dali. La flore ligneuse recensée renferme une gamme assez variée d'espèces mellifères mais qui sont de faible valeur mellifère, à l'exception de 3 espèces dont *Syzygium guineense*. Malheureusement, *S. guineense* est une espèce à abondance relativement faible à très faible. Sa disponibilité n'offrirait pas une activité apicole accrue et rentable au niveau des communautés végétales qui l'abritent. Compte tenu de sa forte valeur mellifère, il serait judicieux de l'utiliser pour enrichir les sites apicoles pour améliorer leur rendement en miel et promouvoir l'apiculture. Par ailleurs, la faible densité de l'espèce suscite des questions de recherche relatives à sa production fructifère.

Remerciements

Les auteurs remercient très sincèrement la Fondation Internationale pour la Science (FIS) pour avoir financé cette recherche à travers la bourse D/4014-2 octroyée au co-auteur de cet article.

References:

1. Adjonou, K., Radji, A. R., Kokutse, A. D., & Kokou, K. (2016). Considération des caractéristiques structurales comme indicateurs écologiques d'aménagement forestier au Togo (Afrique de l'Ouest). *VertigO – la revue électronique en sciences de l'environnement*. Volume 16 Numéro 1.

2. Adomou, A. C. (2005). Vegetation patterns and environmental gradient in Benin: Implications for biogeography and conservation. PhD thesis, Wageningen University, the Netherlands, 136 p.
3. Ahouandjinou, T. B., Yédomonhan, H., Adomou, A. C., Tossou, M. G., & Akoègninou, A. (2016). Caractéristiques techniques et importance socio-économique de l'apiculture au Nord-Ouest du Bénin : cas de la commune de Coby. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 10 (3): 1350-1369.
4. Akoègninou, A., van der Burg, W. J., & van der Maesen, L. J. G. (2006). *Flore Analytique du Bénin*. Backhuys Publishers, Wageningen, 1034 p.
5. Arbonnier, P. B. M. (2008). Ligneux du Sahel. Outil graphique d'identification V.1.0. CIRAD.
6. Biresaw, M. A., & Pavliš, J. (2010). Vegetation structure and density of woody plant species in two woodland areas of Amhara National Regional State, Ethiopia. *Acta Univ. Agric. Silvic. Mendelianae Brun.*, 58, 21–32.
7. Djonwangwe, D., Tchuenguem Fohouo, F.-N., Messi, J., & Brückner, D. (2011). Foraging and pollination activities of *Apis mellifera adansonii* Latreille (Apidae) on *Syzygium guineense* var. *guineense* (Myrtaceae) flowers at Ngaoundéré (Cameroon) *Journal of Animal & Plant Sciences*, 10 (3): 1325-1333.
8. Dongock Nguemo, D., Foko, J., Pinta, J.Y., Ngouo, L.V., Tchoumboue, J., & Zango, P. (2004). Inventaire et identification des plantes mellifères de la zone soudano-guinéenne d'altitude de l'ouest Cameroun. *Tropicultura* 22 (3) 139-145.
9. Feldpausch, T.R., Banin, L., Phillips, O.L., Baker, T.R., Lewis, S.L., Quesada, C.A., Affum-Baffoe, K., Arets, E.J.M.M., Berry, N.J., Bird, M., Brondizio, E.S., de Camargo, P., Chave, J., Djangbletey, G., Domingues, T.F., Drescher, M., Fearnside, P.M., França, M.B., Fyllas, N.M., Lopez-Gonzalez, G., Hladik, A., Higuchi, N., Hunter, M.O., Iida, Y., Salim, K.A., Kassim, A.R., Keller, M., Kemp, J., King, D.A., Lovett, J.C., Marimon, B.S., *et al.* (2011). Height-diameter allometry of tropical forest trees. *Biogeosciences*, 8, 1081–1106.
10. Ferrari C., Pezzi G., & Portanova, A. (2000). The northern slope of Mount Prado : a diversity hotspot within northern Apennine summit vegetation. Proceeding IAVS Symposium. LAVS, Opulus Press Uppsala, Sweden, (pp. 198-202).
11. Glèlè Kakaï, R., & Sinsin, B. (2009). Structural description of two *Isoberlinia* dominated vegetation types in the Wari-Marô Forest Reserve (Benin). *South African Journal of Botany* (75) (pp. 43-51).

12. Glèlè Kakaï, R., Sinsin, B., & Palm, R. (2008). Etude dendrométrique de *Pterocarpus erinaceus* Poir. Des formations naturelles de la zone soudanienne au Bénin. *Agronomie africaine* 20 (3) (pp. 245-255).
13. Hitimana, J., Kiyiapi, J.L., & Njunge, J.T. (2004). Forest structure characteristics in disturbed and undisturbed sites of Mt. Elgon Moist Lower Montane Forest, western Kenya. *For. Ecol. Manage.*, 194, 269–291.
14. Imani Mugisho, G., Zapfack, L., Riera, B., Mwanga Mwanga, I.J.-C., Bulonvu, F., & Boyemba, F. (2016). Variabilité structurale des Peuplements d'arbres en forêt de montagne du Parc National de Kahuzi-Biega et ses environs, RD. Congo. *European Scientific Journal*. Edition vol.12, No.23 ISSN: 1857 – 7881.
15. Iritié, B. M., Wandan, E. N., Paraiso A. A., Fantodji, A., & Lohoué Gbomene, L. (2014). Identification des plantes mellifères de la zone agroforestière de l'Ecole Supérieure Agronomique de Yamoussoukro (Côte d'Ivoire). *European Scientific Journal*, édition vol.10, No.30 ISSN: 1857 – 7881 (Print) e - ISSN 1857- 7431.
16. Janssens, X., Bruneau, E., & Lebrun, P. (2006). Préviation des potentialités de production de miel à l'échelle d'un rucher au moyen d'un système d'information géographique. *Apidologie* (37) (pp. 351-365).
17. Koné, M. W., Dro, B., Soro, D., Bakayoko, A., & Kamanzi, K. (2013). Evaluation de l'abondance de plantes médicinales utilisées en médecine traditionnelle dans le Nord de la Côte d'Ivoire. *Journal of Animal & Plant Sciences* 17 (3): 2631-2646.
18. Louveaux, J. (1990). Les relations abeilles-pollens, *Bulletin de la Société Botanique de France. Actualités Botaniques*, 137 (2), 121-131.
19. Maroyi, A. (2008). *Syzygium guineense* (Willd.) DC. In Louppe, D., Oteng-Amoako, A.A. & Brink, M. (Editors). *Prota 7(1): Timbers/Bois d'œuvre 1. PROTA (Plant Resources of Tropical Africa / Ressources végétales de l'Afrique tropicale)*, Wageningen, Netherlands / Pays Bas.
20. MEPN (2008). Rapport d'exécution d'inventaire forestier au Bénin. Cotonou, Bénin, 121 p. + annexes.
21. Moritz, R. F. A., & Southwick, E. E. (1992). *Bees as super-organisms, An evolutionary reality*, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg.
22. Nombré I. (2003). *Etudes des potentialités mellifères de deux zones du Burkina Faso: Garango (province du Bouglou) et Nazinga (province du Nahouri)*. Thèse de Doctorat d'Université, Université de Burkina Faso, 156 p. Sokpon, N., Biaou, S.H., Ouinsavi, C., &

- Hunhyet, O. (2006). Bases techniques pour une gestion durable des forêts claires du nord-Bénin : rotation, diamètre minimal d'exploitabilité et régénération. *Bois et forêts des Tropiques* 287 (1) (pp. 45-57).
23. Vacher, R. (2007). L'apiculture à considérer à sa juste valeur en agriculture. Mémoire présenté lors de la Commission sur l'Avenir de l'Agriculture et de l'Agroalimentaire du Québec (CAAAQ)/ Fédération des Apiculteurs du Québec (FAQ). 16 p.
24. Waddington, K. D., Visscher, P. K., Herbert, T. J., & Richter, M. R. (1994). Comparisons of forager distributions from matched honey-bee colonies in suburban environments. *Behav. Ecol. Sociobiol.* (35) (pp. 423-429).
25. Yédomonhan, H. (2009). Plantes mellifères et potentialités de production de miel en zone guinéenne et soudano-guinéenne au Bénin. Thèse de Doctorat de l'Université d'Abomey-Calavi (Bénin), FAST/UAC, 273 p.
26. Yédomonhan, H., Tossou, M. G., & Akoègninou, A., Demènou, B. B., & Traoré, D. (2009). Diversité des plantes mellifères de la zone soudano-guinéenne: cas de l'arrondissement de Manigri (Centre-Ouest du Bénin). *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 3(2): 355-366.