

DIVERSITÉ FLORISTIQUE ET STRUCTURALE DES CACAOYÈRES DU « V BAOUÉ » : CAS DE LA SOUS-PRÉFECTURE DE KOKUMBO (CENTRE, CÔTE D'IVOIRE)

Kpangui Kouassi Bruno

Doctorant, Université Félix Houphouët Boigny, UFR Biosciences,
Laboratoire de Botanique, (Côte d'Ivoire).

Vroh Bi Tra Aimé

Enseignant-chercheur, Université Félix Houphouët Boigny,
UFR Biosciences, Laboratoire de Botanique.

Goné Bi Zoro Bertin

Adou Yao Constant Yves

Enseignant-chercheur, Université Félix Houphouët Boigny,
UFR Biosciences, Laboratoire de Botanique / Chercheur Associé au Centre
Suisse de Recherches Scientifiques en Côte d'Ivoire (CSRS)

Abstract

In the Center of Côte d'Ivoire, cocoa introduction and the maintenance of its cultivation were possible thanks to the adoption of agroforestry practices from long time. Nowadays, for the rehabilitation of these old farms, peasants use new cocoa varieties which do not tolerate the shade. An analysis of these farming systems was carried out around Kokumbo, in forest-savannah transitional zone. The objective of this study was to assess floristic diversity of cacao-plantations according to their ages. Data were gathered using itinerant censuses and square plots (625 m²), in various age groups of plantations, forest patches being used as witnesses. At the end of the analysis, it appears that the hybrid varieties "Ghana" and "Mercedes" are mainly cultivated in young cocoa plantations (less than 30 years). "Français" variety remained on the other hand exclusive with the old farms. Species richness is made of 166 species in cacao farms and 275 species forests patches. In young cocoa-based agroforestry systems, the large forest trees are gradually replaced by exotic or indigenous fruit species, which does not affect the species richness, the diversity and density of the stems. In the old systems, the high density of large diameters individuals confers to them basal area similar to that of forest patches. This study shows that agroforestry practices still ongoing despite of the use of new cocoa

varieties. However, the use of new cocoa hybrids could over time attend local plant species diversity erosion in cocoa farms.

Keywords: Forest-savanna transition, Agroforestry systems, Cocoa, diversification, crop variety, shade

Résumé

Dans le Centre de la Côte d’Ivoire, l’introduction et le maintien de la culture cacaoyère ont été possible grâce à l’adoption des pratiques agroforestières. Aujourd’hui, pour la réhabilitation des anciens vergers, les agriculteurs utilisent de nouvelles variétés cacaoyères qui ne tolèrent pas forcément l’ombrage. Une analyse de ces systèmes de culture a été effectuée dans la sous-préfecture de Kokumbo, située dans la zone de transition forêt-savane. L’objectif de cette étude était d’évaluer la diversité végétale des plantations cacaoyères en fonction des âges. Les données ont été collectées à partir de relevés de surface 625 m² (25 m x 25 m) et d’inventaires itinérants, réalisés dans différentes classes d’âges de plantations et des forêts voisines servant de témoins. De cette analyse, il apparaît que les variétés hybrides sont principalement cultivées dans les plantations jeunes. La variété Amelonado reste par contre exclusive aux vieilles plantations. La flore inventoriée est de 166 espèces dans les plantations de cacaoyers contre 275 espèces pour les forêts résiduelles. Dans les jeunes plantations, les grands arbres forestiers sont progressivement éliminés et remplacés par des espèces fruitières exotiques ou forestières, ce qui n’affecte pas dans l’ensemble, la richesse floristique, la diversité et densité des tiges. Dans les vieilles plantations, la forte densité des individus de grands diamètres leur confère une surface terrière semblable à celle des forêts résiduelles. Cette étude montre que les pratiques agroforestières sont toujours maintenues par les agriculteurs malgré l’utilisation de nouvelles variétés de cacaoyers. Cependant, si elles perdurent, l’on pourrait assister à l’érosion de la diversité végétale locale.

Mots clés : Contact forêt-savane, Systèmes agroforestiers, Cacaoyer, diversification, variété culturale, ombrage.

Introduction

La biodiversité terrestre est concentrée en majorité dans des zones refuges telles que les aires protégées qui n’occupent que 5% de la couverture végétale. Il est aussi reconnu que les principales régions de productions cacaoyères dans le monde se retrouvent dans ces zones refuges de biodiversité (Boshier, 2012). Malgré la mise en place de diverses mesures de protection, la déforestation continue de croître aussi bien à l’intérieur qu’à

l'extérieur des aires protégées, au profit de l'agriculture (Balaguru *et al.*, 2006). Pour tenter de réduire cette dégradation et la disparition de nombreuses espèces animales et végétales, des recherches dans le secteur agricole de façon générale, mettent désormais l'accent sur le concept de partage des terres (wildlife friendly farming ou land sharing) qui allie une production agricole durable à des mesures de conservation de l'environnement (Schroth *et al.*, 2011). Selon ce concept, les pratiques agroforestières constituent un excellent compromis entre conservation de biodiversité et lutte contre la pauvreté dans les régions tropicales (Baghwat *et al.*, 2008 ; Deheuvels, 2011). En Afrique centrale et occidentale, de nombreuses études réalisées ont démontré que les systèmes agroforestiers à base de cacaoyers participaient non seulement à la préservation de la biodiversité mais aussi, à la diversification des sources de revenus tirées des plantations agroforestières et donc permettaient de faire face à l'instabilité des prix sur les marchés internationaux (Carrière, 1999 ; Ruf et Schroth, 2004 ; Schroth *et al.*, 2011 ; Tano, 2012).

En Côte d'Ivoire, la cacaoculture est considérée comme la principale cause de dégradation du couvert forestier (Ruf et Schroth, 2004). Cette situation est le résultat d'une vulgarisation de variétés améliorées de cacaoyers par les structures d'encadrement des agriculteurs à la fin des années 1970, pour maintenir son premier rang mondial. Or, ces variétés améliorées n'expriment leur potentiel qu'en plein soleil, ce qui entraîne un abattage quasi-total des défriches forestières. Ruf et Zadi (1998) estimaient ainsi à 66%, les plantations cacaoyères sans ombrage sur l'ensemble du territoire ivoirien.

La culture cacaoyère a pourtant été conduite sous ombrage dès son introduction dans les premières grandes zones productrices de l'Est et du Centre-ouest (Ruf et Schroth, 2004). Ces systèmes agroforestiers multi-stratifiés dont la structure est semblable à celle des forêts, sont assez rares de nos jours dans ces premières régions, mais semblent persister dans le Centre, surtout au contact des zones forestières comme la branche Ouest du « V Baoulé » (Herzog, 1994 ; Koulibaly, 2008). Dans cette zone de contact forêt-savane, la pluviosité faible et la grande fréquence des feux rendaient difficiles une bonne pratique de la cacaoculture, (Herzog, 1992, 1994). L'agroforesterie a été ainsi indispensable non seulement à l'introduction et au maintien des cultures de rente mais aussi, à la conquête des zones savaniques (Blanc-Pamard, 1978).

Aujourd'hui, les plantations cacaoyères sont vieillissantes mais, il n'existe presque plus de terres disponibles pour la création de nouvelles. Pour la réhabilitation ou la création de nouvelles plantations cacaoyères, les agriculteurs se tournent de plus en plus vers des variétés à production précoce et à rendement élevé qui ne tolèrent pas forcément l'ombrage

excessif. Toute cette situation pourrait ainsi conduire à l'abandon des pratiques agroforestières traditionnelles et à l'érosion de la diversité des espèces associées aux cacaoyers. De plus la valeur de ces nouvelles plantations pour la conservation de la diversité biologique, n'est pas encore connue. Aussi, l'on ignore dans ces nouveaux systèmes, la diversité des espèces végétales épargnées, leur rôle socio-économique et la structure plantations.

La présente étude vise à évaluer les conséquences du choix de variété de cacao sur les pratiques culturelles actuelles de la sous-préfecture de Kokumbo. Spécifiquement, elle cherche à évaluer d'une part, (1) la diversité des espèces végétales présentes dans les plantations et d'autre part, (2) l'incidence des pratiques culturelles liées aux choix des variétés de cacaoyers sur la structure de la végétation.

Matériel et méthodes

Site d'étude

La sous-préfecture de Kokumbo est située dans le Centre de la Côte d'Ivoire (Figure 1). Elle appartient au département de Toumodi. Le dernier recensement général de la population (2015) estime le nombre d'habitants dans ce département à 155 349 dont 63% se rencontrent en milieu rural (RGPH, 2015)

Le climat de la région est de type équatorial de transition (Eldin, 1971). La pluviométrie annuelle oscille entre 1106 mm et 1300 mm. Les températures varient entre 26,5°C et 28°C pour une moyenne annuelle de 27,14 °C.

La végétation de la zone appartient au secteur mésophile du domaine guinéen (Guillaumet et Adjanooun, 1971). Elle est constituée d'une mosaïque de savanes guinéennes et de forêts denses humides semi-décidues à *Celtis* spp, *Triplochiton scleroxylon* et *Aubrevillea kerstingii*. Dans cette zone, les savanes occupent des proportions plus importantes lorsque l'on s'éloigne des forêts située au contact du fleuve Bandama (Hiernaux, 1975).

Plusieurs types de sols se rencontrent dans la zone de l'étude. Il s'agit principalement de sols ferralitiques plus ou moins remaniés, de sols ferrugineux dérivés des colluvions granitiques sableuses (Rioux, 1966), très propices à l'agriculture.

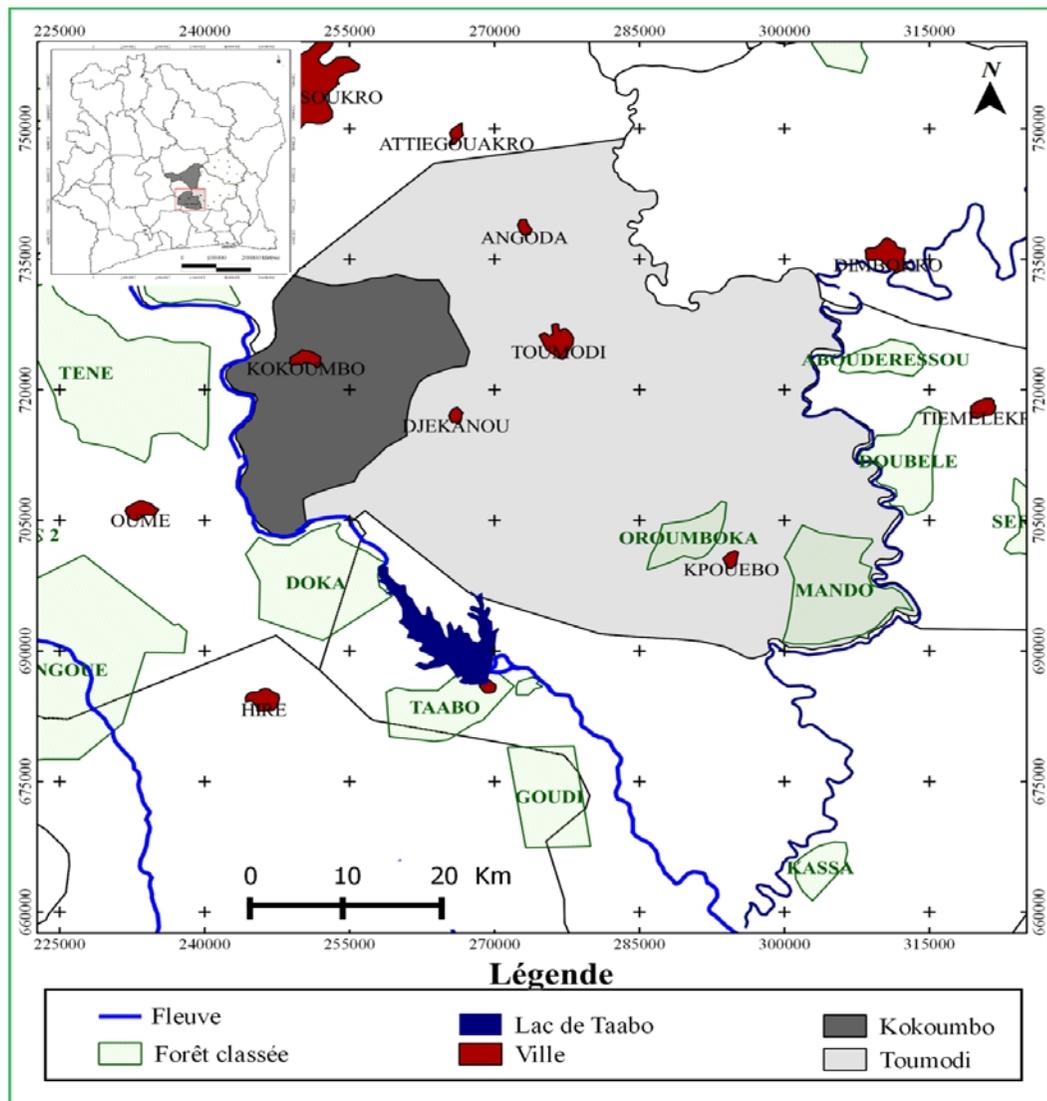


Figure 4 : Localisation de la Sous-préfecture de Kokoumbo dans la région du Bélié au Centre de la Côte d’Ivoire.

Dispositif de collecte des données

Le choix des sites inventoriés a tenu compte des différentes formations végétales préexistantes (Hiernaux, 1975) et du relief. Trois localités ont été retenues : Langossou, au contact des zones savanicoles où la forêt et la savane sont en proportions équivalentes ; Niamkey-Konankro, situées en zone montagneuses dominée par des forêts, avec moins de 25% de savane ; Kimoukro caractérisée par une végétation forestière au contact du fleuve Bandama.

Dans chacun des sites, une enquête a été préalablement conduite auprès des paysans, les différentes parcelles cacaoyères et également la variété cacaoyère cultivée. Ensuite des inventaires floristiques conduits dans les plantations de cacaoyers et les fragments de forêts résiduelles dans la zone d'étude. Les plantations ont été subdivisées en quatre (4) classes d'âge selon le stade de développement des cacaoyers : (i) les plantations de moins de cinq (5) ans dans lesquelles la production des premières fèves commence à peine (PL1) ; (ii) les plantations en phase exponentielle de production dont l'âge varie de cinq (5) à 15 ans (PL2) ; (iii) les plantations matures, en pleine production dont l'âge varie entre 16 et 30 ans (PL3) ; (iv) enfin les plantations vieillissantes encore entretenues de plus de 30 ans (PL4).

Dans chaque catégorie de plantations et dans les fragments de forêts, des placettes de 625 m² (25 m x 25 m) ont été disposées pour la collecte de données sur les cacaoyers et les espèces associées. Toutes les espèces végétales autres que le cacaoyer ont été identifiées pour déterminer la richesse et la composition floristique. Ensuite, tous les individus d'arbre dont le dbh est supérieur ou égal à 2,5 cm, ont été comptés et mesurés pour évaluer la diversité et les paramètres structuraux des biotopes étudiés. Enfin, dans l'optique d'avoir une vue plus exhaustive de la flore des biotopes étudiés, des inventaires itinérants qui ont consisté à noter la présence de toutes les espèces non rencontrées dans les placettes ont été réalisés. Pour chaque catégorie de plantations, la variété de cacaoyer cultivée, a été également renseignée par les agriculteurs.

Au total 114 placettes ont été inventoriées. Dans les plantations, il s'agit de 16 placettes pour PL1, 30 pour PL2, 16 pour PL3 et 34 pour PL4 soit une superficie de 5,5 ha. Au niveau des forêts, ce sont 18 placettes soit 1,125 ha couvertes.

Analyse de données floristiques

Au niveau de la flore, la nomenclature adoptée est celle de Lebrun et Stork (1997) ; la chorologie et les types morphologiques des espèces ont été précisés en référence à Aké-Assi (2001-2002). Il s'agit des espèces forestières (GC), de zone de transition forêt-savane (GC-SZ) et exotiques (i) pour la chorologie ; des arbrisseaux, lianes, arbustes, et arbres au niveau des types morphologiques. La diversité des catégories de plantation et des forêts résiduelles a été évaluée à travers les indices de Shannon (1948) et d'équitabilité de Pielou (1966) grâce aux formules mathématiques suivantes :

$$H = -\sum (n_i / N) \ln (n_i / N),$$

avec : H : l'indice de Shannon ; n_i : le nombre d'individus d'une espèce i ; N : le nombre total d'individus de toutes les espèces.

$$E = H / \ln S,$$

avec : E, l'indice d'équitabilité de Pielou ; H, l'indice de Shannon et S, le nombre total d'espèces d'un biotope. Ces indices de diversité ont été calculés à l'aide du logiciel MVSP 3.13.

Les paramètres structuraux des biotopes ont été évalués à travers la densité, l'aire basale et la distribution des individus par classe de diamètres. La formule mathématique suivante a été utilisée :

$$S = \sum (\pi D^2 / 4),$$

avec : S, aire basale ; D, diamètre de la tige et $\pi = 3,1416$.

Analyse statistique des données

Pour comparer les différentes catégories de plantations et les fragments de forêts résiduelles, des tests d'analyse de variance à un facteur (ANOVA 1) et de rang de Kruskal-Wallis ont été effectués sur les paramètres floristiques (richesse, composition, indices de diversité) et les paramètres structuraux (densité et aire basale) calculés.

Avec le test de l'ANOVA, lorsqu'une différence significative est observée entre les moyennes pour un paramètre donné, le test de Tukey est effectué pour permettre d'identifier les classes homogènes. Le test des rangs de Kruskal-Wallis a été effectué, lorsque les conditions de réalisation de l'ANOVA n'étaient pas respectées. Le logiciel R a été utilisé pour la réalisation de tous ces tests statistiques.

Résultats

Variétés cacaoyères cultivées dans les plantations

Trois variétés de cacao sont cultivées selon nos enquêtes. Il s'agit des variétés « Français », « Ghana » et « Mercedes » (Tableau 1). Dans les différentes plantations, la variété « Mercedes » est associée aux deux autres. En considérant les classes d'âge des plantations, la variété « Ghana » reste la plus cultivée dans celles de moins de 30 ans. Les proportions calculées varient entre 11,76% et 68,75% respectivement pour PL4 et PL3 (Tableau 1). La variété « Français » (Amelonado) est la plus rencontrée dans les plantations vieillissantes avec une proportion de 64,71%. La variété « Mercedes » se retrouve cultivée dans les plantations de moins de 15 ans à des proportions entre 6,67% et 25% selon la nature de l'association (Tableau 1).

Tableau 1 : Variation de la proportion des variétés cultivées dans les biotopes.

Variété	PL1	PL2	PL3	PL4
F	0,00	3,33	0,00	64,71
G	62,50	66,67	68,75	11,76
F/G	0,00	16,67	31,25	23,53
F/M	0,00	6,67	0,00	0,00
G/M	12,50	6,67	0,00	0,00
F/G/M	25,00	0,00	0,00	0,00

Variété : ‘F’ : Amelonado, ‘G’ : Forasteros Haut-Amazonienne et hybrides ; ‘M’ : Hybride Forasteros Haut-Amazonienne et mélange Amelonado et Trinitario : PL1 : moins de 5 ans ; PL2 : 5 à 15 ans ; PL3 : 16 à 30 ans ; PL4 : plus de 30 ans

Richesse et diversité floristiques

Un total de 317 espèces végétales réparties entre 244 genres et 77 familles, a été recensé. Il s’agit de 275 espèces dans les forêts et de 166 espèces pour toutes les plantations.

L’espèce la plus fréquemment rencontrée dans les forêts résiduelles sont : *Trichilia prieureana* (Meliaceae), *Celtis mildbraedii* (Ulmaceae), *Baphia nitida* (Fabaceae) et *Nesogordonia papaverifera* (Sterculiaceae). Dans les plantations, l’on rencontre fréquemment *Musa paradisiaca* (Musaceae), *Elaeis guineensis* (Arecaceae), *Musa sapientum* (Musaceae), *Persea americana* (Lauraceae) et *Cola nitida* (Malvaceae).

Dans les placettes, les richesses floristiques moyennes varient de 5,17 espèces pour PL2 à 37,39 espèces dans les forêts résiduelles (Tableau 2). Les différences observées entre les valeurs moyennes sont significatives ($F = 3,69$; $P = 0,007$). Trois groupes de biotopes se distinguent. Le premier groupe est représenté par les forêts dont la richesse floristique est la plus élevée. Le second groupe est représenté par PL1 qui pour les plantations, enregistre la plus grande richesse floristique. Le troisième groupe est représenté par PL3 dont la richesse floristique est la plus faible. Entre ces deux catégories de plantations, l’on retrouve PL2 et PL4 dont les richesses floristiques moyennes ne diffèrent pas significativement de ces deux groupes (Tableau 2).

La diversité moyenne exprimée avec l’indice de Shannon, est de 3,10 pour les forêts résiduelles. Dans les plantations les valeurs de cet indice varient entre 1,20 pour PL1 et 1,55 pour PL4. De la forêt aux plantations, les différences entre les valeurs moyennes sont significatives ($F=3,69$; $P=0,007$). Deux groupes de biotopes peuvent être identifiés selon le test de Tukey. Le premier est représenté par les fragments forestiers qui ont des diversités plus élevées. Le second groupe est constitué des différentes catégories de plantations où malgré l’augmentation des indices, les différences observées ne sont pas significatives. Les valeurs moyennes de l’indice d’équitabilité de Pielou varient entre 0,52 (PL1) et 0,88 (PL3). D’une catégorie de biotope à l’autre, les différences entre les valeurs moyennes sont significatives ($\chi^2=23,41$; $P<0,001$).

Tableau 2: Richesse et diversité floristique des différentes catégories de plantations et forêts résiduelles.

	Forêt	PL1	PL2	PL3	PL4	Paramètres statistiques
Richesse	37,39±15,55 ^a	8,25±3,37 ^b	5,17±2,61 ^{bc}	4,19±1,91 ^c	5,24±3,21 ^{bc}	F=3,693 P=0,0075
Shannon	3,10±0,52 ^{a*}	1,20±0,22 ^b	1,43±0,50 ^b	1,49±0,42 ^b	1,55±0,47 ^b	F=3,69 P= 0,007
Equitabilité	0,87±0,08	0,52±0,10	0,72±0,19	0,88±0,113	0,73±0,20	$\chi^2 = 23,61$ P < 0,001

*Pour chaque ligne, les valeurs suivies par une même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% (test de Tukey). PL1 : moins de 5 ans ; PL2 : 5 à 15 ans ; PL3 : 16 à 30 ans ; PL4 : plus de 30 ans

Composition floristique des biotopes

Les proportions des différents types morphologiques varient à la fois au sein des plantations et entre les plantations et les forêts conservées (Tableau 3).

Les proportions d'arbres calculées dans les forêts est de 43,97%. Dans les plantations, ces proportions varient de 36,13% à 59,92% respectivement pour PL1 et PL4. Dans les plantations de moins de cinq ans (PL1), la proportion est de 36,13%. Ces proportions d'arbres diffèrent significativement d'un biotope à un autre (F=2,96 ; P= 0,023). Le test de Tukey permet de distinguer trois catégories de biotopes. Le premier est représenté par PL1 où les proportions d'arbres sont les plus faibles. Le second est représenté par PL4 dont les proportions d'arbres est la plus élevée. Entre ces deux extrêmes l'on a les forêts, PL2 et P3 chez qui, les proportions d'arbres ne diffèrent pas des deux précédents groupes. Pour les arbustes, la tendance observée précédemment est inversée, les plus grandes proportions sont observées avec PL1 (43,34%) et les plus faibles dans les PL4 (23,38%). Les différences observées entre les moyennes des proportions d'espèces arbustives, sont significatives ($\chi^2=13,48$; P=0,009). Aucune espèce d'arbrisseau n'a été observée dans les jeunes plantations (PL1 et PL2). Dans les plantations âgées (PL3 et PL4), ce sont de très faibles proportions qui ont été recensées. Les plus fortes proportions moyennes ont été observées dans les forêts (7,95%). Les différences observées entre les moyennes des proportions sont significatives ($\chi^2=88,62$; P<0,001). Dans les plantations de plus de cinq ans (PL2, PL3 et PL4), aucune espèce de liane n'a été observée. Elles ont été observées dans les forêts et PL1 avec des proportions respectives 10,84% et 0,96 %. Les différences observées entre les moyennes des proportions sont significatives ($\chi^2=97,62$; P<0,001). Enfin pour les espèces herbacées, les plus faibles proportions sont enregistrées dans les forêts (2,44%). Les plus fortes proportions sont observées avec PL1

(19,55%) et PL2 (23,77%). Les différences observées entre les moyennes des proportions d'espèces herbacées sont significatives ($\chi^2=16,58$; $P=0,002$).

En considérant leur distribution phytogéographique, l'on note que les espèces forestières sont les plus abondantes, quel que soit le biotope considéré (Tableau 3). Ces proportions varient significativement d'un biotope à un autre ($F=5,89$; $P<0,001$). Deux groupes se distinguent aisément selon le test de Tukey (Tableau 3). Au niveau des espèces de transition forêt-savane, les proportions moyennes calculées ne varient pas significativement entre les différentes catégories de biotopes (Tableau 3). Il s'agit principalement de *Antiaris africana* (Moraceae) ou *Ceiba pentandra* (Bombacaceae). Les proportions moyennes des espèces exotiques varient entre 0% et 40,86% respectivement pour les forêts et PL3. Les analyses effectuées indiquent que ces proportions sont statistiquement différentes d'une catégorie de plantation à l'autre ($\chi^2=37,74$; $P<0,001$). Dans les plantations, elles sont représentées par *Persea americana* (Lauraceae), *Citrus* spp (Rutaceae) ou *Mangifera indica* (Anacardiaceae).

Tableau 3 : Récapitulatif de la composition floristique de différentes catégories de plantations et forêts

Composition floristique		Valeurs moyennes (\pm écart types)					Paramètre s du test
		Forêt	PL1	PL2	PL3	PL4	
Type morphologique (%)	Arbre	43,97 \pm 10,67 ^a _{b*}	36,13 \pm 7,88 ^a	46,43 \pm 19,20 ^a _b	51,11 \pm 22,31 ^a _b	59,92 \pm 27,3 ^b	$F=2,96$ $P=0,023$
	Arbuste	34,79 \pm 7,93	43,34 \pm 8,85	29,78 \pm 17,31	31,85 \pm 20,98	23,38 \pm 23,54	$\chi^2=13,48$ $P=0,009$
	Arbrisseau	7,95 \pm 4,11	0,00 \pm 0,00	0,00 \pm 0,00	1,25 \pm 5,00	0,29 \pm 1,71	$\chi^2=88,62$ $P<0,001$
	Liane	10,84 \pm 10,92	0,96 \pm 2,71	0,00 \pm 0,00	0,00 \pm 0,00	0,00 \pm 0,00	$\chi^2=97,62$ $P<0,001$
	Herbacée	2,44 \pm 2,15	19,55 \pm 2,07	23,77 \pm 16,08	15,83 \pm 16,38	16,39 \pm 16,33	$\chi^2=16,58$ $P=0,002$
Affinité chorologique (%)	Espèce forestière	79,29 \pm 7,56 ^a	43,10 \pm 14,79 _b	44,75 \pm 26,05 _b	42,25 \pm 24,59 _b	50,87 \pm 25,59 _b	$F=5,89$; $P<0,001$
	Espèce de transition	20,71 \pm 7,56 ^a	20,04 \pm 13,98 _a	11,41 \pm 16,45 ^a	16,87 \pm 27,06 ^a	17,08 \pm 21,41 _a	$F=1,54$ $P=0,202$
	Espèce exotique	0,00 \pm 0,00	36,84 \pm 10,64	43,84 \pm 22,54	40,86 \pm 23,79	32,04 \pm 26,12	$\chi^2=37,74$ $P<0,001$

*Pour chaque ligne, les valeurs suivies par une même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% (test de Tukey). PL1 : moins de 5 ans ; PL2 : 5 à 15 ans ; PL3 : 16 à 30 ans ; PL4 : plus de 30 ans

Diversité structurale de la végétation des biotopes

La densité des tiges varie d'un biotope à un autre suivant la chorologie des espèces (Tableau 4). L'on note que dans les plantations de plus de cinq ans (PL2, PL3 et PL4) et les forêts, la densité de tiges d'espèces forestières est plus importante que celle des espèces exotiques. Dans les plantations de moins de cinq ans par contre, ce sont les espèces exotiques qui

enregistrent la plus grande densité (Tableau 4). L'on peut citer *Persea americana* (Lauraceae), *Citrus* spp (Rutaceae), *Glyricidia sepium* (Fabaceae).

Pour l'ensemble des biotopes, la densité moyenne globale des tiges de dbh $\geq 2,5$ cm, varie de 87,47 tiges.ha⁻¹ pour PL3 à 800 tiges.ha⁻¹ pour les forêts (Tableau 4). Les différences observées entre ces valeurs moyennes de densité sont significatives ($F = 34,06$; $P < 0,001$).

Les plus faibles densités moyennes d'espèces forestières ont été observées dans les plantations. Les valeurs moyennes varient de 42 tiges.ha⁻¹ (PL1) à 69,86 tiges.ha⁻¹ (PL4). La densité moyenne la plus élevée a été enregistrée dans les forêts (589,33 tiges.ha⁻¹). Les différences de densités moyennes observées sont significatives ($F=55,98$; $P<0,001$). Selon le test de Tukey, la densité des individus est plus grande dans les forêts que dans les plantations cacaoyères.

Tableau 4 : Valeurs des paramètres structuraux dans les différentes catégories de plantations et forêts résiduelles.

Paramètres structuraux		Valeurs moyennes (\pm écart types)					Paramètre du test
		Forêt	PL1	PL2	PL3	PL4	
Densité (tige.ha ⁻¹)	Espèce forestière	589,33 \pm 245,32 ^a	42 \pm 39,13 ^b	48,18 \pm 56,98 _b	53 \pm 81,63 ^b	69,86 \pm 73,91 _b	$F = 55,98$ $P < 0,001$
	Espèce de transition	210,6 \pm 263,43	24 \pm 24,18	6,28 \pm 14,89	4,26 \pm 10,93	7,46 \pm 16,12	$\chi^2 = 48,91$ $P < 0,001$
	Espèce exotique	0,00 \pm 0,00	82 \pm 76,70	36 \pm 36,07	29,86 \pm 32,26	21,33 \pm 29,21	$\chi^2 = 36,70$ $P < 0,001$
	Total	800 \pm 382,42 ^a	148 \pm 80,56 _b	90,28 \pm 66,86 _b	87,46 \pm 93,15 _b	98,66 \pm 83,20 _b	$F=34,06$ $P<0,001$
Aire basale (m ² .ha ⁻¹)	Espèce forestière	11,12 \pm 5,45	1,94 \pm 2,98	8,91 \pm 13,70	5,80 \pm 7,40	16,08 \pm 18,42	$\chi^2=16,13$ $P=0,002$
	Espèce de transition	3,95 \pm 5,41 ^a	2,47 \pm 4,29 ^a _b	1,22 \pm 4,12 ^b	0,80 \pm 2,23 ^b	3,50 \pm 8,35 ^{ab}	$F=2,97$ $P=0,023$
	Espèce exotique	0,00 \pm 0,00	0,75 \pm 0,89	1,03 \pm 1,30	1,27 \pm 1,82	0,62 \pm 0,97	$\chi^2=30,32$ $P<0,001$
	Total	15,07 \pm 7,63	5,16 \pm 5,43	11,17 \pm 14,71	7,87 \pm 7,04	20,22 \pm 18,95	$\chi^2=16,36$ $P= 0,002$

*Pour chaque ligne, les valeurs suivies par une même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% (test de Tukey). PL1 : moins de 5 ans ; PL2 : 5 à 15 ans ; PL3 : 16 à 30 ans ; PL4 : plus de 30 ans

Pour les espèces de transition, la densité moyenne la plus élevée a été obtenue dans les forêts (210,6 tige.ha⁻¹). Dans les plantations les densités

moyennes de tiges sont plus faibles. Le test de Kruskal Wallis montre une différence significative entre les moyennes de ces différents biotopes ($\chi^2=48,91$; $P<0,001$). La densité moyenne des espèces exotiques est nulle pour les forêts résiduelles. Dans les plantations, elles varient de 21,33 tiges.ha⁻¹ (PL4) à 82 tiges.ha⁻¹ (PL1). Les différences entre les valeurs moyennes des différents biotopes sont significatives ($\chi^2=36,70$; $P<0,001$).

L'aire basale des tiges varie comme pour la densité, d'un biotope à un autre lorsque l'on considère la chorologie des espèces (Tableau 4). Pour l'ensemble des biotopes, les valeurs moyennes globales de l'aire basale des individus vont respectivement de 5,16 m².ha⁻¹ à 20,22 m².ha⁻¹ pour PL4 et PL1. Les différences observées entre les valeurs moyennes sont significatives ($\chi^2= 16,36$; $P =0,002$). La même tendance est observée avec la valeur moyenne de tiges d'espèces forestières ($\chi^2= 16,13$; $P =0,002$). Pour les espèces de transition, les aires basales moyennes varient entre 0,80 m².ha⁻¹ et 3,95 m².ha⁻¹ pour PL3 et les forêts respectivement. Les différences observées entre ces moyennes sont significatives ($F=9,97$; $P =0,023$). Le test de Tukey permet de distinguer trois groupes de biotopes. Le premier, constitué par les forêts enregistre les plus fortes valeurs moyennes. Le second est composé de PL2 et PL3 dont les aires basales moyennes sont les plus faibles. Entre ces deux extrêmes, se trouve PL4 et PL1 dont les valeurs ne diffèrent pas de celles des deux précédents groupes. Les aires basales des espèces exotiques varient entre 0 m².ha⁻¹ (forêts résiduelles) et 1,27 m².ha⁻¹ (PL3). Le test de Kruskal Wallis montre une différence significative entre les moyennes de ces biotopes ($\chi^2=30,32$; $P<0,001$)

Les histogrammes de distribution des individus par classe de diamètre présente des formes variables (Figure 2). Les proportions d'individus de dbh comprises entre 2,5 cm à 20 cm sont élevées en forêts naturelle, PL1 et PL2. De 20 cm à 60 cm de dbh, les proportions baissent dans ces trois biotopes (Figure 2). Cette évolution du nombre d'individus des espèces donne une allure générale en « J inversée » à l'histogramme de distribution des tiges en fonction des classes de dbh. Dans les plantations de plus de 15 ans (PL3 et PL4), la densité des d'individus de la première classe (dbh compris entre 2,5 cm et 10 cm) est faible ou nulle. Les plus fortes densités d'individus se rencontrent dans la classe de 30 cm à 40 cm. De part et d'autre de cette classe (mode de la distribution), les densités d'individus sont faibles si bien que les histogrammes présentent des allures en dent de scie ou en cloche.

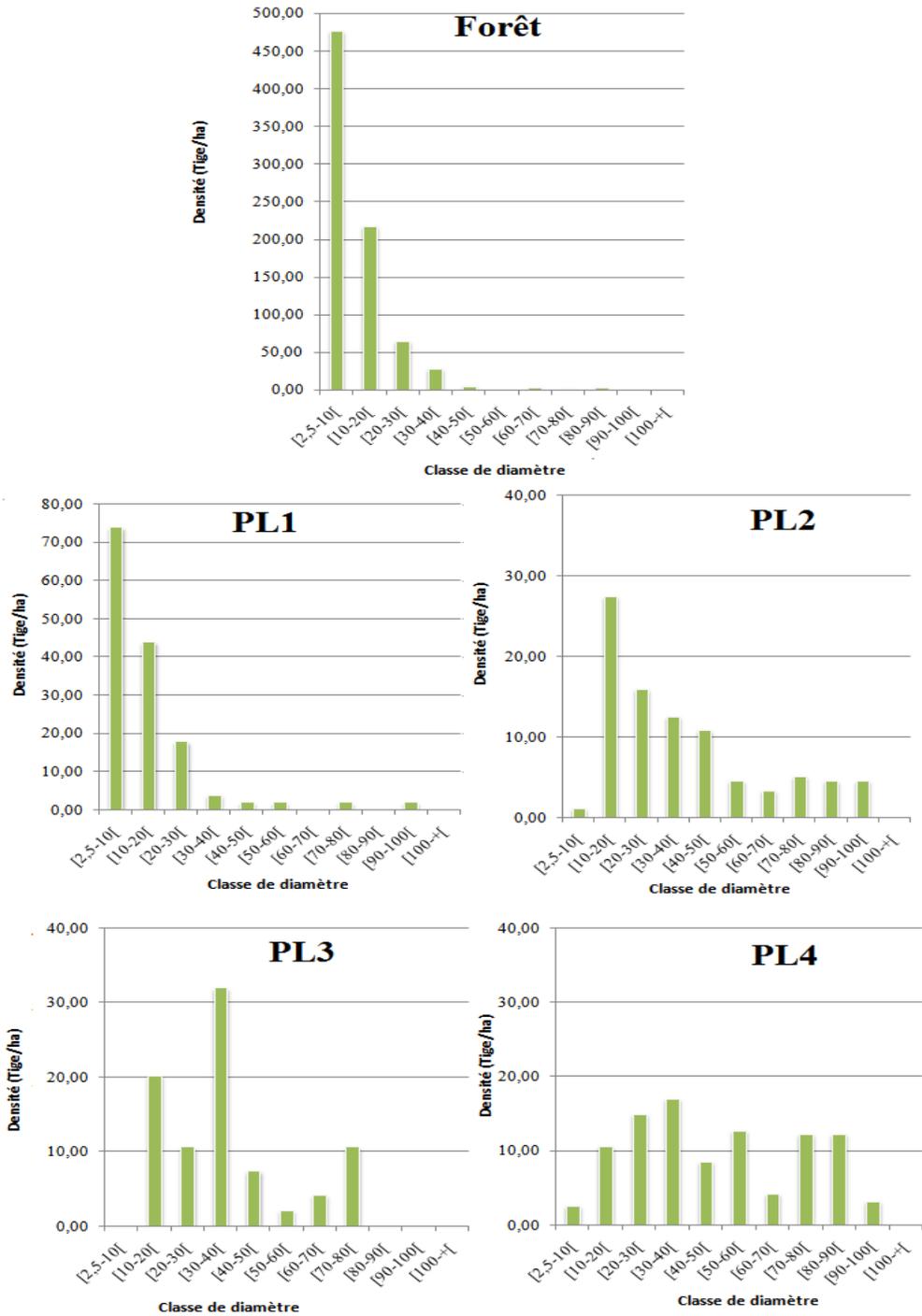


Figure 5 : Histogrammes de distributions des individus selon les classes de diamètres dans les différentes catégories de plantations et forêts résiduelles
 PL1 : moins de 5 ans ; PL2 : 6 à 15 ans ; PL3 : 15 à 30 ans ; PL4 : plus de 30 ans

Discussion

Variété culturelle et diversité floristique

Dans la zone d'étude, les trois principales variétés citées en Côte d'Ivoire ont été rencontrées dans les plantations cacaoyères. La présence simultanée de ces variétés suggère l'existence de plusieurs types de systèmes de culture dans cette région. En effet, chacune de ces variétés cultivées est liée à une période d'introduction donnée et à un type de pratique culturelle.

La variété « Français » (Amelonado) a été la première introduite dans la majorité des pays producteurs de l'Afrique occidentale et centrale, vers 1890 en Côte d'Ivoire (Ruf et Schroth, 2004) et 1930 au Cameroun (Jagoret, 2011). Sa culture est associée à la disponibilité de la forêt et nécessite le maintien de l'ombrage pendant toute la durée de vie de la plantation. Effet, cette variété n'est pas adaptée à une culture sans ombrage car l'abatage des arbres entraîne le dépérissement des cacaoyers (Ruf, 1991). La proportion importante de cette variété dans les cacaoyères les plus âgées suggère la présence de systèmes agroforestiers complexes dont la structure est assez proche celle des forêts résiduelles (Ruf et Schroth, 2004). La variété « Ghana » a été introduite à partir du Ghana vers 1950. Elle correspond à la variété Forestaro Haut-Amazonienne et ses hybrides (Ruf, 1991 ; Ruf et Schroth, 2004). Sa vulgarisation se fera après 1970 par les structures d'encadrements des agriculteurs (N'Goran, 1998). La productivité de cette variété est meilleure lorsqu'elle est cultivée sous ombrage modéré ou sans ombrage. Sa présence marque l'existence d'agroforêts moins complexes ou simple selon le type de variété. En effet, les agriculteurs font une distinction entre ce qu'ils appellent « Ghana ancien » qui semble hybride et supporte l'ombrage que et le « Ghana nouveau » vulgarisé vers 1970 et dont la culture doit être réalisée sans espèces d'ombrages. La variété « Mercedes » est assez nouvelle, il s'agit de nouveaux hybrides à production précoces à très haut rendement résistant au Swollen Shoot (Pokou, 2009). Issue des croisements entre Forasteros Haut Amazoniens, Amelonados et Trinitarios, sa vulgarisation à grande échelle a démarré depuis 2005 en Côte d'Ivoire. La présence de cette variété est liée à une culture cacaoyère plein soleil car elle ne semble pas supporter l'ombrage comme le font remarquer les agriculteurs interrogés.

La dominance des variétés hybrides « Ghana » et « Mercedes » dans l'ensemble des plantations et plus singulièrement dans celles de moins de 30 ans montre que leur adoption complète est assez récente dans la zone d'étude. Ceci pourrait se traduire également par l'abandon progressif des systèmes agroforestiers complexes tel que l'a observé Ruf (2011) dans les cacaoyères du Ghana.

Le mélange de variétés constaté dans chaque catégorie de plantations pourrait traduire à la fois, la méfiance des agriculteurs vis-à-vis des nouvelles

variétés. Il s'agit d'autre part, d'une stratégie de gestion permettant aux agriculteurs d'accroître la production des vergers tout en maintenant les espèces qui leur sont utiles. En effet, selon ces derniers, les nouvelles variétés nécessitent plus d'entretiens et leurs durées de productions semblent plus courtes que les anciennes (Amelonado). Ainsi, avant son adoption complète la nouvelle variété passe donc par une phase d'essai où son comportement va être analysé par le paysan. Les pratiques agroforestières des agriculteurs favorisent ainsi la présence de plusieurs générations de cacaoyers dont la conduite pourrait influencer la diversité, la composition des espèces associées et la structure des plantations (Jagoret, 2011).

La diversité des espèces obéit à deux situations dans la zone de l'étude. D'un côté, les valeurs moyennes de la richesse floristique et l'indice de Shannon ne varient pas significativement avec l'âge des plantations. Cela est sans doute lié aux conditions climatiques jugées non favorables à la culture cacaoyère dans notre zone d'étude (Herzog, 1994) En effet, dans les zones de transition forêt-savane, les agriculteurs maintiennent un ombrage permanent pour lutter contre l'invasion rapide des adventices et créer des conditions idéales pour le développement des cacaoyers (Blanc-Pamard, 1978). A l'opposé dans les régions forestières, les conditions écologiques étant favorables, le maintien de l'ombrage est surtout basé sur plusieurs critères dont l'expérience du paysan, la variété cultivée ou la valeur économique des espèces associées (Adou Yao et N'Guessan, 2006).

De l'autre côté, l'indice d'équitabilité de Pielou tend à croître suivant l'âge des plantations. Ceci est lié au fait que lors de l'installation des cacaoyères, l'ombrage est indispensable à la bonne croissance des plants. Les agriculteurs optent donc pour une densité des arbres associés élevée. Lorsque la plantation entre en production par la suite, l'on observe une réduction significative de leur densité par une élimination des individus en surnombre. Cette élimination est sélective car les analyses de la morphologie des espèces indiquent que les lianes et les arbrisseaux sont les premières à disparaître lors de la création des plantations. Dans les plantations de moins de cinq ans, les agriculteurs conservent bien plus d'arbustes que d'arbres comparativement aux plantations âgées. Pour maintenir l'ombrage sur les jeunes plants, ils utilisent des faux arbres représentés par les bananiers (*Musa spp*). Au niveau chorologique, les espèces forestières sont les plus conservées dans les plantations quand on ne s'intéresse qu'à la richesse floristique. En y ajoutant l'abondance des individus, l'on note que dans les plantations jeunes (moins de 15 ans), la préférence des agriculteurs se porte sur les espèces exotiques telles que *Persea americana* Mill. (Lauraceae), *Citrus spp* (Rutaceae). Ces résultats montrent que cette sélection est le fait d'une stratégie de gestion qui prend en compte la variété cultivée, le stade de développement, la chorologie et l'architecture des espèces associées.

Ce type de pratique a été aussi observée dans les zones forestières denses et les zones de transition de la Côte d'Ivoire (Herzog, 1992, 1994 ; Adou Yao et N'Guessan, 2006 ; Konan, 2009). Au Cameroun, Carrière (1999) et Sonwa *et al.* (2002) ont également décrits des pratiques culturelles semblables. Pour ces auteurs, il s'agit d'un processus de sélection commun aux systèmes agroforestiers tropicaux destiné à diversifier les revenus tirés des plantations. N'Goran (1998) traduit quant à lui, ces résultats comme étant une évolution des techniques culturelles. Il souligne que moins d'arbres dans les plantations plus jeunes montrent que les agriculteurs s'orientent vers la culture en plein soleil. Pour Cissé (2013), l'adoption de nouvelles variétés constitue la principale cause de l'élimination des arbres dans les jeunes plantations. A Kokumbo, le but de cette pratique est de réduire la compétition nutritionnelle avec les cacaoyers, augmenter la production de la plantation et diversifier les sources de revenus.

Diversité structurale

Au niveau démographique, dans les plantations jeunes (moins de 15 ans) ainsi que dans les forêts, les histogrammes donnent une structure démographique en « J inversé ». Cela traduit à la fois une faible perturbation des biotopes forestiers et une régénération importante des espèces qui crée une forte concentration des individus dans les petites classes de diamètres (Wala *et al.* 2005). La régénération des espèces natives n'étant pas possibles dans les plantations jeunes, l'allure de ces histogrammes serait le résultat d'une introduction d'espèces. Il s'agit spécifiquement d'espèces exotiques dont les densités calculées baissent significativement avec l'âge des plantations. Dans les plantations de plus de 15 ans, les histogrammes en cloche obtenues sont traduisent une forte proportion d'espèces héliophiles dans la flore des biotopes forestières. Cela est généralement observé dans les zones dégradées ou les chablis des forêts naturelles (Adou Yao *et al.*, 2005). Dans les plantations, ces histogrammes confirment que la croissance et le développement des espèces sont régulièrement interrompus par les agriculteurs lors des opérations d'entretiens (Ouattara *et al.*, 2013). En effet, dans les plantations matures, les cacaoyers sont en phase de pleine production. La stratégie des agriculteurs est donc d'éliminer toutes les espèces qui pourraient entrer en compétition avec les cacaoyers. Il s'agit en majorité des espèces de régénération et de grands arbres dont ils ne tirent aucun profit et qui pourraient héberger des déprédateurs du cacaoyer. Les espèces les plus citées par les paysans de la zone sont *Albizia zygia* (Fabaceae) et *Cola gigantea* (Sterculiaceae) qui sont associées à l'assèchement des sols. Ces deux espèces ont également été citées comme non désirable par les agriculteurs du Ghana (Asare, 2005).

Les variations non significatives de la densité globale des individus des plantations pourraient se justifier par l'introduction ou l'entretien que les populations font des espèces forestières qui leur sont utiles. En effet, la baisse de la densité des espèces introduites dans les plantations les plus âgées, semble être compensée par une légère hausse de la densité des espèces forestières. Il s'agirait d'espèces comestibles comme *Cola nitida* Vent (Sterculiaceae), *Elaeis guineensis* Jacq (Arecaceae), ou d'autres espèces à croissance rapide conseillées par les structures d'encadrement aux agriculteurs pour être éligibles aux programmes de certification. C'est ainsi que des espèces comme *Terminalia* spp (Combretaceae) ou *Milicia* spp (Moraceae) sont de plus en plus conservées lors de l'entretien des plantations. Pour Jagoret (2011), l'introduction des espèces forestières dans les plantations est commune aux agriculteurs des zones de transition forêt-savane. Au Cameroun, cet auteur a observé que près de 25% des espèces forestières inventoriées dans les plantations étaient le résultat de la transplantation de plantules issues des forêts galeries voisines. La stratégie des agriculteurs vise à obtenir des conditions d'ombrage appropriées pour le développement des jeunes cacaoyers.

L'aire basale dans les jeunes plantations de Kokumbo est faible contrairement aux résultats de Adou Yao et N'Guessan (2006) dans la forêt classée de Monogaga, en zone de forêt dense de la Côte d'Ivoire. Cela est dû sans doute aux techniques de cultures qui varient de la Forêt Classée de Monogaga aux espaces ruraux. A Monogaga comme dans l'ensemble des forêts classées, l'exploitation agricole y est en principe interdite. Les agriculteurs sèment directement les fèves de cacaoyer dans le sous-bois en conservant les grands arbres (aire basale élevée) qu'ils élimineront plus tard. Il s'agit d'une pratique couramment utilisée par les agriculteurs dans les forêts classées pour ne pas attirer l'attention des gardes forestiers. En effet, vu de l'extérieur, la forêt semble intacte pendant que les espèces du sous-bois sont régulièrement éliminées avec la croissance des jeunes plants. A l'inverse, dans l'espace rural villageois, les agriculteurs ayant des droits coutumiers sur la terre, abattent les grands arbres et les remplacent par des fruitiers et quelques grands arbres importants pour leur besoin. Les aires basales élevées dans les plantations de plus de 30 ans pourraient être attribuées à la forte proportion de la variété Amelonado ("Français") qui supporte la culture sous ombrage. En effet, cette variété tolère l'ombrage et sa culture est associée à la présence de systèmes agroforestiers complexes dont la structure est proche de celle des forêts (Ruf et Schroth, 2004).

Conclusion

Les résultats obtenus dans cette étude ont permis de décrire l'évolution de la diversité des plantations cacaoyères dans la sous-préfecture

de Kokumbo. Il ressort des analyses que les pratiques actuelles s'orientent vers des systèmes agroforestiers simples dépourvus des grands arbres. Cela d'abord s'observe à travers la forte proportion de variétés hybrides dans les jeunes plantations alors que l'Amelonado est plus rencontré dans les vieilles plantations.

Ce changement variétal n'affecte pas pour autant la richesse et la diversité des plantations qui sont toujours maintenues. Cependant, les agriculteurs portent leur préférence sur les espèces forestières fruitières, exotiques dans les jeunes plantations. Les grands arbres sont généralement éliminés des vieilles plantations et remplacés par les arbustes dans les jeunes. Au niveau structural, l'élimination des grands arbres forestiers est compensée par une introduction des arbres fruitiers ce qui stabilise ainsi la densité des individus dans les plantations. L'aire basale des individus des anciennes plantations reste malgré cela supérieure à des plantations jeunes et matures principalement à cause la variété cultivée qui tolère la présence de grands arbres.

Cette étude indique que les systèmes agroforestiers à bases de cacao persistent dans le « V Baoulé ». Cependant, la conduite actuelle des plantations, liée à l'utilisation de nouvelles variétés culturales pourrait conduire à l'érosion de la biodiversité végétale de la sous-préfecture de Kokumbo.

References:

- Adou Yao, C. Y. & N'Guessan, E. K. (2006). Diversité floristique spontanée des plantations de café et de cacao dans la forêt classée de Monogaga, Côte d'Ivoire. *Schweiz. Z. Forstwes*, 157 (2) : 31–36.
- Adou Yao, C. Y., Blom, E. C., Denguéadé, K. T. S., Rompaey, V R. S. A. R., N'Guessan, K. E., Wittebolle, G. et Bongers, F. (2005). Diversité floristique et végétation dans le Sud du Parc National de Tai. *Tropenbos*.
- Aké-Assi, L. (2002). Flore de la Côte d'Ivoire 2, catalogue, systématique, biogéographie et écologie. Conservatoire et Jardin Botanique de Genève (Suisse) : Boisseria 58.
- Aké-Assi, L., (2001). Flore de la Côte d'Ivoire 1, catalogue, systématique, biogéographie et écologie. Conservatoire et Jardin Botanique de Genève (Suisse) : Boisseria 57.
- Asare, R. (2005). Cocoa agroforests in West Africa: a look at activities on preferred trees in the farming systems. Hørsholm (Denmark) : Forest & Landscape Working Papers n°6.
- Balaguru, B., Britto, S. J., Nagamurugan, N., Natarajan, D. & Soosairaj S. (2006). Identifying conservation priority zones for effective management of tropical forests in Eastern Ghats of India. *Biodiversity and Conservation*, 15: 1529-1543.

- Bhagwat, S.A, Willis, K. J., Birks, H. J. B & Whittaker, R. J. (2008). Agroforestry: a refuge for tropical biodiversity? *Trends in Ecology and Evolution*, 23 : 261-267.
- Blanc-Pamard, C.(1978). Espace vécu et milieu de contact forêt-savane chez les agriculteurs Baoulé et leurs enfants dans le Sud du « V Baoulé » Côte d'Ivoire. *Cahier ORSTOM, Seri Science Humaine*, 15 (2) : 145-172.
- Boshier, D. (2012). Conservation of tree species diversity in cocoa agroforests in Nigeria. A case study and teacher's notes. *Biodiversity International eds. Forest Genetic Resources Training Guide*. Rome (Italy), Biodiversity International.
- Carrière, S. (1999). "Les orphelins de la forêt" : influence de l'agriculture itinérante sur brûlis des Ntumu et des pratiques agricoles associées sur la dynamique forestière du sud Cameroun. *Thèse de Doctorat : Sciences et Techniques du Languedoc Montpellier II, Montpellier (France)*.
- Cissé, A. (2013). Caractérisation phytoécologique et estimation de la biomasse des espèces arborescentes des agroforêts à base de cacao du Département de Lakota (Centre-Ouest, Côte d'Ivoire). *Mémoire de Diplôme d'Études Approfondies de Botanique, UFR Biosciences, Laboratoire de Botanique, Abidjan (Côte d'Ivoire)*.
- Dehevels, O. (2011). Compromis entre productivité et biodiversité sur un gradient d'intensité de gestion de systèmes agroforestiers à base de cacaoyers de Talamanca, Costa Rica *Thèse de doctorat : Ecole Doctorale Systèmes Intégrés en Biologie, Agronomie, Géosciences, Hydrosciences, Environnement, Montpellier (France)*.
- Eldin, M. (1971). Le climat de la Côte d'Ivoire. In Avenard, J.M., Eldin, E., Girard, G., Sircoulon, J., Touchebeuf, P., Guillaumet, J.L., Adjanohoun, E. & Perraud, A. eds. *Le milieu naturel de Côte d'Ivoire*. Paris (France), *Mémoires ORSTOM n° 50*, 73-108.
- Guillaumet, J.L. & Adjanohoun, E. (1971). La végétation de la Cote d'Ivoire. In Avenard J.M., Eldin, E., Girard, G., Sircoulon, J., Touchebeuf, P., Guillaumet, J.L., Adjanohoun, E. & Perraud, A., eds. *Le milieu naturel de Côte d'Ivoire*. Paris (France), *Mémoires ORSTOM n° 50*, 161- 263.
- Herzog, F. M. (1992). Etude biochimique et nutritionnelle des plantes alimentaires sauvages dans le sud du V-Baoulé, Côte d'Ivoire. *Thèse de doctorat, Ecole Polytechnique Fédérale Zurich (Suisse)*.
- Herzog, F. M. (1994). Multipurpose shade trees in coffee and cocoa plantations in Cote d'Ivoire. *Agroforestry systems*, 27 : 259-267.
- Jagoret, P. (2011). Analyse et évaluation de systèmes agroforestiers complexes sur le long terme : Application aux systèmes de culture à base de cacaoyer au Centre Cameroun. *Thèse de doctorat, Ecole Doctorale Systèmes Intégrés en Biologie, Agronomie, Géosciences, Hydrosciences, Environnement, Montpellier (France)*.

- Konan, D. (2009). Évaluation de l'impact de la cacaoculture sur la flore et la végétation en zone de forêt dense humide semi-décidue : cas du département d'Oumé. Mémoire de Diplôme d'Études Approfondies de Botanique, UFR Biosciences, Laboratoire de Botanique, Abidjan (Côte d'Ivoire).
- Koulibaly A. V. (2008). Caractéristique de la végétation et dynamique de la régénération, sous l'influence de l'utilisation des terres, dans des mosaïque forêts-savanes, des Région de la Réserve de Lamto et du Parc National de la Comoé, en Côte d'Ivoire. Thèse de Doctorat, UFR Biosciences, Université de Cocody-Abidjan, Abidjan, Côte d'Ivoire.
- Lebrun, J.-P. & Stork, A. L. (1997). Enumération des plantes à fleurs d'Afrique tropicale: 4. Gamopétales : Clethraceae à Lamiaceae. Conservatoire et Jardin Botaniques de Genève (Suisse).
- N'Goran, K. (1998). Réflexions sur un système de production durable du cacao: Cas de la Côte d'Ivoire, Afrique. In Conférence Internationale sur la production durable du cacao, 30 Mars au 21 avril 1998, Panama. Washington, DC., Smithsonian institution.
- Ouattara, D., Vroh, B. T. A., Kpangui, K. B. & N'Guessan K. E. (2013). Diversité végétale et valeur pour la conservation de la réserve botanique d'Agbaou en création, Centre-ouest, Côte d'Ivoire. *Journal of Animal & Plant Sciences*, 20 (1): 3034-3047.
- Pielou, E.C. (1966). Species diversity and pattern diversity in the study of ecological succession. *J. Theor. Biol.*, 10 : 370-383.
- Pokou, N.D., N'Goran J. A. K., Lachenaud, P., Eskes, A.B., Montamayor, J. C., Schnell, R. Kolesnikova-Allen, M., Clement, D., Sangare, A. (2009). Recurrent selection of cocoa populations in Côte d'Ivoire: comparative genetic diversity between the first and second cycles. *Plant Breeding* 128: 514-520.
- Rioux, G. (1966). Les sols du Pays Baoulé. Thèse de doctorat 3^e cycle. 4 tomes. Université de Strasbourg (France).
- Ruf, F. & Schroth, G. (2004). Chocolate Forests and Monocultures: A Historical Review of Cocoa Growing and Its Conflicting Role in Tropical Deforestation and Forest Conservation. In Schroth G, da Fonseca G A. B., Harvey C A., Gascon C, Vasconcelos H L.& Izac A-M N. eds. *Agroforestry and Biodiversity Conservation in Tropical Landscapes*. Washington DC., Island Press, 107-134.
- Ruf, F. & Zadi, H. (1998). Cocoa : From Deforestation to Reforestation. In Conférence Internationale sur la production durable du cacao, 30 Mars au 21 avril 1998, Panama. Washington, DC., Smithsonian institution, 1998.
- Ruf, F. O. (1991). Les crises cacaoyères. La malédiction des âges d'or? In: *Cahiers d'études africaines*, 31 : 83-134.
- Ruf, F. O. (2011). The myth of complex cocoa agroforests: the case of Ghana. *Hum Ecol*, 39, 373–388.

- Schroth, G., Faria, D., Araujo, M., Bede, L., Van Bael, S A., Cassano, C. R., Oliveira, L. C., Delabie, J. H. C. (2011). Conservation in tropical landscape mosaics : the case of the cacao landscape of southern Bahia, Brazil. *Biodiversity and Conservation*, 20: 1635-1654.
- Shannon, C.E. (1948) *The mathematical theory of communications*. Urbana (USA), Univ. Illinois Press.
- Sonwa, D. J., Weise, S. F., Tchatat, M., Nkongmeneck, B. A., Adesina, A. A., Ndoye, O. & Gockowski, J. (2001). *Rôle des agroforêts à cacao dans la foresterie paysanne et communautaire au sud-Cameroun*. London (England), RDFNI n°25g (i).
- Tano, M. A. (2012). *Crise cacaoyère et stratégies des producteurs de la sous-préfecture de Méadji au Sud-Ouest ivoirien*. Thèse de Doctorat, Ecole Doctorale TESC : Économie, Toulouse (France).
- Wala, K., Sinsin, B., Guelly, K. A., Kokou, K. & Akpagan, A. K. (2005) *Typologie et structure des parcs agroforestiers dans la préfecture de Doufelegou (Togo)*. *Sécheresse*, 16 : 209-216.