



Études phénologiques et dispersion des fruits de *Guarea cedrata* et *Guarea thompsonii* (Meliaceae) dans les forêts semi-caducifoliées du massif forestier de Kisangani (République Démocratique du Congo)

Phenological studies and fruit scattering of *Guarea cedrata* and *Guarea thompsonii* (Melaiceae) in the semi-deciduous Forestry Massive of Kisangani (Democratic Republic of Congo)

Roger KATUSI LOMALISA¹, Jean De Dieu MANGAMBU MOKOSO^{2*}, Josué ARUNA SEFU³
& Hypolyte NSHIMBA SEYA WA MALALE⁴

Abstract: Phenology and fruit dispersal studies of *Guarea cedrata* and *Guarea thompsonii* (Meliaceae) were carried out in the Semi-deciduous Forests of the Northeast Basin of the Central Congolese Basin in the Kisangani forest massif in the D.R. Congo. Two forest panoramas were chosen for this study, namely the Yangambi site located in the Isangi territory, 100 km west of the city of Kisangani and the Yoko site located in the Ubundu territory, 32 km south-east of the same city. To make phenological observations, trees of more than 10 cm in diameter with clearly visible crowns were selected, numbered and grouped into 7 diameter classes with an amplitude of 10 cm. Sampling 251 individuals of *Guarea* including 111 individuals of *Guarea cedrela* and 140 individuals of *Guarea thompsonii* in the two devices of 200 ha each, were carried out on Yangambi and Yoko. In general, the flowering and fruiting of two species are manifested by peaks. For the Yangambi site, peaks are observed in the months of May-June-July and August for flowering and September and October for fruiting while in Yoko, between February-March-July and December. At both sites, individuals of *Guarea cedrata* flowered and fructified in diameters ranging from 40-49.99 cm while those of *Guarea thompsonii* flowered and fructified in all diameter classes. The period of fruit production is generally spread over two periods: the long period is from August to October with a peak in September and the short period is from March to April. Fruit density is not a function of tree diameter or direction, while it is a function of distance from the seed trees. Capsules of two species *G. cedrata* and *G. thompsonii* are not projected beyond the crown as most of them do not exceed 20 m from the radii.

Key words: *Guarea*, Phenology, Fruit scattering, Kisangani, D.R.C.

Résumé : L'étude phénologique et de la dispersion des fruits de *Guarea cedrata* et *Guarea thompsonii* (Meliaceae) ont été menées dans les forêts semi-caducifoliées du Bassin nord-est de la Cuvette Centrale Congolaise dans le massif forestier de Kisangani en République Démocratique du Congo. Deux panoramas forestiers ont été choisis pour cette étude, à savoir le site de Yangambi situé dans le territoire d'Isangi, à 100 km à l'Ouest de la ville de Kisangani et celui de Yoko situé dans le territoire d'Ubundu, à 32 km au Sud-Est de la même ville. Pour effectuer les observations phénologiques les arbres de plus de 10 cm de diamètre dont le houppier était clairement visible ont été sélectionnés, numérotés et groupés en 7 classes de diamètre d'une amplitude de 10 cm. Les observations ont été réalisées sur 251 individus dont 111 individus de *Guarea cedrata* et 140 individus de *Guarea thompsonii* dans les deux dispositifs de 200 ha chacun à Yangambi et Yoko. D'une façon générale, la floraison et la fructification des deux espèces se manifestent par des pics. Pour le site de Yangambi, les pics sont observés au mois de mai-juin-juillet et août pour la floraison et de septembre-octobre pour la fructification ; tandis qu'à Yoko, entre les mois de février-mars-juillet et décembre. Pour les deux sites, les individus de *Guarea cedrata* fleurissent et fructifient à partir des diamètres allant de 40-49,99 cm, tandis que ceux de *Guarea thompsonii* ont fleuri et fructifié dans toutes les classes de diamètre. La période de production des fruits s'étale généralement sur deux périodes : la grande période va du mois d'août au mois d'octobre avec un pic au mois de septembre et le petit cycle est de mars-avril. La densité des fruits n'est pas fonction du diamètre de l'arbre, ni de la direction, tandis qu'elle est fonction de la distance par rapport aux semenciers. Leurs capsules (*Guarea cedrata* et *Guarea thompsonii*) ne sont pas projetées au-delà de la couronne, car la plus part d'entre elle ne dépasse pas 20 m de rayon.

Mots clés : *Guarea*, Phénologie, Dispersion de fruits, Kisangani, R.D.C.

¹ Professeur, Laboratoire d'Écologie et Gestion de la Biodiversité Végétale (LEGEVIV), Département d'Écologie et Gestion des Ressources Végétales, Faculté des Sciences, Université de Kisangani, R.D. Congo, Email : katusi.roger@gmail.com

² Professeur, Laboratoire de Systématique Végétale, Biodiversité & Management des Écosystèmes (LSVBME), Département de Biologie, Faculté des Sciences, Université officielle de Bukavu, R.D. Congo, Email : mangambujd@gmail.com

³ Assistant, Département de l'Environnement & Développement Durable, Institut Supérieur de Développement Rural (ISDR), Kindu, R.D. Congo ; Executive Director of Congo Basin Conservation Society, CBCA-Network, Email : josuearuna@gmail.com

⁴ Professeur ordinaire, Laboratoire d'Écologie et Gestion de la Biodiversité Végétale (LEGEVIV), Département d'Écologie et Gestion des Ressources Végétales, Faculté des Sciences, Université de Kisangani, R.D. Congo, Email : hippolites@yahoo.fr

* Correspondant : mangambujd@gmail.com ; mangambu2000@yahoo.fr ; le deuxième auteur est lauréat d'*European Scientific Journal*, ESJ (October 2002)

INTRODUCTION

La conservation des essences et de leurs ressources génétiques a pour principales bases scientifiques l'étude et l'interprétation des données taxonomiques concernant leurs différences et affinités génétiquement déterminées, leurs modes de répartition naturelle et les raisons écologiques de leur présence (KIMPOUNI & KOUANGA (2006) ; MANGAMBU et al. (2018)). L'insuffisance des connaissances biologiques et écologiques de la plupart des essences indigènes du bassin du Congo constitue une limite et un handicap pour l'aménagement et la conservation des ressources génétiques de ces forêts (BIBANI MBARGA et al. (1998) ; BLANC (2002) ; MANGAMBU (2002) ; IMANI et al. (2016)).

En régions tempérées, les caractéristiques phénologiques des arbres ont été largement étudiées, mais elles sont encore méconnues pour un grand nombre d'espèces tropicales d'Afrique et notamment pour la forêt du bassin du Congo. Cette dernière est communément connu sous le nom de « deuxième poumon vert » de la planète, après l'Amazonie (SHALUFA et al., 2014). La plupart de ces espèces produisent des fleurs et des fruits de manière continue au cours de l'année (SABATIER & PUIG (1982) ; SABATIER (1985) ; BIBANI et al. (1998) ; YALIBANDA (1999) ; DOUCET (2003) ; BOYEMBA (2011) ; MEGA (2011)). Pour d'autres, REICH & BORCHERT (1984) ; NEWBERRY et al. (2006) ; MENGA et al. (2012), la phénologie des arbres varie avec la saisonnalité des conditions environnementales, essentiellement celles des précipitations

Par ailleurs, la connaissance de la capacité de fructification d'une essence en fonction du diamètre est capitale pour définir les modalités de gestion des peuplements. A cet effet, la notion de diamètre de fructification régulière (Dfr) est l'outil d'aide à la détermination du diamètre minimal d'exploitabilité d'une essence (Dme) (MENGA (2011) ; MENGA et al. (2012) afin de garantir le maintien de semenciers potentiels après le passage de l'exploitation et ainsi assurer la régénération de l'essence exploitée (BOYEMBA (2011) ; MENGA (2011) ; MENGA et al., 2012). Il a été proposé de fixer la valeur du Dme d'au moins 10 cm supérieure à celle du Dfr (KOUADIO, 2008).

Si le diamètre minimal de fructification (Dmf) est connu pour un certain nombre d'essences, le Dfr est encore globalement méconnu (DURRIEU DE MADRON et al. (2003)). Dans ces cas, les Dme en vigueur sont donc établis sur des bases empiriques par les administrations nationales. C'est pourquoi, il est nécessaire d'approfondir les connaissances sur la phénologie des essences commerciales africaines afin d'améliorer la gestion de leurs populations. Pour ce faire, afin de conserver ce patrimoine naturel exceptionnel et d'exploiter durablement ses ressources, le pays doit disposer des informations fiables sur le mode de dissémination des diaspores (fruits) des espèces forestières, afin d'avoir une idée sur la capacité d'une essence à gagner de l'espace. De telles informations permettent d'établir des normes capables de garantir une gestion durable et constitueront, par conséquent, la base de l'équilibre démographique des populations végétales assurant ainsi le renouvellement des individus et la pérennité des espèces (PUIG (2001) ; BOYEMBA (2011)).

Ainsi, la présente étude a été conçue dans le but de garantir une gestion durable et un équilibre démographique des populations dans les forêts semi-caducifoliées du massif forestier de Kisangani. Nous nous sommes posés les différentes questions suivantes : (i) quels sont les diamètres à hauteur de la poitrine (DBH, « *Diameter at breast height* ») pour lesquels chaque espèce de *Guarea* fructifie ? (ii) quelles sont les périodes de floraison ainsi que de fructification de ces deux espèces ? (iii) y-a-t-il une direction préférentielle de la chute des fruits ? et (iv) les semenciers projettent-ils les fruits au-delà de leurs couronnes respectives ?

Les objectifs poursuivis dans cette étude sont : (i) de déterminer les diamètres à la hauteur de la poitrine pour lesquels chaque espèce du genre *Guarea* (à savoir *Guarea cedrata* et *Guarea thompsonii*) (Figure 2) atteint sa maturité sexuelle ; (ii) déterminer les périodes de fructification ; (iii) déterminer la direction préférentielle de la chute des fruits et enfin, (iv) déterminer la distance de dispersion des fruits par rapport aux semenciers.

Les deux espèces relèvent de la famille des Meliaceae, elles sont connues sous le nom de « bossé ». Ces espèces sont des grands arbres à feuilles disposées en spirale, composées, paripennées ou imparipennées, des forêts tropicales d'Afrique qui produisent un bois assez recherché. *Guarea cedrata* a une capsule presque globuleuse de 3–5,5 cm de diamètre, jaunâtre à rouge orangé, à denses poils courts, déhiscente par 3–5 valves, contenant (2–) 3–5 graines (Figure 2.a). Les graines sont réniformes à arrondies-triangulaires, de 2–4 cm × 1,5–2 cm, à tégument charnu orange. Cette espèce présente une germination hypogée, les cotylédons restant enfermés dans le tégument, épicotyle de 8–12 cm de long, les deux premières feuilles sont opposées, habituellement 3-foliolées.

Tandis que le fruit de *Guarea thompsonii* a une capsule presque globuleuse, de 3–4 cm de diamètre, violet rougeâtre, glabre, rugueuse, déhiscente par 3–4 valves, à 1–2(–4) graines (Figure 2.b). Les graines sont réniformes à arrondies-triangulaires, d'environ 3 cm × 1,5 cm, à tégument charnu orange rougeâtre. L'espèce présente une germination hypogée, les cotylédons restant enfermés dans le tégument ; l'épicotyle a 6–10 cm de long ; les deux premières feuilles ont opposées, simples. L'Union internationale pour la conservation de la nature (IUCN), en anglais (IUCN), les considère comme des espèces vulnérables (VU).

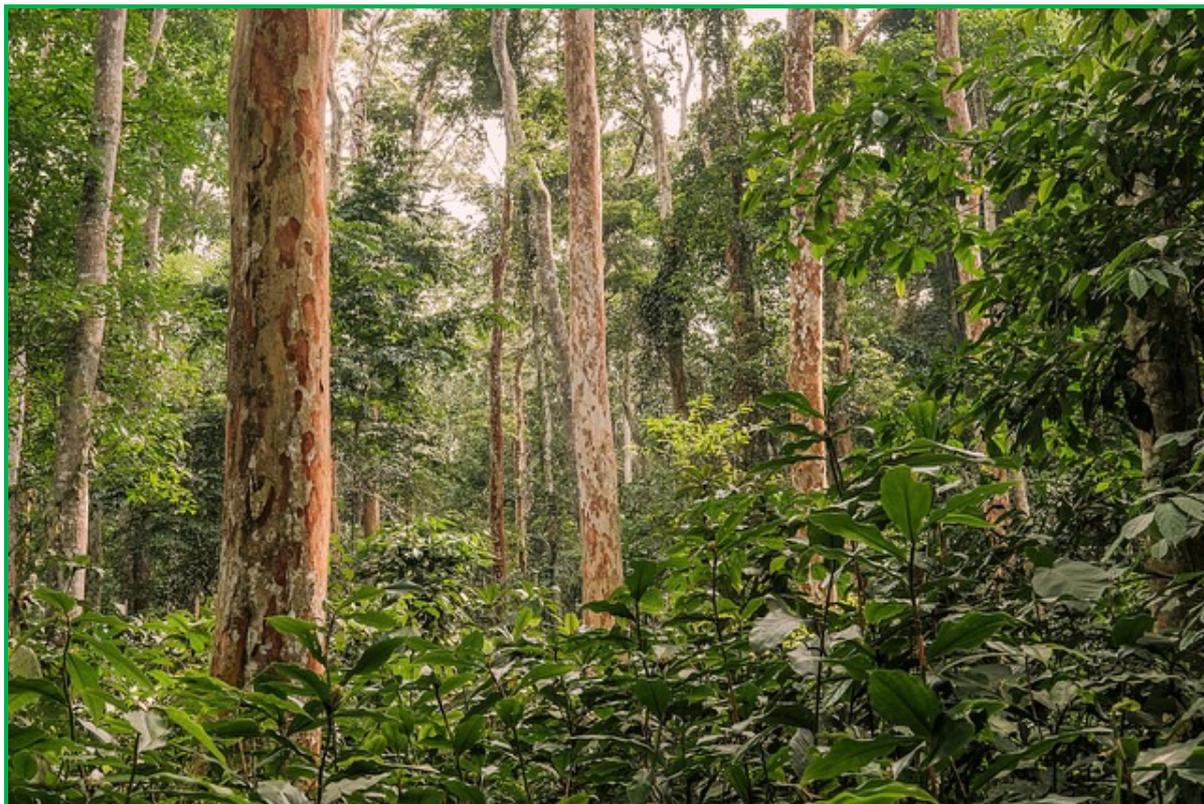


Figure 1. Peuplement à tronc de *Guarea thompsonii* dans la région de Yangambi.
(© Jean De Dieu MANGAMBU, 2018).



Figure 2. Fruits matures de *Guarea* (à gauche : *Guarea cedrata*, à droite : *Guarea thompsonii*)
(© Roger KATUSI, 2014)

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Sites d'étude

Les études ont été menées dans les forêts semi-caducifoliées dans le Bassin nord-est de la Cuvette Centrale Congolaise dans les massifs forestiers de Kisangani en République Démocratique du Congo (R.D.C). Nos prélèvements et nos observations se sont réalisés sur deux sites : le site de Yangambi situé dans le territoire

d'Isangi, à 100 km à l'Ouest de la ville, entre 0° 38' et 1° 10' N, 24° 16' et 25° 08' E (BOYEMBA, 2001) et le site de Yoko situé dans le territoire d'Ubundu, à 32 km au Sud-Est de la ville de Kisangani, entre 0° 15' et 0° 20' N, 25° 14' et 25° 20' E (MANGAMBU, 2002). La localisation de ces sites est précisée dans la Figure 3.

Situé dans la zone équatoriale, les deux sites d'étude bénéficient d'un climat équatorial dont la température moyenne mensuelle varie entre 22,4 et 29,3 °C, avec une moyenne annuelle proche de 25 °C et les précipitations annuelles varient entre 1.500 et 2.000 mm, avec une moyenne de 1.750 mm ; les sols sont ferrallitiques (KOMBELE, 2004).



Figure 3. Carte de la République Démocratique du Congo (A : Localisation de la zone d'étude ; B: Bassin du fleuve Congo ; C : localisation de la R.D.C dans le continent Africain).

Protocole expérimental

Les observations phénologiques ont été effectuées sur 251 individus dont 111 individus de *Guarea cedrata* (A. Chev.) Pellegr. et 140 individus de *Guarea thompsonii* Sprague & Hutch. dans les deux dispositifs de 200 ha chacun, à Yangambi et à Yoko. Dans chaque site, les arbres de plus de 10 cm de diamètre dont le houppier était clairement visible ont été sélectionnés, numérotés et groupés en 7 classes de diamètre d'une amplitude de 10 cm [Classe de 20 (dhp < 25 cm), Classe de 30 (25-35 cm), Classe de 40 (35-45 cm), Classe de 50 (45-55 cm), Classe de 60 (55-65 cm), Classe de 70 (65-75 cm) Classe de 80 (dhp > 75 cm)] (BIBANI et al., 1998 ; DURRIEU DE MADRON et al. (2003) ; DURRIEU DE MADRON & DAUMERIE (2004), à raison d'un minimum de 20 arbres par classe de diamètre. La seule exception concerne *G. cedrata* pour lequel nous avons disposé d'un effectif inférieur à vingt unités pour la classe de diamètre inférieur à 20 cm.

La phénologie reproductrice de ces individus a été suivie mensuellement pendant 36 mois sur les deux sites (de novembre 2011 à novembre 2014) à raison de deux fois par mois, c'est-à-dire tous les 15 jours. Les observations ont porté sur la présence de fleurs et de fruits (immatures et mûrs) et ont été faites à la jumelle (TROPHY 10X50). La présence des fleurs et des fruits sur chaque individu a été notée (« présence » ou 1, « absence » ou 0).

Ensuite le diamètre de la fructification régulière (Dfr), diamètre à partir duquel une fructification massive et régulière est constatée dans une population, est analysé pour connaître la période de production des fruits. La fixation du Dfr est basée sur la proportion de tiges ayant fructifié dans chaque classe de diamètre (KOUADIO, 2008). DEBROUX (1998) et DOUCET (2003), la fixent à 70 % des tiges de la classe de diamètre

considérée, alors que DURRIEU DE MADRON & DAUMERIE (2004) et SHALUFA et al. (2014), se basent sur 80 % des tiges. Dans la présente étude, la valeur de 70 % a été retenue.

Pour l'étude de la dispersion des fruits, nous avons considéré comme « semencier », tout individu des différentes classes de diamètre suivi dans le circuit phénologique et ayant fructifié. Le but de la présente étude n'était pas de faire une quantification totale des fruits produits pour chaque semencier inventorié, mais d'apprécier à juste mesure, au moment de l'inventaire, la quantité des fruits tombés par rapport à la distance au semencier (distance de dispersion) et/ou par rapport à l'orientation (Nord, Sud, Est, Ouest, Nord-Est, Nord-Ouest, Sud-Est et Sud-Ouest). Autour de chaque semencier, les huit couloirs de 2 m de large et aussi de 21 m de long chacun ont été ouverts et orientés vers les quatre points cardinaux principaux (Est, Nord, Ouest et Sud) et les quatre autres orientations intermédiaires (Nord-Est, Nord-Ouest, Sud-Est et Sud-Ouest). Chaque couloir a été subdivisé en 12 carrés de 4 m² chacun, exceptés les premiers carrés des orientations intermédiaires qui ont chacun 3 m² de surface. Le comptage de fruits a été réalisé dans chaque carré et cela dans les huit orientations.

RÉSULTATS

Les paramètres, tels que la proportion d'arbres fleuris et fructifiés en fonction des précipitations et des différents mois de l'année, la longueur des différents rayons en fonction des orientations et des semenciers et enfin, la densité des fruits en fonction de l'orientation et de la distance aux pieds-mères, ont été analysés.

Phénologie de la floraison et de la fructification

Dans le site de Yangambi, sur un total de 62 individus de *Guarea cedrata* suivis, 32 individus ont fleuri, soit un taux de 51,6 % et 31 individus ont fructifié, soit un taux de 50 % ; tandis qu'à Yoko, sur un total de 50 individus suivis, 19 individus ont fleuris et fructifiés, soit un taux respectivement de 38 % pour chacun. De même, sur un total de 70 individus de *Guarea thompsonii* suivis à Yangambi, 54 individus ont fleuri, soit un taux de 77,1 % et 41 individus ont fructifié, soit un taux de 58,6 % tandis qu'à Yoko, sur 70 individus de *Guarea thompsonii* suivis, 9 individus ont fleuris et fructifiés, soit un taux de 12,9 % pour chacun.

Phénologie de floraison

La figure 4.a, montre que, dans le site de Yangambi, la floraison de *Guarea cedrata* s'effectue à partir de mois de février pour quelques rares individus et s'étale du mois de mars jusqu'au mois d'octobre, mais les mois où les individus fleurissent le plus s'observent à partir du mois de mars jusqu'au mois de juillet, avec des pics aux mois de mai et juin. La proportion maximale s'observe pendant le mois de mai avec 19,3 % d'arbres fleuris, suivi du mois de juin avec 16,1 % et de juillet avec 9,7 %, tandis que les autres mois ont une proportion inférieure à 9 %.

Il convient de signaler que la période de novembre à janvier ne présente aucun arbre fleuri. Par contre, dans le site de Yoko, la floraison s'effectue à partir du mois de janvier jusqu'à mars, puis de juin jusqu'à août et enfin, on constate des pics observés pendant les mois de février, mars, juillet. Les proportions maximales de la floraison s'observent pendant les mois précités ci-haut, tandis que la proportion minimale s'observe au cours du mois de juin avec 3,8 % (Figure 4.b). En utilisant le test d'ANOVA pour comparer les proportions d'arbres fleuris en fonction des mois au sein des deux sites (Figures 4.a et 4.b), on constate qu'il n'y a pas de différence significative ($F = 0,6$; $dl = 11$ et $p\text{-value} = 0,8 > 0,05$).

Pour l'espèce *Guarea thompsonii*, la Figure 5.a, montre que, dans le site de Yangambi, on observe deux pics, qui coïncident globalement avec la période de la saison sub-sèche, c'est-à-dire les mois de juillet et août. La proportion maximale s'observe pendant le mois de juillet avec 57,1 % des tiges fleuries tandis que la valeur minimale se situe pendant le mois de novembre avec 1,4%. D'autre part, dans le site de Yoko, on observe aussi des proportions d'arbres qui fleurissent aux mois de mars, avril, mai, juillet et septembre. La proportion maximale s'observe pendant le mois de mars avec 7,1 % des tiges fleuries tandis que la valeur minimale se situe aux mois de mai et juillet avec 1,4 % pour chacun d'eux (Figure 5.b).

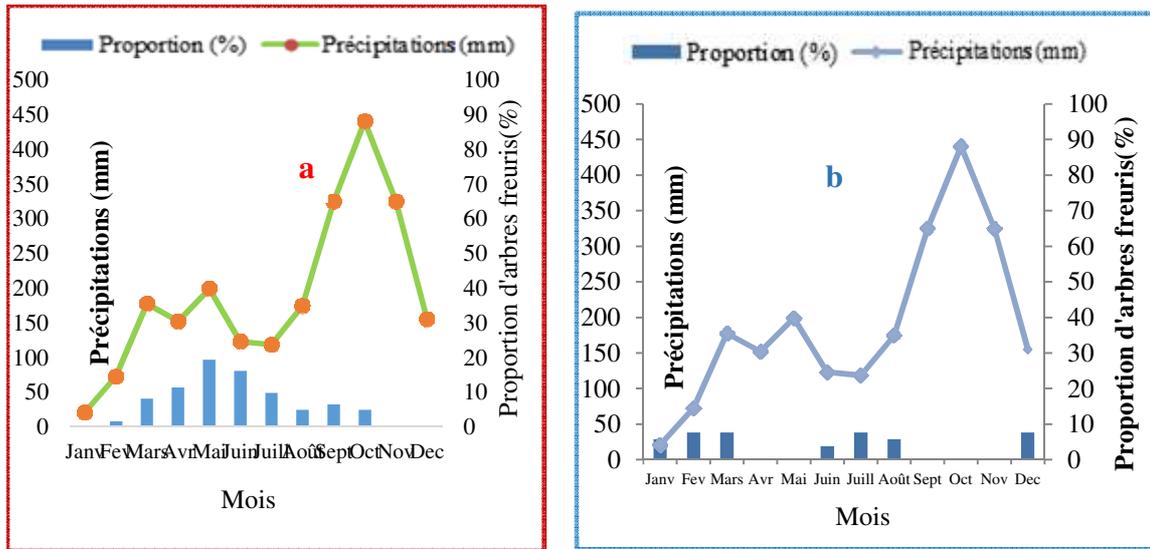


Figure 4. Phénologie de la floraison de *Guarea cedrata* (a : Site Yangambi et b : Site Yoko).

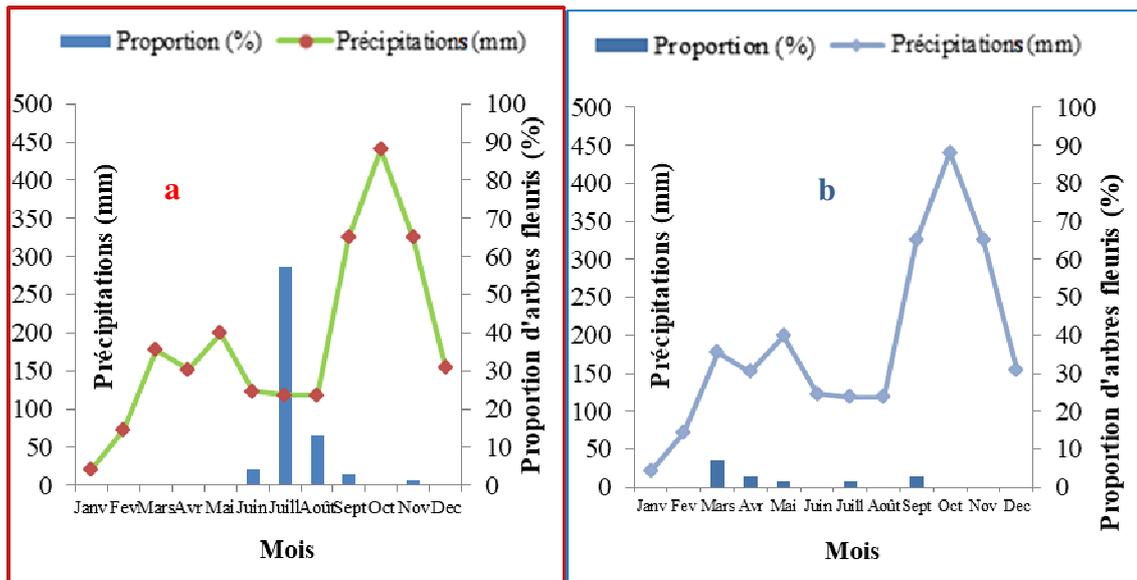


Figure 5. Phénologie de la floraison de *Guarea thompsonii* (a : Site Yangambi et b : Site Yoko).

Phénologie de la fructification

Pour l'espèce *Guarea cedrata*, la figure 6.a montre que, dans le site de Yangambi, la période de production des fruits (immatures) s'étale généralement sur deux périodes : la grande période va du mois de juillet à octobre avec un pic qui s'observe au mois d'août et la petite période, va du mois de mars à juin et novembre. La proportion de fruits matures produite est minimale du mois de mars jusqu'à juin, puis à novembre et elle est maximale du mois de juillet jusqu'en septembre, mais la chute des fruits continue jusqu'à la fin du mois de janvier pour les individus à floraison massive tandis que la moins massive s'étend de mars à juin. Dans le site de Yoko, la production des fruits (immatures) s'étale généralement sur trois périodes : aux mois de mars et avril, puis juin et juillet et enfin, en novembre et décembre avec un pic observé au mois de juin, avec une proportion de l'ordre de 7,4 %. Les mois d'avril et juillet présentent des proportions équivalentes de l'ordre de 5,6 % chacun, tandis que ceux de mars et de décembre présentent des proportions faibles de l'ordre de 1,9 % chacun (Figure 6.b). En utilisant le test d'ANOVA pour comparer les proportions d'arbres fructifiés en fonction des mois au sein de deux sites, on constate qu'il n'y a pas de différence significative ($F = 0,75$; $df = 11$ et $p\text{-value} = 0,67 > 0,05$).

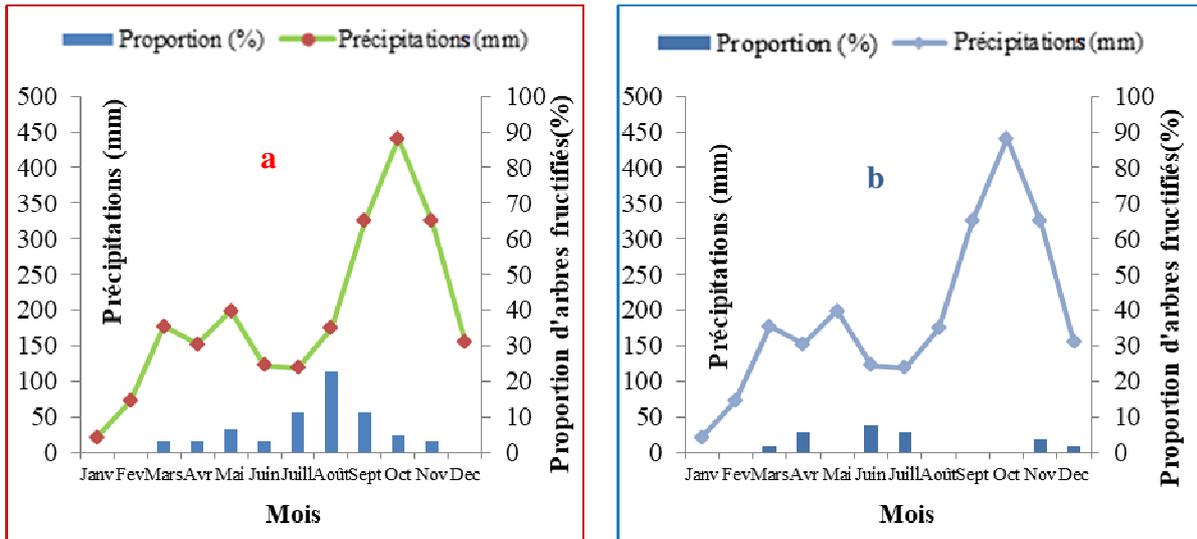


Figure 6. Phénologie de fructification de *Guarea cedrata* (a : Site = Yangambi et b : Site = Yoko).

Pour l'espèce, *Guarea thompsonii*, la figure 7.a montre que, dans le site de Yangambi, la production des fruits (immatures) s'étale généralement sur deux périodes : la grande période va du mois d'août au mois d'octobre avec un pic observé au mois de septembre et la petite période, de mars à avril. Les arbres produisent énormément des fruits immatures, mais c'est seulement le deux tiers qui atteignent la maturité.

La maturation des fruits varie entre 2 et 3 mois. La proportion de fruits matures produite est minimale au moins d'octobre à mi-novembre et maximale de mi-novembre à décembre ; par contre la chute des fruits continue jusqu'à la fin du mois de janvier pour les individus à floraison massive. Lors d'une floraison peu massive, elle a eu lieu pendant les mois de mars et d'avril. Cependant, la proportion maximale de fructification s'observe vers le mois de septembre avec un taux de 30 % tandis qu'elle est minimale pendant les mois de mars et d'avril avec 3 % chacun. La figure 7.b montre que, dans le site de Yoko, la période de production des fruits (immatures) s'étale généralement sur deux périodes : des mois de mai jusqu'à août et de novembre jusqu'à janvier avec un pic observé au mois de juin, avec une proportion de l'ordre de 5,7 %. Concernant les autres valeurs mensuelles, nous avons respectivement 4,3 % en juillet, suivis de décembre avec 2,9 %, tandis que les mois de janvier, août, novembre et janvier ont eu des proportions faibles de l'ordre de 1,4 % chacun.

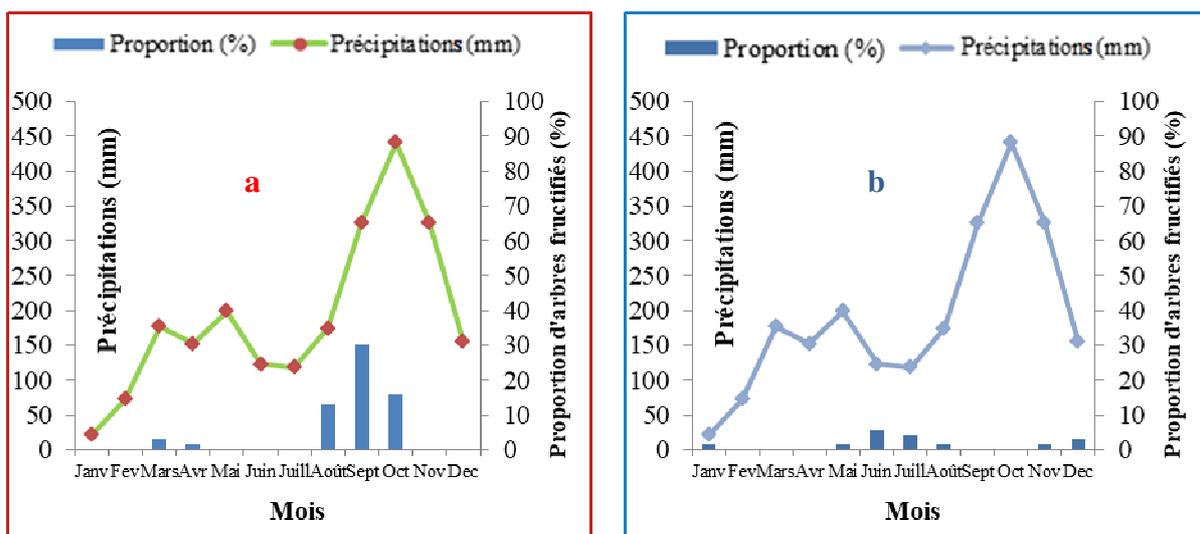


Figure 7. Phénologie de fructification de *Guarea thompsonii* (a : Site = Yangambi et b : Site = Yoko).

Le diamètre de fructification

Le tableau 1a montre que, dans le site de Yangambi, les individus de *Guarea cedrata* fleurissent et fructifient à partir de la classe 30 (c'est-à-dire à dhp = 29-39 cm) tandis qu'à Yoko, à partir de la classe 40 (c'est-à-dire à dhp = 39-49 cm). Les diamètres minima de fructification sont de 25 cm à Yangambi et 35 cm à Yoko. Au sein de deux sites, la floraison efficace s'effectue à partir de dhp \geq 55 cm de diamètre où la majorité des individus produisent des fleurs et des fruits mais au-delà de dhp \geq 100 cm, le pourcentage d'arbres producteurs de fruits diminue légèrement. En utilisant le test d'ANOVA pour comparer la proportion des tiges fleuries et fructifiées au sein de deux sites, on constate qu'il y a une différence significative (F = 6,9; dl = 6 et p-value = 0,01143 *). Et le tableau 1b montre que, les individus *Guarea thompsonii* fleurissent et fructifient dans toutes les classes de diamètres dans le site de Yangambi tandis qu'à Yoko, à partir de la classe de 30 (29-39 cm). Les diamètres minima pour la fructification sont de 25 cm à Yangambi et de 35 cm à Yoko. Les proportions de tiges fleuries et ayant fructifiées sont néanmoins plus faibles pour les arbres de petite stature alors que peu d'arbres au-delà de 75 cm de diamètre fleurissent sans fructifier par la suite. En utilisant le test d'ANOVA pour comparer la proportion des tiges fleuries et fructifiées entre les deux sites, on constate qu'il y a une différence très significative (F= 13,2 ; dl= 1 et p-value = 0,003395 **).

Tableau 1a.- Proportion des tiges de *Guarea cedrata* ayant fleuries et fructifiées
(Eff = effectif ; % TFl = taux de floraison et TFr = taux de fructification).

Classes de diamètre	Site de Yangambi			Site de Yoko		
	Eff	TFl (%)	TFr (%)	Eff	Tg Fl (%)	Tg Fr (%)
Classe de 20 (dhp < 25 cm)	10	0	0	10	0	0
Classe de 30 (25-35 cm)	10	30	20	9	0	0
Classe de 40 (35-45 cm)	7	43	43	5	40	40
Classe de 50 (45-55 cm)	6	17	17	5	40	40
Classe de 60 (55-65 cm)	10	100	100	7	71	71
Classe de 70 (65-75 cm)	9	56	56	4	100	100
Classe de 80 (dhp > 75 cm)	10	70	70	10	60	60
Total	62			50		

Tableau 1b.- Proportion des tiges de *Guarea thompsonii* ayant fleurie et fructifié
(Eff = effectif ; % TFl = taux de floraison et TFr = taux de fructification).

Classes de diamètre	Site de Yangambi			Site de Yoko		
	Eff	Tg Fl (%)	Tg Fr (%)	Eff	Tg Fl (%)	Tg Fr (%)
Classe de 20 (dhp < 25 cm)	10	50	30	10	0	0
Classe de 30 (25-35 cm)	10	80	80	10	10	10
Classe de 40 (35-45 cm)	10	100	100	10	20	20
Classe de 50 (45-55 cm)	10	100	80	10	10	10
Classe de 60 (55-65 cm)	10	70	70	10	20	20
Classe de 70 (65-75 cm)	10	100	30	10	0	0
Classe de 80 (dhp > 75 cm)	10	40	20	10	30	30
Total	70			70		

Dispersion des fruits

Densité des fruits en fonction des semenciers

Sur un total de dix semenciers observés de *Guarea cedrata*, le tableau 2a montre que : 57,1 % des semenciers portent des fruits sur 3/4 ou 5/8 de la couronne ; 21,4 % sur 1/2 et enfin, 21,4 % sur 1/1 ou 7/8. Et le tableau 2b montre que, sur un total de dix semenciers observés de *G. thompsonii*, 50 % des semenciers portent des fruits sur le 3/4 ou 5/8 de la couronne, 30 % sur 1/4 ou 3/8 et enfin, 20 % sur 3/4.

Tableau 2a.- Les dhp, la proportion des fruits sur la couronne et la densité des fruits dénombrés au sol des dix semenciers inventoriés.

Semenciers	dhp (cm)	% des fruits sur la couronne	Effectifs fruits dénombrés au sol
Semencier 1 (Sem 1)	69,1	[50-75%]	126
Semencier 2 (Sem 2)	68,6	[50-75%]	102
Semencier 3 (Sem 3)	91,6	[75-100 %]	569
Semencier 4 (Sem 4)	68,6	[50-75%]	2341
Semencier 5 (Sem 5)	40	[25-50 %]	67
Semencier 6 (Sem 6)	47	[25-50%]	1070
Semencier 7 (Sem 7)	59,3	[25-50 %]	89
Semencier 8 (Sem 8)	60,1	[75-100 %]	196
Semencier 9 (Sem 9)	88,2	[75-100 %]	155
Semencier 10 (Sem 10)	62,1	[50-75%]	140

Tableau 2b . Les dhp, la proportion des fruits sur la couronne et la densité des fruits dénombrés au sol des différents semenciers inventoriés.

Semenciers	dhp (cm)	% des fruits sur la couronne	Effectifs fruits dénombrés au sol
Semencier 1 (Sem 1)	52,6	[50-75%]	882
Semencier 2 (Sem 2)	15,8	[50-75%]	1582
Semencier 3 (Sem 3)	52,9	[25-50%]	167
Semencier 4 (Sem 4)	30	[50-75%]	116
Semencier 5 (Sem 5)	66,6	[75-100%]	1265
Semencier 6 (Sem 6)	35	[25-50%]	102
Semencier 7 (Sem 7)	50,6	[50-75%]	469
Semencier 8 (Sem 8)	38,9	[75-100%]	1838
Semencier 9 (Sem 9)	15	[50-75%]	150
Semencier 10 (Sem 10)	29,9	[25-50%]	980

Densité des fruits en fonction de la direction

La figure 8.a montre que, dans l'ensemble des dix semenciers de *Guarea cedrata* dénombrés, 50 % des carrés de la direction Est ont des densités comprises entre 7 à 80 fruits ; celles de la direction Nord, entre 24 à 110 fruits ; celles de la direction Nord-Est, entre 32 à 61 fruits ; celles de la direction Nord-Ouest, entre 8 à 80 fruits ; celle de la direction Sud, entre 9 à 90 fruits ; celle de la direction Sud-Est, entre 3 à 114 fruits ; celle de la direction Sud-Ouest, entre 13 à 104 fruits et enfin, celles de la direction Ouest, entre 6 à 90 fruits. En utilisant le test d'ANOVA pour comparer la densité des fruits dénombrés en fonction des directions de différents semenciers, on constate qu'il n'y a pas de différence significative ($F = 0,23$; $dl = 7$, $p\text{-value} = 0,98 > 0,05$).

De même pour l'ensemble des dix semenciers de *Guarea thompsonii* dénombrés, la figure 8.b montre que, 50% des carrés de la direction Est ont des densités comprises 11 à 248 fruits ; ceux de la direction Nord, entre 13 à 169 fruits ; ceux de la direction Nord-Est, entre 7 à 66 fruits ; ceux de la direction Nord-Ouest, entre 11 à 155 fruits ; ceux de la direction Sud, entre 13 à 142 fruits ; ceux de la direction Sud-Est, entre 9 à 112 fruits ; ceux de la direction Sud-Ouest, entre 13 à 104 fruits et enfin, ceux de la direction Ouest, entre 20 à 149 fruits ($F = 0,8$; $dl = 7$, $p\text{-value} = 0,6 > 0,05$).

Densité des fruits en fonction de la distance par rapport au semencier

La figure 9.a montre que, dans l'ensemble des dix semenciers de *Guarea cedrata* dénombrés, la densité de fruits diminue avec l'augmentation de la distance par rapport aux pieds-mères avec un pic observé entre 5 à 7 m (D3). En d'autres termes, la densité des fruits diminue au fur et à mesure qu'on s'éloigne des pieds-mères. En utilisant le test de χ^2 pour comparer la densité des fruits en fonction de la distance par rapport aux

pieds-mères, on constate qu'il y a une différence très hautement significative ($\chi^2 = 2449,2$; dl = 81 et p-value < 2.2e-16).

Il en est le même pour l'ensemble de dix semenciers de *Guarea thompsonii* dénombrés, la densité de fruits diminue avec la distance par rapport aux pieds-mères avec un pic observé entre 2 à 3 m (D1). C'est-à-dire, la densité des fruits diminue au fur et à mesure qu'on s'éloigne des pieds-mères. En utilisant le test de Khi deux, on constate qu'il y a une différence très hautement significative de la densité des fruits de différents semenciers dénombrés en fonction de la distance par rapport aux pieds-mères ($\chi^2 = 1610,9$; dl = 72 et p-value < 2.2e-16) (Figure 9.b). Il convient de signaler que, la densité la plus élevée est observée à partir de 3 jusqu'à 9 m de la distance pour l'espèce *Guarea cedrata* et de 3 jusqu'à 5 m pour *Guarea thompsonii*.

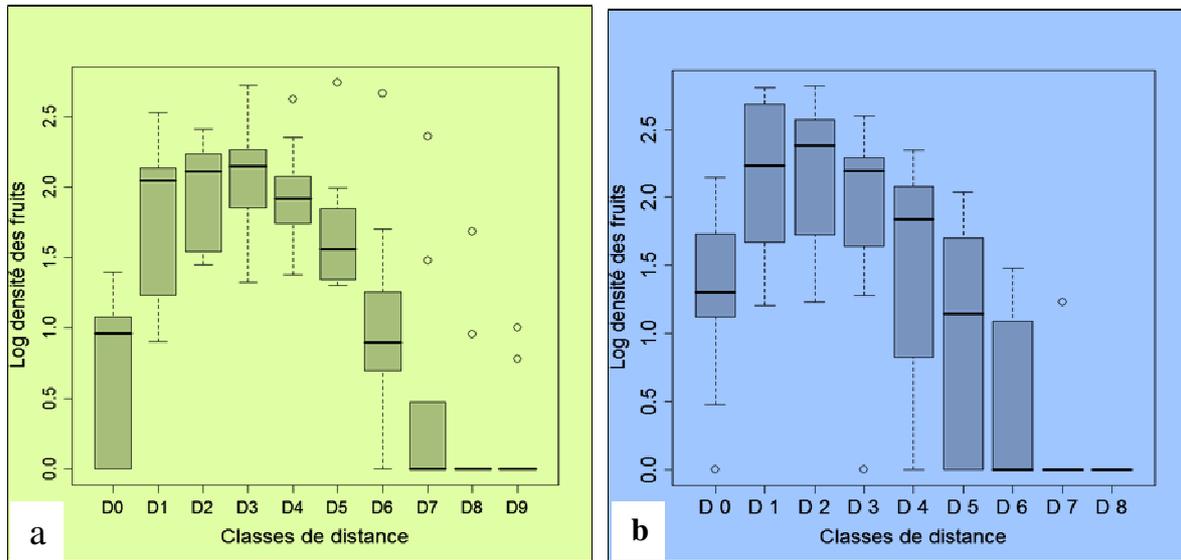


Figure 9. Dispersion des valeurs des densités des fruits en fonction des distances par rapport au pieds-mère. La boîte représente l'intervalle dans lequel sont regroupés 50 % des densités des fruits et la barre épaisse à l'intérieur de la boîte indique la densité moyenne ; la barre basse indique la densité minimale et la barre haute indique la densité maximale (a : *Guarea cedrata* et b : *Guarea thompsonii*).

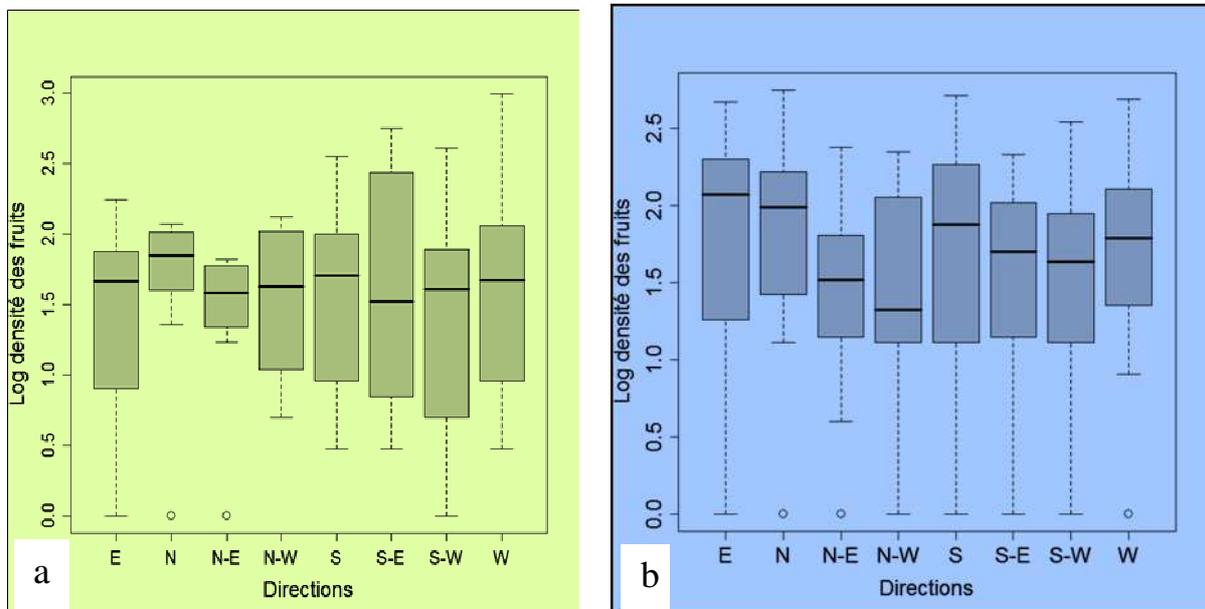


Figure 10. Dispersion des valeurs des densités des fruits en fonction des directions. La boîte représente l'intervalle dans lequel sont regroupés 50 % des densités des fruits et la barre épaisse à l'intérieur de la boîte indique la densité moyenne ; la barre basse indique la densité minimale et la barre haute indique la densité maximale (10.a : *Guarea cedrata* et 10.b : *Guarea thompsonii*).

DISCUSSION

Périodicité phénologique

Au sein de deux sites d'étude, la floraison et la fructification de *Guarea cedrata* et *Guarea thompsonii* se manifestent par pics. Pour le site de Yangambi, les pics sont observés au mois de Mai-juin-juillet et août pour la floraison et, septembre et octobre pour la fructification tandis qu'à Yoko, entre les mois de février-mars-juillet et Décembre. Les résultats similaires ont été observés par SABATIER & PUIG (1982), YALIBANDA (1999), DOUCET (2003), KOUADIO (2008), BOYEMBA (2011) et MENGA (2012) pour les Etudes phénologiques et dispersion des fruits des certaines essences africaines exploitées. Toutefois, la fructification de ces deux espèces de *Guarea* est parfois annuellement régulière pour certains pieds mais discontinue pour la plupart des individus pieds de ces espèces.

Les recherches antérieures ont montrent que certaines espèces caractéristiques des forêts semi-décidues d'Afrique centrale, telles qu'*Entandrophragma* spp. (MEDJIBE & HALL (2002) et DURRIEU DE MADRON et al. (2003), les autres espèces : *Prioria balsamifera*, *Terminalia superba* et *Xylopia welwitschii* (COURALET, 2010) la floraison se produit simultanément avec l'apparition des nouvelles feuilles et cela au début des saisons des pluies. Il convient de signaler que la floraison varie en fonction de l'échelle d'observation selon les auteurs ainsi que du site d'étude. À l'échelle de l'individu, la floraison présente un rythme annuel car la majorité des individus ne fleurissent qu'une seule fois par an et celui du peuplement, elle est rythmique annuel car les individus fleurissent par groupes (c'est-à-dire deux pics de floraison et de fructification sont observables, mais chaque groupe ne fleurit qu'une seule fois par an (HECKETSWEILER (1992) ; NEWSTROM et al. (1994).

MENGA et al. (2012), en analysant la phénologie reproductrice de *Millettia laurentii* dans trois sites différents, ils ont pu observer deux grandes périodes de floraison, qui coïncident globalement avec les périodes de débourrement des feuilles et les deux saisons des pluies, en janvier et septembre pour le site 3, en février et septembre pour le site 1, en février et octobre pour le site 2 tandis qu'en ce qui concerne la fructification, la période de production des fruits s'étale généralement sur deux périodes : la grande période va du mois d'avril au mois d'août et la petite d'octobre à décembre, cela pour tous les trois sites (MENGA, 2011) tandis que BOYEMBA (2011), a pu observer que la fructification de *Pericopsis elata* a eu lieu depuis le mois de juin jusqu'au mois de décembre ce qui semble corroboré avec notre résultat.

BOYEMBA (2011), a pu montrer que chez *Pericopsis elata*, l'intensité de fructification, c'est-à-dire le nombre d'arbres qui fructifient ainsi que la quantité de fruits produits par arbre, diffère très significativement entre les années et les arbres. L'année durant laquelle très peu d'arbres fructifient, la production de fruits par arbre est aussi très faible ; on observe des fruits seulement sur 1/4 ou 2/4 de la couronne des arbres en fruit. La fructification est toutefois annuelle régulière (chaque année) et discontinue entre seulement les mois de juin jusqu'à décembre tandis que MENGA et al. (2012), en analysant la phénologie de *Millettia laurentii* dans trois sites différents, ils ont pu observer deux grandes périodes de floraison, qui coïncident globalement avec les périodes de débourrement des feuilles et les deux saisons des pluies, en janvier et septembre pour le site 3, en février et septembre pour le site 1, en février et octobre pour le site 2 tandis que pour la fructification, la période de production des fruits s'étale généralement sur deux périodes : la grande période va du mois d'avril au mois d'août et la petite d'octobre à décembre, cela pour tous les trois sites (MENGA, 2011) .

Pour plusieurs auteurs, comme BERNIER et al. (1981) et GAUTIER et al. (1985), la saison sèche joue un rôle capital dans la maturation des fruits : l'insolation et l'élévation de la température activent la maturation des fruits ce qui ne corrobore pas avec notre résultat où on avait observé une maturation maximale des fruits au mois de Décembre dans le site de Yangambi et Juillet dans le site de Yoko.

Diamètre de fructification

Les traits d'histoire de vie des espèces exploitées sont des informations fondamentales à l'élaboration des plans d'aménagement d'un écosystème forestier. Parmi lesquels, la connaissance du diamètre de fructification régulière (DFR) d'une essence est un élément capital pour le maintien de semenciers potentiels devant assurer la régénération de la ressource ligneuse dans une forêt en cours d'exploitation (MENGA, 2012).

Au sein de deux sites d'études (Yoko et Yangambi), les individus de *Guarea cedrata* (Figure 11.a) ont fleuri et fructifié à partir des diamètres allant de 40-49,99 cm tandis que ceux de *Guarea thompsonii*, ont fleuri et fructifié dans toutes les classes de diamètre (Figure 11b). BIBANI MBARGA et al. (1998) ont observé à peu près la même chose en étudiant la phénologie de 86 espèces des bois d'œuvres dans le dispositif expérimental d'Ebom que, les espèces ont fleuri et fructifié dans toutes les classes de diamètre, ce qui corrobore ou affirme les résultats obtenus avec ceux de l'espèce *Guarea thompsonii*. Cependant, JONKERS (1987) martèle qu'un bon nombre d'espèces ne fructifie pas précocement pour les diamètres de petites dimensions ; il faudrait qu'elles atteignent un certain diamètre pour commencer à fructifier ce qui corrobore nos résultats concernant l'espèce

Guarea cedrata qui peut se fructifier si les individus ont les diamètres minima de 25 - 35 cm dans les forêts semi-caducifoliées du massif forestier de Kisangani la Kisangani.



Figure 11. Troncs de *Guarea* (« à gauche : *Guarea cedrata*, à droite : *G. thompsonii* »)
(© Roger KATUSI, 2014)

La notion de diamètre de fructification régulière (Dfr) de plusieurs essences est relativement méconnue en forêt naturelle (DURRIEU DE MADRON et al. (2003) ; DURRIEU DE MADRON & DAUMERIE (2004). Pour ce qui est connu, les valeurs varient fortement entre espèces, et parfois entre sites pour une même espèce. A titre d'exemple, YALIBANDA (1999) et DOUCET (2003) ont respectivement trouvé un Dfr de 45 cm pour *Lophira alata* au Gabon et 35 cm au Cameroun. GILLET et al. (2008) en République du Congo et SEPULCHRE et al.(2008) au Gabon, ont déterminé le Dfr du *M. laurentii* à 45 cm. BOYEMBA (2011) et MENGA (2011) à Yoko ont décelé pour l'espèce *Pericopsis elata* , un Dmf compris entre 20-30 cm et le Dfr entre 80-90 cm où 95 % des individus ont fructifiés et MENGA et al. (2012) ont pu observer pour l'espèce *Millettia laurentii* que, le diamètre minimum de fructification (Dmf) est de 10 cm et celui de fructification régulière (Dfr) est compris entre 40 et 50 cm.

La chute des fruits est-elle influencée par la direction ?

En tenant compte de différentes directions des rayons, on a constaté que la densité des fruits n'est pas tributaire d'une direction donnée. En d'autres termes, la densité de chute des fruits n'est pas influencée par la direction des branches car pour un semencier donné, les fruits peuvent plus tomber dans une direction donnée que celle d'autre et vis-versa. D'où « il n'y a pas une direction préférentielle de la chute des fruits ». A Yoko, BOYEMBA (2011) a observé un résultat similaire pour l'espèce *Pericopsis elata* dans la dispersion de ses graines

La densité des fruits est-elle influencée par la distance par rapport à individu-mère ?

En analysant la densité des fruits en fonction de la distance par rapport au semencier, on a constaté qu'au fur et à mesure qu'on s'éloigne du semencier, la densité des fruits diminue. En d'autres termes, les capsules de *Guarea cedrata* et *Guarea thompsonii* ne sont pas projetées au-delà de la couronne car la plus part d'entre elle ne dépasse pas 20 m des rayons. Les mêmes résultats ont été obtenus par SHALUFA et al., (2014) dans leurs études sur la structure, dispersion spatiale et abondance de la population à *Guarea thompsonii* à Yoko. Mais BOYEMBO (2011) dans la forêt de Yoko, a pu remarquer que le semencier de *Pericopsis elata* peut projeter les gousses au-delà de la couronne et cela pourrait être influencé par le coup des vents. Dans la forêt Guyanaise, SABATIER (1983) a observé que la distance de dispersion reste faible pour l'ensemble d'espèces de la forêt tropicale et elle varie entre 20 à 150 m (par exemple a ce qui concerne quelques espèces anémochores, 20 m pour *Caraipa densiflora*, 60 m pour *Dicorynia guianensis*, 100 m pour *Sclerolobium melinonii* et 150 m pour

Pseudopiptadenia suaveolens), mais l'intervalle est plus élevée lorsque l'unité de dissémination est la graine (AUGUSPURGER (1984) et COLLINET (1997).



Figure 12. Branchages de Guarea (à gauche : *Guarea cedrata*, à droite : *G. thompsonii*, © Roger KATUSI, 2014).

CONCLUSION

L'étude de la phénologie et du diamètre de fructification ainsi que la dispersion des fruits qui a fait l'objet dans cette étude, a permis d'élucider les mois de floraison ainsi que de la fructification de *Guarea cedrata* et *Guarea thompsonii*. Dans le site de Yangambi, sur un total de 62 individus suivis, 32 individus ont fleuri, soit un taux de 51,6 % et 31 individus ont fructifié, soit un taux de 50 % tandis qu'à Yoko, pour un total de 50 individus suivis, 19 individus ont fleuris et fructifiés, soit un taux respectif de 38 % chacun. La floraison a eu lieu à partir de mois de février pour quelques rares individus et s'étale du mois de mars jusqu'au mois de septembre, mais les mois où les individus fleurissent le plus s'observent à partir du mois de mars jusqu'au mois de juillet avec des pics observés aux mois de mai et juin à Yangambi tandis qu'à Yoko, elle s'effectue à partir du mois de janvier jusqu'à mars puis de juin jusque août et enfin, le mois de décembre avec des pics observés aux mois de février, mars, juillet et décembre.

La proportion de fruits matures produits est minimale au moins de mars jusqu'à juin, puis en novembre. Elle est maximale, aux mois de juillet jusqu'au septembre mais la chute des fruits continue jusqu'à la fin janvier pour les individus à floraison massive tandis qu'entre Mars et Juin pour celle moins massive dans le site de Yangambi tandis qu'à Yoko la période de production des fruits (immatures) s'étale généralement sur trois périodes : des mois de Mars et Avril puis juin et Juillet et enfin, de Novembre et Décembre avec un pic observé au mois de Juin. Pour l'espèce *Guarea thompsonii*, pour septante individus suivis 0 Yangambi, 54 individus ont fleuri, soit un taux de 77,1 % et 41 individus ont fructifié, soit un taux de 58,6 % tandis qu'à Yoko sur septante individus suivis, 9 individus ont fleuris et fructifiés, soit un taux respectif de 12,9 % chacun.

La floraison a eu lieu pendant la période de la saison sub-sèche, c'est-à-dire entre les mois de Juillet et Août. Toutefois, on observe aussi une proportion d'arbres qui ont fleuri aux mois de juin, octobre et novembre. La proportion maximale s'observe au mois de Juillet et la minimale au mois de novembre à Yangambi tandis qu'à Yoko, on observe un pic, qui coïncide avec la période de la saison sub-sèche, c'est-à-dire le mois de Mars. Toutefois, on observe aussi une proportion d'arbres qui fleurit aux mois d'Avril, Mai, Juillet et Septembre. La proportion maximale s'observe au mois de Mars tandis que la minimale aux mois de Mai et Juillet.

La période de production des fruits s'étale généralement sur deux périodes : la grande période va du mois d'août au mois d'octobre avec un pic au mois de septembre et la petite, de mars à avril dans le site de Yangambi tandis qu'à Yoko, elle s'étale généralement sur deux périodes : des mois de Mai jusque Août et de Novembre jusqu'à Janvier avec un pic observé au mois de Juin. La densité des fruits n'est pas fonction du diamètre de l'arbre ni celle de la direction tandis qu'elle est fonction de la distance par rapport aux semenciers.

BIBLIOGRAPHIE

- AUGSPURGER C.K. (1984). Seedling survival of tropical tree species: interactions of dispersal distance, light gaps, and pathogens. *Ecology* **65**(6): 1705-1712.
- BERNIER G., KINET J.M. & SACHS R.M. (1981). The physiology of flowering, Vol. I. The initiation of flowers, Vol. II. Transition to reproductive growth. Boca Raton, FL, USA: CRC Press, Inc.
- BIBANI MBARGA R., JONKERS W.B.J. & ESSAMA ETOUDI J. (1998). Phénologie de 86 essences productrices de bois d'œuvre de la forêt dense humide sempervirente du Sud-Cameroun. Résultats préliminaires. Séminaire Forafri de Libreville, Gabon, 12-16 octobre 1998, 16 p.
- BLANC P. (2002). *Être plante à l'ombre des forêts tropicales*. Paris, France, Nathan, 428 p.
- BOYEMBA B. (2011). *Ecologie de Pericopsis elata (Harms) Van Meeuwen (Fabaceae), arbre de forêt tropicale africaine à répartition agrégée*. Thèse de doctorat, ULB, 181p
- COLLINET F. (1997). *Essai de regroupements des principales espèces structurantes d'une forêt dense humide d'après l'analyse de leur répartition spatiale (Forêt de Paracou – Guyane)*. Thèse de doctorat, Université Claude Bernard, Lyon I, 203 p.
- COURALET C. (2010). *Community dynamics, phenology and growth of tropical trees in the rain forest Reserve of Lukû, Democratic Republic of Congo*. PhD. Thesis, Faculty of Bioscience Engineering, Ghent University, Belgique, 173 p.
- DEBROUX L. (1998). *L'aménagement des forêts tropicales fondé sur la gestion des populations d'arbres. Exemple du moabi (Baillonella toxisperma Pierre) dans la forêt du Dja, Cameroun*. Thèse de doctorat, Faculté universitaire des sciences agronomiques de Gembloux, Belgique, 283 p.
- DOUCET J.-L. (2003). *L'alliance délicate de la gestion et de la biodiversité dans les forêts du Gabon*. Thèse de doctorat, Faculté universitaire des sciences agronomiques de Gembloux, Belgique, 323 p. + annexes.
- DURRIEU DE MADRON L. & DAUMERIE A. (2004). Diamètre de fructification de quelques essences en forêt naturelle centrafricaine. *Bois et Forêts des Tropiques*, **281**(3): 87-95.
- DURRIEU DE MADRON L., LUGARD G. R. & DIPAPOUNDJI B. (2003). Fructification du sapelli par classe de diamètre en forêt naturelle en Centrafrique. *Canopée*, **23**: 23-24.
- GAUTIER-HION A., DUPLANTIER J.M., QURIS R., FEER F., SOURD C., DECOUX J.P., DUBOST G., EMMONL S., ERARD C., HECKETSWEILER P., MOUNGAZA I., ROUSSILHON C. & TIIIOLLA Y.M. (1985). Fruit characters as a basis of fruit choice and seed dispersal in a tropical forest Vertebrate community. *Oecologia* **65**: 324-337.
- GILLET J. F., NGALOUO B. & MISSAMBA-LOLA A. (2008). *Rapport d'analyse. Volet dynamique forestière. Projet Cib-Ffem « Suivi du programme dynamique forestière agroforesterie– inventaires faunes », 99 p.*
- HECKETSWEILER P. (1992). *Phénologie et saisonnalité en forêt gabonaise. L'exemple de quelques espèces ligneuses*. Thèse de doctorat, Université de Montpellier II, France, 266 p.
- IMANI M., ZAPFACK L., MANGAMBU M., PENEDIMANJA P., MWANGA MWANG I., BOYEMBA F. & AMANI C. (2016). Caractérisations Structurale, Floristique et biomasse ligneuse du peuplement À Hagenia abyssinica du Parc National de Kahuzi-Biega (Rift Albertin, RDC). *European Scientific Journal*, **12**(15): 198-209. <http://dx.doi.org/10.19044/esj.2016.v12n15p189>
- JONKERS W.B.J. (1987). *Vegetation structure, logging damage and silviculture in tropical rain forest in Suriname*. Wageningen Agricultural University, The Netherlands.
- KAMBALE K., SHALUFA A, NTAHOBAVUKA H. & MANGAMBU M. (2016). Floristic characterization of the ecotonal zone between the Gilbertiodendron dewevrei (De Wild) J. Leonard (Fabaceae) Forest and the semi-deciduous mixed forest in Mbiye island (Congo Basin, DR Congo). *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences*, **9**(4): 20-33 <http://dx.doi.org/10.1254/jbes.2016.021>
- KIMPOUNI V. & KOUANGA C. (2006). *Evaluation des besoins en renforcement des capacités pour la préservation et l'entretien des connaissances, innovations et pratiques autochtones et locales en matière de biodiversité*. Rapport d'étude Projet Biodiversité, Ministère de l'Economie Forestière et de l'Environnement / PNUD, Brazzaville, 47 p.
- KOMBELE L. (2004). *Diagnostic de la fertilité des sols dans la cuvette orientale congolaise*. Thèse de doctorat, Faculté universitaire des sciences Agronomiques Gembloux, Gembloux, 421 p.
- KOUADIO L. (2008). *Mesures sylvicoles en vue d'améliorer la gestion des populations d'essences forestières commerciales de l'Est du Cameroun*. Thèse, Faculté universitaire des sciences agronomiques de Gembloux, Belgique, 253 p. + annexes.
- LESCUYER G., CERUTTI P.O., TSHIMPANGA P., BILOKO F., ADEBU-ABDALA B., TSANGA R., YEMBE-YEMBE R.I. & ESSIANE-MENDOULA E. (2014). Le marché domestique du sciage artisanal en République démocratique du Congo: État des lieux, opportunités et défis Center for International Forestry Research (CIFOR), ISBN : 978-602-1504-36-9DOI:

- <https://doi.org/10.17528/cifor/004552>
- MANGAMBU M. (2002). *Etude de peuplement du sous-bois dans la partie Nord de la Réserve forestière de Yoko, Ubundu*, Mémoire, Faculté des Science, Université de Kisangani, 55 p. + annexe 67 p. <http://cd.chm-cbd.net/biodiversity/biblio/publications>
- MANGAMBU M., RWABIKA M., BASINYIZE B., ANATAKA C., NYAMUTO B., SHALUFA A., LOKUMU I. & NTAHOBAVUKA H. (2018). Spatial structure and abundance in the Kahuzi-Biega Mountain vegetation formation in DR Congo (Albertine Rift): Case of *Carapa grandiflora* SPRAGUE and *Symphonia globulifera* L. f. in the resort of Tshivanga. *International Journal of Biosciences*, **12**(2): 216-231. <http://dx.doi.org/10.12692/ijb/12.2.216-231>
- MANGAMBU M., ALUMA K., VAN DIGGELEN R., RUGENDA-BANGA R., MUSHANGALUSA K., CHIBEMBE S., NTAHOBAVUKA H., NISHULI. & ROBBRECHT E. 2015. Etudes ethnobotanique et ethnolinguistique des ressources forestières ligneuses utilisées par la population du couloir écologique du parc national de Kahuzi-Biega (R D. Congo). *European Scientific Journal*, **11**(15): 135-162. <http://dx.doi.org/10.19044/esj.2015.v15.132>
- MEDJIBE V. & HALL J. (2002). Seed dispersal and its implications for silviculture of African Mahogany (*Entandrophragma* spp.) in undisturbed forest in the Central African Republic. *Forest Ecology and Management*, **170**(3): 249-257. [URL:http://dx.doi.org/10.19044/fem/.2002.v170n3p246](http://dx.doi.org/10.19044/fem/.2002.v170n3p246)
- MENGA M.P. (2011). *Ecologie des peuplements naturels de Millettia laurentii De Wild. (Wenge) dans la région du lac Mai-Ndombe, en RD Congo*. Thèse, Faculté des Sciences, Université de Kinshasa, 190 p + annexes
- MENGA P., BAYOL N., NASI R. & FAYOLLE A. (2012). Phénologie et diamètre de fructification du wengé, *Millettia laurentii* De Wild. : Implications pour la gestion. *Bois et Forêts des Tropiques*, **312** (2): 31-41 [URL:http://dx.doi.org/10.19182/bft2012.312.a20501](http://dx.doi.org/10.19182/bft2012.312.a20501)
- NEWBERRY D.M., CHUYONG G. B. & ZIMMERMANN L., (2006). Mast fruiting of large ectomycorrhizal African rain forest trees: importance of dry season intensity, and the resource limitation hypothesis. *New Phytologist*, **170**: 561-579. [URL:http://dx.doi.org/10.19044/nphu.2006.v12n18p561](http://dx.doi.org/10.19044/nphu.2006.v12n18p561)
- NEWSTROM L.E., FRANKIE G.W. & Baker H.G. (1994). A new classification for plant phenology based on flowering patterns in lowland tropical rain forest trees at La Selva, Costa Rica. *Biotropica*, **26**: 141-159. [URL:http://dx.doi.org/10.2307/2388804](http://dx.doi.org/10.2307/2388804)
- PUIG H. (2001). Diversité spécifique et déforestation : l'exemple des forêts tropicales humides du Mexique. *Bois et Forêts des Tropiques*, **268**(2): 41-56.
- REICH P.B. & BORCHERT R. (1984). Water Stress and Tree Phenology in a Tropical Dry Forest in the Lowlands of Costa Rica. *Journal of Ecology*, **72**(1): 61-74.
- SABATIER D. & PUIG H. (1982). Phénologie et saisonnalité de la floraison et de la fructification en forêt dense guyanaise. Paris, France, Mémoires du Muséum national d'histoire naturelle, *Vertébrés et forêts tropicales humides d'Afrique et d'Amérique*, Série A, tome **132**: 173-184.
- SABATIER D. (1983). *Fructification et dissémination en forêt Guyanaise. L'exemple de quelques espèces ligneuses*. Thèse de doctorat, Université des Sciences et Techniques du Languedoc.
- SABATIER D. (1985). Saisonnalité et déterminisme du pic de fructification en forêt guyanaise. *Revue d'écologie (La Terre et la Vie)* **40**: 289-320.
- SEPULCHRE F., DAINOU K. & DOUCET J.-L. (2008). *Étude de la vulnérabilité de 18 essences ligneuses commerciales d'Afrique centrale reprises sur la liste rouge IUCN*. Gembloux, Belgique, Nature+/Faculté universitaire des sciences agronomiques de Gembloux, Laboratoire de foresterie des régions tropicales et subtropicales, 50 p.
- SHALUFA A, ROBBRECHT E., KATUSI L., NSHIMBA M., NTAHOBAVUKA H. & MANGAMBU M. (2014). Structure, dispersion spatiale et abondance de la population à *Guarea thompsonii* Sprague et Hutch. (Meliaceae) dans la forêt à *Scorodophloeus zenkeri* Harms (Fabaceae) dans la Réserve Forestière de la Yoko (République Démocratique du Congo). *Journal of Animal and Plant Sciences*, **22**(1): 3569 -3587. <http://m.elewa.org/JAPS/current-issue.html>
- YALIBANDA Y. (1999). Phénologie en forêt dense de Ngotto (RCA). Bilan de trois années d'observation. In : R. Nasi, I. Amsallem, S. Drouineau (Eds). *La gestion des forêts denses africaines aujourd'hui*. Actes du séminaire Forafri de Libreville (Gabon), 12-16 octobre 1998. Montpellier, France, Cirad-forêt, cédérom, 24 p.

