

Etude anthracologique et élucidation de l'origine de perturbations des forêts de la réserve forestière de Yoko et ses environs (Province de la Tshopo, RD Congo)

[Anthracological study and elucidation of the origin of disturbances of the forests of the Yoko reserve forest and his surroundings (Tshopo province, Congo DR)]

Faustin M. Mbayu¹, M.J. Tshibamba², W. Hubau³, T.V. Bbidjo⁴, L.E. Tambwe⁵, N.G. Mpanda⁶, M.N. Nazangani¹, H. Beeckman³, S.H. Nshimba⁷, and Koto-te-Nyiwa Ngbolua⁸

¹Université Shalom de Bunia, RD Congo

²Université officiel de Mbuji-Mayi, RD Congo

³Musée Royal de l'Afrique Centrale, Belgium

⁴Institut Supérieur Pédagogique de Bunia, RD Congo

⁵Institut Supérieur d'Etudes Agronomiques de Bengamisa, RD Congo

⁶Institut Supérieur Pédagogique de Kabinda, RD Congo

⁷Faculté des Sciences, Université de Kisangani, RD Congo

⁸Département de Biologie, Faculté des Sciences, Université de Kinshasa, B.P. 190 Kinshasa XI, RD Congo

Copyright © 2016 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: The Marantaceae family constitutes a bio-indicator of natural forest perturbation. The present study was undertaken with the aim of elucidating the origin of these inhabited herb kinds in the mature Yoko forest stack. The pedoanthracological approach was used to search for the under soil Marantaceae perturbation indicators, to determine their age by the 14C dating and lastly, evaluate the perturbations, incidences on the vegetation of the current forest of the region. Four soil pit excavation established in the Marantaceae forests permitted to identify two indicators: the Charcoals and pieces of the ceramic. The analysis of these indicators coupled to the story of the region of the last centuries: (i) the fossil charcoals result either from the burnt itinerant agriculture or from the household fire; (ii) the pottery comes from the kitchen utensils that the human kind used for his survival needs. The Charcoals from the pits which have 14C dating indicate the ancient fire dated 1125 ± 30 years BP and the contemporary fire of 350 ± 30 to 145 ± 30 years BP. These perturbations have got an impact on the actual floristic richness. For some identified taxa like *Gilbertiodendron dewevrei* (De Wild.) J. Léonard, *Monodora* sp, *Tetraberlinia bifoliata* J. Léonard, *Pouteria* sp, *Homalium longistylum* Mast, *Turraeanthus africanus* Welw ex C.DC.) Pellegrin, their fossil charcoals were not found in the actual Marantaceae forests.

KEYWORDS: Radiocarbon dating, Marantaceae forest, bio-indicator, paleo-indicator.

RESUME: La famille des Marantaceae constitue un bio-indicateur de la perturbation des forêts naturelles. La présente étude a été réalisée dans le but d'élucider l'origine de ces peuplements herbacés dans les forêts matures de la réserve forestière de Yoko. L'approche pédo-anthracologique a été utilisée pour chercher les indicateurs des perturbations dans les sous-sols des

forêts à Marantaceae, déterminer leur âge par la datation au ^{14}C et enfin, évaluer l'incidence de ces perturbations sur la végétation des forêts actuelles de la région. La fouille des sols des quatre fosses établies dans les forêts à Marantaceae a permis d'identifier deux indicateurs : les charbons de bois et les morceaux de la céramique. L'analyse de ces indicateurs, couplée à l'histoire de la région atteste l'hypothèse d'anthropisation de la région dans les siècles passés: (i) les charbons de bois fossiles proviennent soit de l'assèchement, soit du feu ménager, (ii) la poterie provient des ustensiles des cuisines dont l'homme se servait pour ses besoins vitaux. La datation au ^{14}C des charbons des bois fossiles indique le feu ancien daté de $1\ 125 \pm 30$ ans BP et le feu contemporain daté de 350 ± 30 à 145 ± 30 ans BP. Ces perturbations ont eu un impact sur le cortège floristique des forêts actuelles. Pour certains taxons identifiés tels que *Gilbertiodendron dewevrei* (De Wild.) J. Léonard, *Monodora sp*, *Tetraberlinia bifoliata* J. Léonard, *Pouteria sp*, *Homalium longistylum* Mast, *Turraeanthus africanus* Welw. ex C.DC.) Pellegr) leurs charbons de bois fossiles n'ont pas été retrouvés dans les forêts à Marantaceae actuelles.

MOTS-CLEFS: Charbon actif fossile, Datation au radiocarbone, forêt à Marantaceae, bio-indicateur, paléo-indicateur.

1 INTRODUCTION

Depuis bien longtemps l'on pense que les forêts tropicales humides constituent des écosystèmes stables, peu affectés par les changements climatiques et par les actions anthropiques que les forêts tempérées [1].

Les recherches plus ou moins récentes remettent déjà en question cette image. Elles approuvent que les facteurs paléo-environnementaux et anthropiques aient affecté les peuplements forestiers africains et sont même à la base de leurs profondes perturbations [2]. La composition, la physionomie, la faune et la flore actuelle de ces forêts sont l'aboutissement d'une très longue histoire rythmée par des événements géologiques majeurs qui ont même failli tout effacer. Mais, après chaque cataclysme, la vie a repris le dessus et est repartie sur une nouvelle voie [2], [3], [4].

Les Marantaceae sont des indicateurs biologiques qui présagent les perturbations du milieu forestier naturel [5], [6]. Plus de 11 % de la superficie globale de la réserve forestière de Yoko est tapissée de ces herbacées. Cette étude cherche à connaître l'origine des Marantaceae par la mise en évidence des indicateurs de perturbation dans lesdites, l'impact de ces perturbations sur le cortège floristique des forêts actuelles ainsi que la période probable des perturbations des forêts anciennes de cette région.

2 MATERIEL ET METHODES

2.1 DESCRIPTION DU MILIEU

Cette recherche se réalise dans réserve forestière de Yoko et dans le dispositif de Biaro dans la Province de la Tshopo (figure 1). La réserve forestière de Yoko a été créée depuis 1959, elle se situe à la rive gauche du fleuve Congo sur $\text{N}00^{\circ} 17' 59''$ et $\text{E}025^{\circ} 17' 4''$ entre 400 à 500 m d'altitude au Sud de la ville de Kisangani. Le dispositif de Biaro a été créé en 2008, il est un de dispositif de recherche de la Faculté des Sciences de l'Université de Kisangani, malheureusement en abandon depuis un certain temps déjà. Il se situe à ± 10 km au sud de la réserve forestière de Yoko sur $\text{N}00^{\circ}12', 27, 1''$ et $\text{E}025^{\circ}20'0, 4''$ entre 420 à 530 m[7].

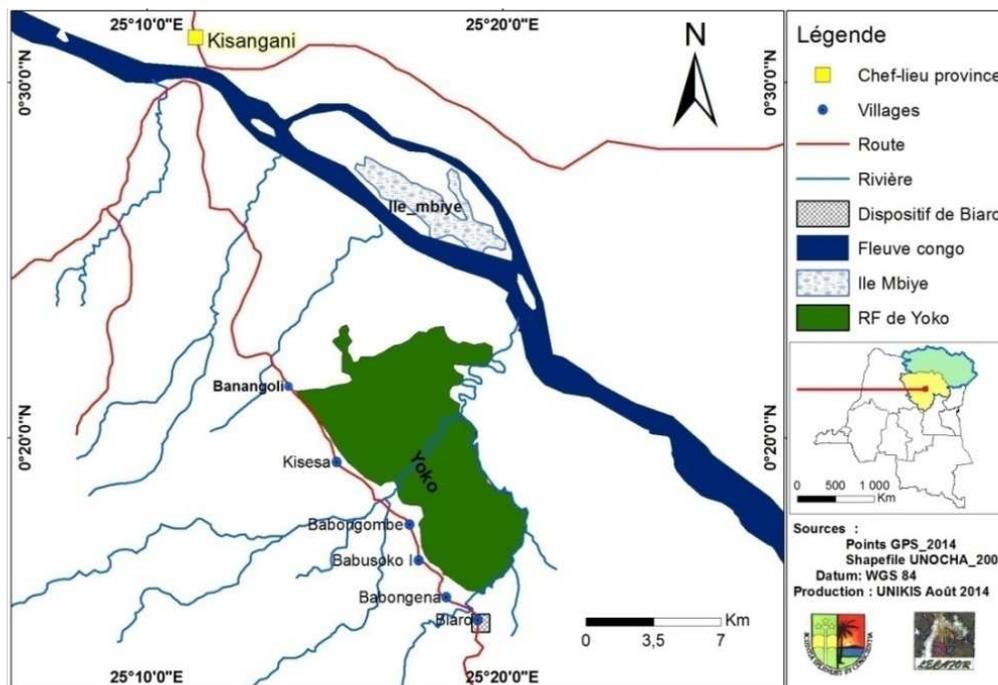


Figure 1. Localisation de la réserve forestière de Yoko et du dispositif de biaro

La température moyenne dans cette région est de 25°C alors que les précipitations moyennes sont égales à 1750 mm. La végétation y est caractérisée par les forêts à *Gilbertiodendron dewevrei* (De Wild.) J. Léonard, les forêts mixtes clairsemées parfois des Marantaceae et des rotangs et des forêts secondaires [7].

2.2 MATÉRIEL ET LOGICIEL INFORMATIQUE UTILISÉS

Le matériel utilisé était constitué principalement de (d') : une tarière pédologique pour sonder le sol avant de placer la fosse; une bêche pour creuser les fosses; un GPS; un microscope optique à réflexion pour la description anatomique des charbons de bois fossiles; logiciels Cell^be, Olympus Stream image analysis software pour la prise d'images des échantillons microscopiques des charbons de bois. Un site Inside wood Data Base informatisé a servi pour l'identification botanique des charbons des bois après introduction des caractères anatomiques sur la feuille informatisée; la collection botanique du xylothèque du Musée Royal de l'Afrique Centrale, a aussi servi pour comparer anatomiquement les espèces identifiées à partir des charbons de bois fossiles.

2.3 MÉTHODE D'ÉTUDE

L'approche pédo-anthracologique (Figure 2a) a été utilisée pour rechercher les indicateurs de perturbation dans les sous-sols des forêts à Marantaceae. Quatre hectares des forêts à Marantaceae ont été délimités: à l'Est, au Nord, au Sud de la de la réserve forestière de Yoko et à Biaro. Dans chaque parcelle, une fosse de 1 m x 1 m x 1 m a été établie (Figure 2b). La récolte des indicateurs (Figure 2c) était effectuée à chaque 10 cm de profondeur de la fosse. Un inventaire de tous les ligneux à diamètre \geq à 10 cm a été réalisé à l'issue duquel le cortège floristique était comparé à celui identifié des charbons de bois fossiles. La datation au ^{14}C de quelques charbons des bois fossiles a été réalisée au laboratoire de Poznan (Pologne).

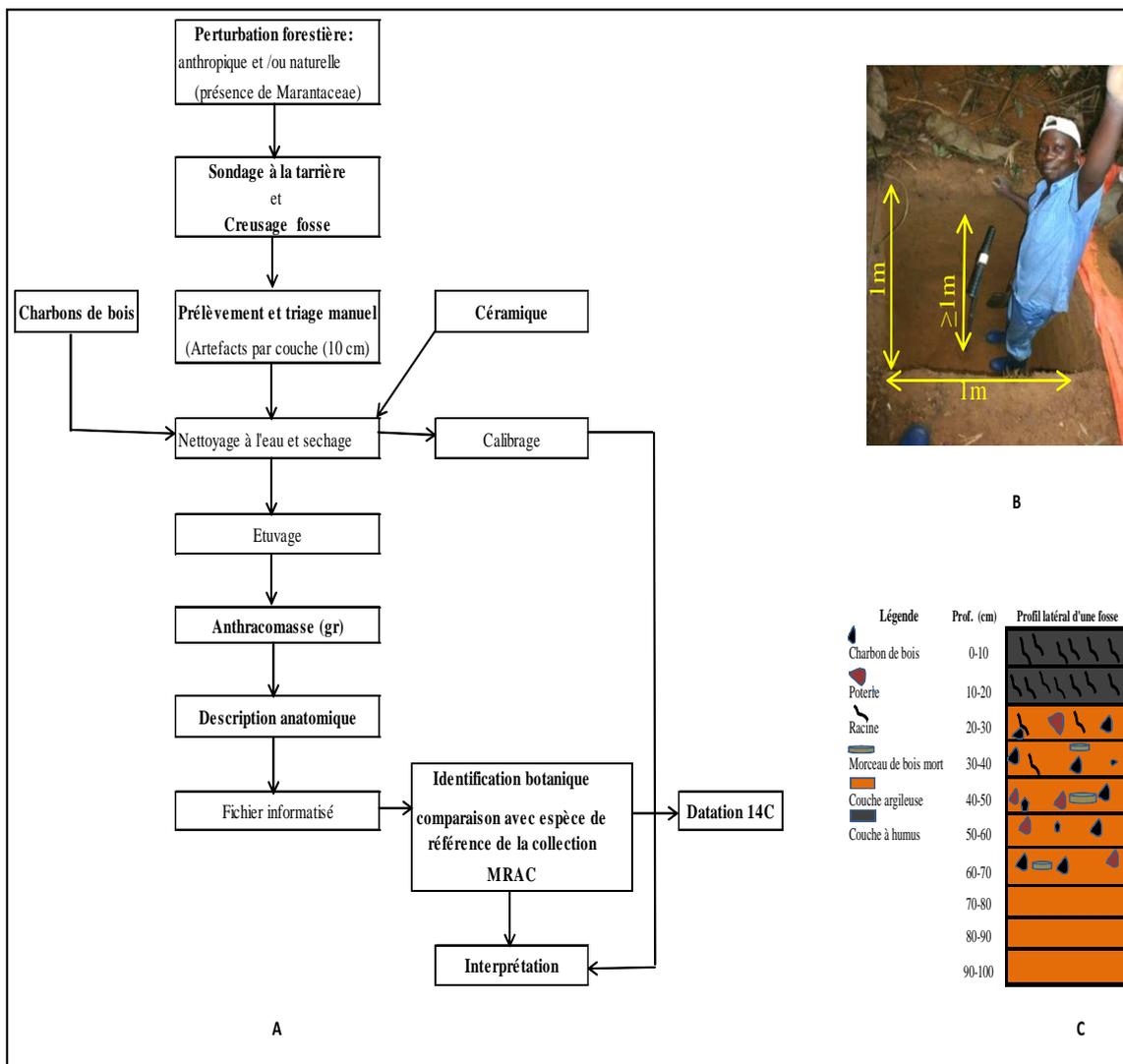


Figure 2. (a). Schéma de la méthode anthracologique. (b). Fosse pédoanthracologique. (c). Profil latéral illustrant la succession de la récolte des indicateurs de perturbation dans une fosse.

3 RESULTATS

3.1 INDICATEURS DE PERTURBATION RECUEILLIS DANS LES SOUS-SOLS DES FORETS A MARANTACEAE

Deux indicateurs ont été récoltés ; ce sont les charbons de bois et les morceaux de la céramique (Figure 3a). La présence des charbons de bois témoigne du passage d'un feu. Les morceaux de la céramique proviennent des ustensiles utilisés par l'homme pour ses besoins vitaux pendant le temps passé dans la région.

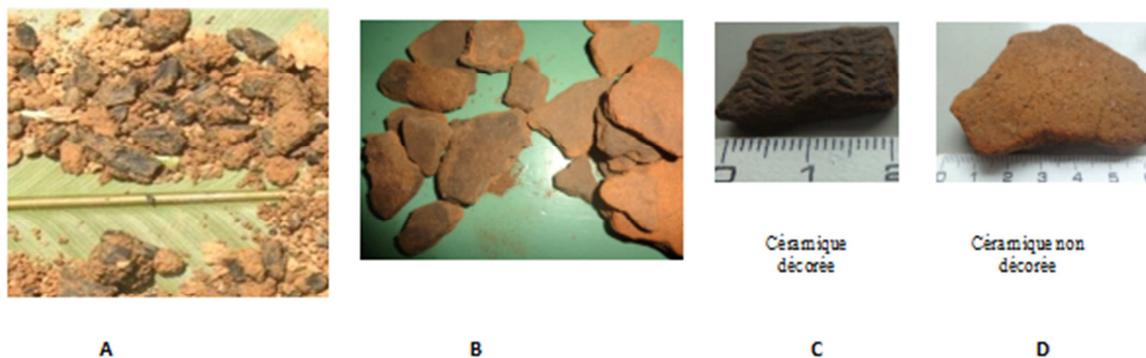


Figure 3. Indicateurs de perturbations recueillis dans les forêts à *Marantaceae*. (a). Charbons de bois. (b). Morceaux de la céramique. (c). Céramique décorée. (d). Céramique non décorée.

Les charbons de bois de dimension supérieure à 1 mm ont été recueillis jusqu'à 70 cm de profondeur. Les morceaux de la céramique de dimension qui varie de > 1 mm à 6 mm de diamètre ont été récoltés jusqu'à 20 cm de profondeur. Deux types de poterie ont été identifiés, la céramique décorée (Figure 3c) et la céramique non décorée très érodées (Figure 3d). Les deux indicateurs ont parfois été retrouvés dans les même couches notamment : les couches 0-10 cm et 10-20 cm de la fosse RE-I et la couche 0-10 cm de la fosse BIA-I.

3.2 ANTHRACOMASSE, RECONSTITUTION DE LA VEGETATION PERTURBEE ET TRAITS ECOLOGIQUES DES TAXA IDENTIFIES

L'anthracomasse (exprimée en gr), mesurée à l'aide d'une balance de précision (0, 00 rangs) après étuvage à 50 °C pendant quatre heures est donnée dans le tableau 1. On peut ainsi noter qu'elle varie de 0 à 112, 8 gr. 16/40 couches contiennent au moins un charbon de bois. Les anthracomasses sont plus importantes dans les premières couches alors qu'elles diminuent graduellement avec la profondeur dans la plus part de cas.

Tableau 1. Anthracomasse (gr) par couche de 10 cm et taxa identifiés à partir des charbons des bois fossiles dans les différents sites.

Couche (cm)	RE-I N00°17'33,3" E025°19'56,2" Fragment par type					RN-I N00°19'44,5" E025°17'13,1				RS-I N00°15'25,5" E025°18'9,33"			BIA-I N00°11'6,7 E025°20'5,7"				Tot. Fragment					
	Anthracomasse (gr)	ANN MON SPP	BOIS JUV	FAB GIL DEW	MEL TRI SPP	MEL TUR AFR	Anthracomasse (gr)	MEL TRI SPP	MYR PIC ANG	SAP POU SPP	SAL HOM SPP	Anthracomasse (gr)	ANN MON SPP	FAB GIL DEW	MEL TRI SPP	Anthracomasse (gr)		EBE DIOS CRA	FAB GIL DEW	FAB TET BIF	MEL TUR AFR	
0-10	16,2		10	21			7,77	3	22	1	3	0,81	9	6		35,54	19	3		44		
10-20	0						2,06		22	6	4	0,35		15	17	5	112,8		18	11	44	
20-30	0,27		13	6	20	1	0,78		15	2		0,75		1	1		3,58		6	8	5	1
30-40	0,05			1	3	1	9	0				0					2,35		12	2		5
40-50	0,05			2	1	1	0					0					1,65		4	2		2
50-60	0						0					0					0,02		2	2		2
60-70	0						0					0					0					
70-80	0						0					0					0					
80-90	0						0					0					0					
90-100	0		11				0					0					0					
Tot frag		13	12	32	22	11		40	30	1	7		24	24	6		61	17	16	98	414	

ANN MON SPP: Annoceae *Monodora spp*
 EBE DIO CRA: Ebenaceae *Diospyros crassiflora*
 FAB GIL DEW: Fabaceae *Gilbertiodendron dewevrei*
 FAB TET BIF: Fabaceae *Tetraberlinia bifoliata*
 MEL TRI SPP: Meliaceae *Trichilia spp*
 MEL TUR AFR: Meliaceae *Turraeanthus africanus*
 MYR PYC ANG: Myristicaceae *Pycnanthus angolensis*
 SAL HOM SPP: Salicaceae *Homalium longistylum*
 SAP POU SPP: Sapotaceae *Pouteria spp*
 BOIS JUV: Bois juvénile

Légende : RE-I = fosse 1, réserve forestière de Yoko site Est ; RN-I = fosse 1, réserve forestière de Yoko, site Nord ; RS-I = fosse 1, réserve forestière de Yoko, site Sud; BIA-I = fosse 1 de Biaro. Tot frag = nombre total des fragments des charbons des bois étudiés anatomiquement.

La végétation perturbée est reconstituée par les taxons identifiés à partir des charbons de bois fossiles après leur étude anatomique. Au total, 414 fragments des charbons des bois ont été étudiés, 90 fragments dans la fosse RE-I, 78 fragments dans la fosse RN-I, 54 fragments dans la fosse RS-I dans la fosse et 192 fragments dans la fosse BIA-I. A l'issue de l'étude anatomique et de l'identification botanique de chaque fragment, neuf types anthracologiques ont été identifiés. Le type anthracologique porte trois lettres initiales de la famille, trois lettres initiales du genre et trois lettres initiales de l'espèce.

Quelques traits écologiques après analyses montrent que huit taxons, *Gilbertiodendron dewevrei* (De Wild.) J. Léonard, *Monodora sp*, *Diospyros crassiflora* Hiern, *Tetraberlinia bifoliata* J. Léonard, *Pouteria sp*, *Homalium longistylum* Mast, *Trichilia sp* et *Turraeanthus africanus* (Welw. ex C. DC.) Pellegr) sont des tolérants à l'ombre (TO) et caractéristiques des forêts denses primaires. *Pycnanthus angolensis* (Welw.) Exell. est la seule espèce héliophile modérée des forêts secondaires. Ces taxons appartiennent à la région Guinéo-congolaises (GC). A l'exception de *Tetraberlinia bifoliata* J. Léonard, les autres taxons sont répertoriés dans la flore de la Tshopo. Un échantillon illustratif de l'anatomie du charbon de bois identifié et comparé à une espèce de référence du Xylothèque du Musée Royal de l'Afrique Centrale (Belgique) est donné à la figure 4.

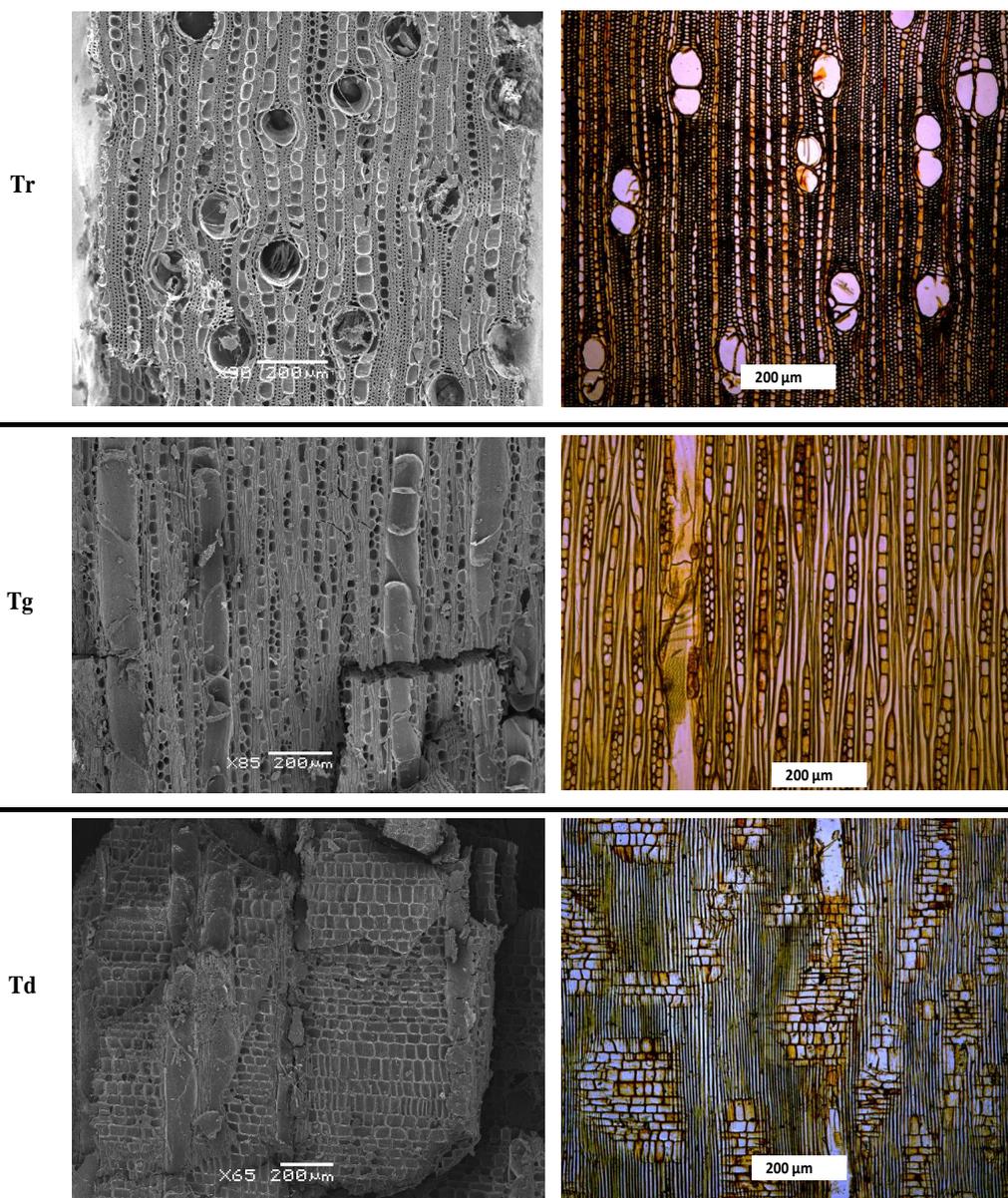


Figure 4. A gauche : Anatomie du type anthracologie *Pycnanthus angolensis* : Image Olympus Stream image analysis software. A droite : Image Cell^be du taxon de référence (Tw 1227) de la collection du Xylarium de MRAC disponible sur <http://www.metafro.be/xylarium>. Tr, Tg, Td : coupe transversale, coupe longitudinale tangentielle, coupe longitudinale radiale.

3.3 INFERENCE SUR LA PERIODE DE PERTURBATION DES FORETS DE LA REGION DE YOKO ET SES ENVIRONS

La datation au ^{14}C de quelques fragments des charbons de bois fossiles (Tableau 2) permet de déduire la période approximative des perturbations des forêts dans la région.

Tableau 2. Datation au ¹⁴C des charbons des bois fossiles récoltés dans les Marantaceae de Yoko et de Biaro

Fragments charbon de bois	N° Laboratoire	Antrachomasse couche (cm)	Taxon identifié	Age Cal.(2σBP)
RE-I 0-10-1	Poz-68374	16,2	<i>Gilbertiodendron dewevrei</i>	1 120 ± 30
RE-I 30-40-3	Poz-68375	0,05	<i>Turraeanthus africanus</i>	145 ± 30
RN-I 20-30-5	Poz-68376	2,06	<i>Trichilia sp</i>	175 ± 30
RS-I 20-30-2	Poz-68377	0,75	<i>Gilbertiodendron dewevrei</i>	350 ± 30
BIA-I 50-60-19	Poz-68378	0,02	<i>Gilbertiodendron dewevrei</i>	195 ± 30

Légende : RE-I 0-10-1 : fosse 1, RF .Yoko Est, couche 0-10 cm, charbon de bois n° 1 ; RE-I 30-40-3 : fosse 1, RF. Yoko Est, couche 30-40 charbon de bois n° 3 ; RN-I 20-30-5 : fosse 1, RF. Yoko Nord, couche 20-30 cm, charbon n° 5 ; RS-I 20-30-2 : fosse 1, RF. Yoko Sud, couche 20-30 cm, charbon de bois n° 2 ; BIA-I 50-60-19 : fosse 1, Biaro, couche 50-60 cm, charbon de bois n° 19. La colonne N° Laboratoire indique le numéro attribué au fragment de charbon de bois par le Laboratoire de Poznan lors de la datation au ¹⁴C.

Les feux de plus de 11 siècles BP (RE-I-10-1) ont été datés, c'est le cas du charbon fossile n°1 (*Gilbertiodendron dewevrei* (De Wild.) J. Léonard récolté dans le site Est de la réserve forestière de Yoko et les feux plus ou moins récents de moins de 4 siècles BP ont été datés dans la réserve forestière de Yoko (Est, Nord et Sud) et à Biaro.

Tableau 3. Espèce de la flore à Marantaceae de la réserve forestière de Yoko et ses environs. Fr = fréquence (%), (Taxons identifiés à partir de charbons de bois fossiles et en même temps présents dans les forêts à Marantaceae).**

Espèce	Famille	Fr	Espèce	Famille	Fr
<i>Azelia bipendensis</i> Harms	Fabaceae	12,50	<i>Nauclea diderichii</i> (De Wild. & T.Durand) Merr.	Rubiaceae	12,50
<i>Aidia micrantha</i> (K. Schum.) F. White	Rubiaceae	68,75	<i>Nesogordonia leplaei</i> (Verm.) Capuron	Malvaceae	50,00
<i>Albizia gummifera</i> (J.F.Gmel.) C.A.Sm.	Fabaceae	50,00	<i>Ochthocosmus africanus</i> Hooker f.	Linaceae	6,25
<i>Albizia zygia</i> (DC.) J.F.Macbr.	Fabaceae	6,25	<i>Oncoba crepiniana</i> De Wild. & Th. Dur.	Flacourtiaceae	25,00
<i>Allanblackia floribunda</i> Oliv.	Clusiaceae	25,00	<i>Oncoba welwitschii</i> Oliver	Flacourtiaceae	31,25
<i>Alstonia boonei</i> De Wild.	Apocynaceae	25,00	<i>Pachyelasma tessmannii</i> (Harms) Harms	Fabaceae	6,25
<i>Amphimas pterocarpoides</i> Harms	Fabaceae	25,00	<i>Pachystela excelsa</i> Louis	Sapotaceae	31,25
<i>Aningeria altissima</i> (A.Chev.) Aubr. v. & Pellegr.	Clusiaceae	6,25	<i>Pancovia laurentii</i> (De Wild.) Gilg ex De Wild.	Sapindaceae	6,25
<i>Anonidium mamii</i> (Oliv.) Engl. & Diels	Annonaceae	68,75	<i>Panda oleasa</i> Pierre	Pandaceae	43,75
<i>Anthonotha fragrans</i> (Baker f.) Exell & Hillcoat	Fabaceae	18,75	<i>Pentaclethra macrophylla</i> Benth.	Rubiaceae	37,50
<i>Anthonotha macrophylla</i> P.Beauv.	Fabaceae	56,25	<i>Pericopsis elata</i> (Harms) Meeuwen	Fabaceae	12,50
<i>Antiaris toxicaria</i> Lesch.	Moraceae	43,75	<i>Petersianthus macrocarpus</i> (P.Beauv.) Liben	Lecythidaceae	93,75
<i>Barteria nigritana</i> Hooker	Salicaceae	56,25	<i>Piptadeniastrum africanum</i> Hook.f.	Fabaceae	6,25
<i>Blighia welwitschii</i> (Thiery) Radlk.	Sapindaceae	37,50	<i>Polyalthia suaveolens</i> Engl. & Diels	Annonaceae	25,00
<i>Canarium schweinfurthii</i> Engl.	Burseraceae	25,00	<i>Prioria balsamifera</i> (Vermoesen) Breteler	Fabaceae	25,00
<i>Carapa procera</i> DC.	Meliaceae	18,75	<i>Pseudospondias microcarpa</i> (A.Rich.) Engl.	Fabaceae	62,50
<i>Celtis mildbraedii</i> Engl.	Cannabaceae	50,00	<i>Pteleopsis hyloendron</i> Mildb.	Combretaceae	6,25
<i>Celtis tessmannii</i> Rendle	Cannabaceae	62,50	<i>Pterocarpus soyauxii</i> Taub.	Fabaceae	62,50
<i>Chrysophyllum lacourtianum</i> De Wild	Sapotaceae	50,00	<i>Pterygota bequaertii</i> De Wild	Malvaceae	18,75
<i>Chytranthus carneus</i> Radlk. ex Mildbr.	Sapindaceae	12,50	<i>Pycnanthus angolensis</i> (Welw.) Warb. **	Myristicaceae	87,50
<i>Cleistanthus mildbraedii</i> Jabl	Phyllanthaceae	31,25	<i>Rauwolfia vomitoria</i> Afzel	Apocynaceae	12,50
<i>Cleistopholis glauca</i> Pierre ex Engl. & Diels	Annonaceae	6,25	<i>Ricinodendron heudelotii</i> (Baill.) Pierre ex Heckel	Euphorbiaceae	31,25
<i>Cleistopholis patens</i> (Benth.) Engl. & Diels	Annonaceae	12,50	<i>Rinorea oblongifolia</i> (C.H.Wright) Marquand ex Chipp	Violaceae	62,50
<i>Coelocaryon preussii</i> Warb.	Myristicaceae	25,00	<i>Rothmannia libisa</i> Hallé	Rubiaceae	6,25
<i>Cola acuminata</i> (P.Beauv.) Schott & Endl.	Malvaceae	6,25	<i>Scorodophloeus zenkeri</i> Harms	Fabaceae	25,00
<i>Cola altissima</i> Engler	Malvaceae	6,25	<i>Standilia kamerunensis</i> Warb. Warb.	Myristicaceae	56,25
<i>Cola gigantea</i> A.Chev.	Malvaceae	50,00	<i>Sterculia tragacantha</i> Lindley	Malvaceae	56,25
<i>Cola griseiflora</i> De Wild	Malvaceae	25,00	<i>Strombosia grandifolia</i> Hook.f.	Strombosiaceae	25,00
<i>Cola marsupium</i> K. Schum.	Malvaceae	6,25	<i>Strombosia nigropunctata</i> Louis & J. Léonard	Strombosiaceae	6,25
<i>Cuviera nigrescens</i> Wernham	Rubiaceae	6,25	<i>Strombosia pustulata</i> Oliv.	Strombosiaceae	12,50
<i>Cynometra hankei</i> Harms	Fabaceae	18,75	<i>Strombosiaopsis tetrandra</i> Engler Engl.	Strombosiaceae	31,25
<i>Cynometra sessiliflora</i> Harms	Fabaceae	6,25	<i>Symphonia globulifera</i> L.f.	Clusiaceae	6,25
<i>Dacryodes edulis</i> (G.Don) H.J.Lam	Burseraceae	25,00	<i>Synsepalum subcordatum</i> De Wild.	Sapotaceae	6,25
<i>Desplatsia dewevrei</i> (De Wild. & Th. Dur.) Burret	Malvaceae	25,00	<i>Tessmannia anomala</i> (Micheli) Harms	Fabaceae	12,50
<i>Dialium corbisieri</i> Stamer	Fabaceae	37,50	<i>Tetrapleura tetraptera</i> (Schumach. & Thonn.) Taub.	Fabaceae	25,00
<i>Dialium excelsum</i> Louis ex Steyaert	Fabaceae	18,75	<i>Treculia africana</i> Deene.	Moraceae	56,25
<i>Dialium pachyphyllum</i> Harms	Fabaceae	6,25	<i>Trema orientalis</i> (L.) Blume	Cannabaceae	12,50
<i>Diospyros zenkeri</i> (Engler) Exell & Men	Strombosiaceae	6,25	<i>Trichilia gilgiana</i> Harms	Meliaceae	18,75
<i>Diospyros crassiflora</i> Hiem **	Ebenaceae	18,75	<i>Trichilia priureana</i> Harms	Meliaceae	18,75
<i>Diospyros deltoidea</i> F. White	Ebenaceae	6,25	<i>Trichilia rubescens</i> Oliver	Meliaceae	37,50
<i>Discoglypemma caloneura</i> (Pax) Prain	Euphorbiaceae	37,50	<i>Trichilia sp</i> **	Meliaceae	56,25
<i>Donella pruniformis</i> (Pierre ex Engler) Aubr. & Pellegr.	Sapotaceae	6,25	<i>Trichilia welwitschii</i> C. DC.	Meliaceae	6,25
<i>Dracaena arborea</i> (Willd.) Link	Asparagaceae	12,50	<i>Tridaxmositemon omphalocarpoides</i> Engler	Sapotaceae	18,75
<i>Drypetes cinnabarina</i> Pax & Hoffm	Puntranjivaceae	6,25	<i>Trilepisium madagascariense</i> DC	Moraceae	75,00
<i>Drypetes gossweileri</i> S. Moore	Puntranjivaceae	6,25	<i>Turraeanthus africanus</i> (Welw. ex C.DC.) Pellegr.	Meliaceae	31,25
<i>Drypetes likia</i> J. Léonard in herb. Br	Puntranjivaceae	43,75	<i>Uapaca guineensis</i> Muehl. Arg.	Phyllanthaceae	43,75
<i>Drypetes lisolnoli</i> J. Léonard in herb. BR	Puntranjivaceae	6,25	<i>Xylococcus ghesquierii</i> Robyns	Fabaceae	31,25
<i>Drypetes sp</i>	Puntranjivaceae	6,25	<i>Zanthoxylum gillettii</i> (De Wild.) P.G.Waterman	Rutaceae	62,50
<i>Eintandrophragma angolense</i> (Welw.) C.DC.	Meliaceae	6,25			
<i>Fernandoa adolfi-friderici</i> (Gilg & Mildbr.) Heine	Bignoniaceae	6,25			
<i>Ficus nucosa</i> Vicalho	Moraceae	31,25			
<i>Fillaeopsis discophora</i> Harms	Moraceae	6,25			
<i>Funtumia africana</i> (Benth.) Stapf	Apocynaceae	43,75			
<i>Funtumia elastica</i> (Preuss.) Stapf	Apocynaceae	62,50			
<i>Garcinia epunctata</i> Stapf	Clusiaceae	12,50			
<i>Garcinia punctata</i> Oliver	Clusiaceae	6,25			
<i>Gilletiodendron kisanuense</i> (Vermoesen ex De Wild.) J. Léonard	Fabaceae	25,00			
<i>Grewia oligoneura</i> Sprague	Malvaceae	6,25			
<i>Grewia pinnatifida</i> Mast	Malvaceae	12,50			
<i>Grewia trinervis</i> F. Mey	Malvaceae	37,50			
<i>Grossera multinervis</i> J. Léonard	Euphorbiaceae	68,75			
<i>Guarea thompsonii</i> Sprague & Hutch.	Meliaceae	50,00			
<i>Ilamoa klaineana</i> Pierre & Engl.	Erythralaceae	75,00			
<i>Heisteria parvifolia</i> Sm.	Frythralaceae	37,50			
<i>Irvingia grandifolia</i> (Engler) Engler	Irvingiaceae	18,75			
<i>Julbernardia seretii</i> (De Wild.) Troupin	Fabaceae	37,50			
<i>Klainedoxa gabonensis</i> Pierre ex Engl.	Irvingiaceae	31,25			
<i>Lamea welwitschii</i> (Hiern) Engl.	Anacardiaceae	25,00			
<i>Macaranga monandra</i> Mull. Arg.	Anacardiaceae	31,25			
<i>Maesopsis eminii</i> Engl.	Rhamnaceae	6,25			
<i>Margaritaria discoidea</i> (Baill.) Webster	Anacardiaceae	68,75			
<i>Massularia acuminata</i> (G. Don) Bull. ex Hoyle	Rubiaceae	6,25			
<i>Microdesmis yafungana</i> J. Léonard J. Léonard	Pandaceae	12,50			
<i>Milicia excelsa</i> (Welw.) C.C.Berg	Moraceae	18,75			
<i>Milletia drastica</i> Welw. ex Baker	Fabaceae	25,00			
<i>Monodora angolensis</i> Welw	Annonaceae	25,00			
<i>Morinda lucida</i> Benth.	Rubiaceae	12,50			
<i>Musanga ceerotioides</i> R.Br.	Urticaceae	25,00			
<i>Myrianthus arboreus</i> P.Beauv.	Urticaceae	56,25			
<i>Napoleonaea septentrionalis</i> Liben	Lecythidaceae	6,25			

4 DISCUSSION

- **Inférence sur les perturbations des peuplements forestiers dans la région de Yoko et ses environs et origine des forêts à Marantaceae**

Les peuplements forestiers de la région de Yoko et ses environs auraient connue des perturbations. La présence des charbons des bois et les morceaux de la céramique recueillis dans les sous-sols des forêts à Marantaceae présument l'anthropisation dans les siècles passés. Une analyse de ces charbons des bois fossiles peut révéler la manière dont l'homme a pu gérer son environnement dans les temps reculés. De plus, l'étude détaillée de ces charbons des bois fossiles, couche par couche, peut démontrer l'évolution de la végétation au cours des siècles passés [8], [3].

Les charbons de bois fossiles indiquent le passage d'un feu. Ce feu pourrait être soit d'origine anthropique, soit d'origine naturelle. La piste d'anthropisation semble pragmatique dans la région de Yoko et ses environs. En effet, les populations Kumu, Mituku et Lengola autochtones de la région, sont tributaires de la forêt. L'agriculture itinérante sur brûlis constitue leur principale activité traditionnelle qui leur procure des revenus pour la survie [9], [10]. Comme partout en Afrique, le feu est une vieille tradition ancestrale de plus de 400 000 ans. Le feu a été utilisé par les asserteurs aux alentours 3 500 ans dans les zones forestières pour pratiquer l'agriculture itinérantes sur brûlis [11], [12].

Pour certains auteurs, les trouées observées dans les forêts africaines sont l'œuvre de l'homme, elles sont causées par les défrichements, les feux de brousse, le surpâturage, les campements ou les anciens villages. Ces actions ont contribué aux perturbations à l'origine de répartition des savanes préforestières [13], [14], [15], [8]. Les savanes préforestières du centre de la Côte-d'Ivoire sont tributaires des populations Baoulé, installées depuis plusieurs millénaires [16].

D'autres auteurs par contre, pensent que les charbons des bois dans les sous-sols des forêts africaines seraient fortement liés aux facteurs paléo-environnementaux [8] ; [17], c'est les cas des paléocendries lors de longues périodes de sécheresse [18]; [19];[2] ; [3]. En Afrique de l'Ouest de grands incendies auraient affecté de millions d'hectares des forêts denses suite à la sécheresse des années 80 [20]; [21].

L'hypothèse liée aux facteurs paléo-environnementaux ne semble pas unanime dans les cas des peuplements tropicaux. Pour [22], les feux naturels (foudre) dans les forêts tropicales à feuilles persistantes et sempervirentes sont généralement assez rares car l'humidité de l'air y est très élevée réduisant sensiblement leur inflammabilité. Il en est de même pour la région ici étudiée. Depuis plus de cinq siècles, il n'y a pas de période climatique drastique qui se serait manifestée et ayant une incidence sur les forêts à notre connaissance.

La céramique est un indicateur très probant de la sédentarisation de la civilisation Bantoue. Au cours de cette étude, deux catégories de poterie ont été observées : (i) La poterie non décorée et très érodée. Cet état ne facilite pas l'estimation de leur âge [23]; (ii) la poterie décorée à la roulette. La technique de décoration à la roulette en fibre végétale serait apparue dans les régions il y a moins de 1000 ans [23], [24].

- **Inférence sur la période de perturbations des forêts de la réserve forestière de Yoko et ses environs**

La datation au radiocarbone de quelques fragments de charbons de bois fossiles révèlent deux lectures des événements, les feux de plus de 11 siècles BP et le feu contemporaine de moins de 4 siècles BP. Ces feux se sont produits pendant une période proche de ceux observés dans les forêts denses semi-caducifoliées, dans les peuplements à *Pericopsis elata* (Harms) Van Meeuwen et dans les forêts à *Gilbertiodendron dewevrei* (De Wild.) J. Léonard (508 - 295 ans cal. BP) [25] dans la région de Yoko. Cette tranche d'âge paraît probablement celui des peuplements actuels dans le bassin du Congo [26]

Les perturbations dans la région de Yoko paraissent très récentes quand on les compare à celles datées dans d'autres sites dans le bassin du Congo. Dans les forêts d'Ituri, les feux de $18\ 800 \pm 100$ ans à 715 ± 45 ans y ont été observés [27]. Dans le Mayumbe les feux de 3000 ans à 2000 ans cal. BP [3]. Dans les forêts à Marantaceae du Nord de la République du Congo, les feux de $12\ 620 \pm 55$ ans à 200 ± 25 ans BP [2] et dans les forêts camerounaises ; les feux de 2300 ans à 1300 ans Cal. BP [28]. Toutefois, les feux récents ont été observés (229 ans à 140 ans cal. BP) et ont été datés dans les forêts clairsemées à *Megaphrynium macrostachyum* (Bentham) Milne-Redh au Nord du Congo Brazzaville [2].

- **Reconstitution de la végétation perturbée de la région de Yoko et ses environs**

Les charbons des bois fossiles préservés dans les sols ont une valeur archéologique importante, leur structure anatomique est conservée pendant la carbonisation [29]. L'anthracologue exploite cette caractéristique pour reconstituer les taxons botaniques qui ont été brûlés [30], [31] depuis des siècles. Les charbons des bois fossiles récoltés dans les

Marantaceae de la réserve forestière de Yoko et ses environs proviennent des activités qui se seraient réalisées dans les endroits où ils ont été récoltés, étant donné qu'ils proviennent de fosses établies sur des topographies non déclives. Sur une topographie non accidentée, les charbons enfouis dans le sol sont issus apparemment des communautés végétales brûlées dans la station, sur un rayon de quelques dizaines de mètres autour de leur point de récolte [32].

Au cours de cette recherche, 414 fragments des charbons des bois fossiles ont été étudiés. D'après l'ordre de leur abondance nous avons noté : *Turraeanthus africanus* (Welw. ex C.DC.) Pellegr (26, 46 %), *Gilbertiodendron dewevrei* (De Wild.) J. Léonard (17,63 %), *Trichilia spp* (16,43 %), *Diospyros crassiflora* Hiern (14,73 %), *Monodora spp* (8,94 %), *Pycnanthus angolensis* (Welw.) Exell. (7,25 %), *Homalium longistylum* Mast (1,69 %) et *Pouteria sp* (0,02 %).

De la superposition des taxons identifiés de ces charbons fossiles aux taxons identifiés dans les forêts à Marantaceae de la réserve forestière de Yoko et à Biaro (tableau 3), il ressort que, 3/8 taxons, *Diospyros crassiflora* Hiern, *Trichilia sp*, *Pycnanthus angolensis* (Welw.) Exell., sont en même temps présents dans les peuplements des Marantaceae actuelles. L'autre observation importante est que tous les taxons identifiés des charbons fossiles, à l'exception de *Pycnanthus angolensis* (Welw.) Exell., héliophile des forêts secondaires, sont des tolérants à l'ombre (TO) des forêts matures. En conséquence, comme l'a attesté [33], les nombreuses données issues des charbons de bois permettent de connaître les différents groupements végétaux dans les zones où ils ont été recueillis. Pour [29], les charbons de bois issus de feux naturels ou anthropiques, outre leur utilisation comme combustible, sont des véritables indicateurs de la végétation au moment de l'incidence et permettent de savoir dans quel environnement vivait l'homme d'autre fois.

Parmi les cinq feux datés, quatre se situent dans la tranche d'âge à 350 ± 30 ans à 145 ± 30 ans BP. Cet intervalle d'âge semble proche de l'âge des forêts à Marantaceae de la région d'Oueso au Nord du Congo.

Ces peuplements se seraient développés suite à la recrudescence des activités humaines qui auraient entraîné les perturbations profondes depuis 500 ans [28]. L'omniprésence de l'espèce *Gilbertiodendron dewevrei* (De Wild.) J. Léonard dont les charbons fossiles est plus ancien ($1\ 120 \pm 30$ ans BP) et les écarts d'âges que l'espèce présente dans les différents sites semble complexe. Evidemment, l'espèce se maintient dans la région depuis bien de temps. Elle est particulièrement remarquable dans toute la cuvette congolaise où elle forme des peuplements parfois sur plusieurs dizaines d'hectares avec les individus de tous âges, des plantules au très vieil arbre [29]. En outre, l'espèce fait partie du refuge forestier de la région de l'Ituri où elle forme des peuplements purs [30]. Cependant, ces peuplements sont signalés plus loin de leur point de départ après la dernière glaciation [31].

5 CONCLUSION

L'analyse de la composition floristique issue de charbons fossiles rappelle l'occupation dans la région de Yoko et ses environs des forêts mixtes et des forêts à *Gilbertiodendron dewevrei* (De Wild.) J. Léonard dans les siècles passés. Ces peuplements auraient subi des perturbations dues aux feux datés de 1120 ± 30 ans BP et plus récemment il y a 145 ± 30 ans BP. Ces feux sont vraisemblablement d'origine anthropique et proviendraient, soit de l'agriculture itinérante sur brûlis, soit de feu domestique. La présence de la céramique dans les sous-sols confirme la sédentarisation de l'homme dans la région.

L'agriculture itinérante sur brûlis récurrente et la sédentarisation de l'homme dans la région sont les principaux facteurs qui ont décalé la dynamique de recolonisation des forêts à certains endroits pour favoriser l'installation des Marantaceae. Ces perturbations ont eu des répercussions sur la composition des peuplements actuels. Mais à ce stade d'étude, nous ne sommes pas en mesure de dire si ces perturbations ont complètement altéré toute la végétation. Les données des charbons fossiles récoltés de manière très ponctuelle ne permettent pas de dégager les inférences significativement concluantes sur la composition de la végétation passée permettant de comparer celle-ci à la composition des peuplements actuels.

Toutefois, il y a lieu de prédire que les peuplements anciens seraient constitués des forêts climatiques hétérogènes et des forêts à *Gilbertiodendron dewevrei* (De Wild.) J. Léonard. Sous l'effet de ces perturbations, certains taxons n'ont pas pu se maintenir, c'est le cas de *Gilbertiodendron dewevrei* (De Wild.) J. Léonard, *Monodora sp*, *Tetraberlinia bifoliata* J. Léonard, *Pouteria sp*, *Homalium longistylum* Mast, *Turraeanthus africanus* (Welw. ex C.DC.) Pellegr. En conséquence, ils n'ont pas été retrouvés dans les forêts à Marantaceae actuelles.

REFERENCES

- [1] H. Puig. Forêt tropicale dense humide, Belin 8^e rue Ferou-75278, Paris, Cedex 6, 444p, 2001.
- [2] JF. Gillet. Les forêts à Marantaceae au sein de la mosaïque forestière du Nord de la République du Congo : Origine et modalités de la gestion, (Thèse doctorat), Université de Liège-Gembloux Agro-Bio Tech, 194 p, 2013.
- [3] J.P. Vande weghe. Forêts d'Afrique Centrale, la nature et l'homme. Tiel Belgium Ecofac Lannoo SA (éd.). 367p, 2004.
- [4] W. Hubau. Exploring charcoal as a natural archive for palaeofire and vegetation history of the Mayumbe, Democratic Republic of the Congo. PhD Dissertation, Ghent University, 224 p, 2013.
- [5] M.M. Dhetchuvi et A. Diafouka. Les *Marantaceae* du Congo. *Fragm. Flore. Geobot.* 38 (2 : 401-450, 1993.
- [6] J.M. Fay. The ecology, social organization, population, habitat and history of the western lowland gorilla (*Gorilla gorilla* Savage and Wyman 1847). Unpublished PhD thesis. University of Washington. pp 1-17, 1997.
- [7] B.L. Lomba. Systèmes d'agrégation et structures diamétriques en fonction des tempéraments de quelques essences dans les dispositifs permanents de Yoko et Biaro (Ubundu, Province Orientale, RD. Congo), Thèse F. Sc, Unikis +239 p, 2012.
- [8] D. Marguerie, JY. Hunot. Charcoal analysis and dendrology: data from archaeological sites in north-western France. *Journal of Archaeological Science* 34, 1417-1433, 2007.
- [9] M. Nyakabwa. Ilots forestiers de Kisangani (RD. Congo): observations floristiques et sauvegarde, 12e Congrès forestier mondial. Quebec City, 0935-B3, 2003.
- [10] F.B. Boyemba. Ecologie de *Pericopsis elata* (Harms) Van Meeuwen (Fabaceae), arbre de forêt tropicale africaine à répartition agrégée. Thèse de doctorat, Université Libre de Bruxelles, Belgique, 181 p, 2011.
- [11] R. Oslily & B. Peyrot B. Un gisement du paléolithique inférieur: la haute terrasse de l'Elarmek-Moyenne vallée de l'Ogooué (Gabon). Problème chronologique et paléogéographiques. *Comptes rendus de l'académie des Sciences des Paris, Séries II* 414, 309-312, 1992.
- [12] K.H. Belesika. Etude floristique, phytogéographique et Phytosociologique de la végétation du Bas-Kasai en République Démocratique du Congo. Thèse de Doctorat, F. Sc / UNIKIN, 565 p, 2009.
- [13] I. Youta Happi. Arbres contre graminées : la lente invasion de la savane par la forêt au Centre-Cameroun, Thèse, Université de Paris-Sorbonne (Paris IV), 241p, 1989.
- [14] J. Maley. Fluctuations majeures de la forêt dense humide africaine au cours des vingt derniers millénaires in l'Alimentation en forêt tropicale interactions bioculturelles et perspectives de développement. Volume 1, les ressources alimentaires: Production et consommation, MAB, Editions UNESCO, 56-69 p, 1996.
- [15] AC. Scott., JA. Cripps, JE. Collins. & GJ. Nichols. The taphonomy of charcoal following a recent heathland fire and some implication for the interpretation of fossil charcoal deposits. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 164-1-13, 2000.
- [16] J. Maley, A. Catastrophic Destruction of African Forests about 2,500 years Ago still exerts a Major Influence on Present vegetation Formations. *IDS Bulletin*, 33, 13-3, 2002.
- [17] Y. Monnier. La poussière et le cendre. Paysages, dynamiques des formations végétales et stratégies des sociétés en Afrique de l'Ouest. Paris, France, Ministère des Coopérations, 1990.
- [18] C. Tardy. Indicateurs paléo écologiques/marqueurs d'anciennes perturbations liées au feu. Les charbons de bois fossiles de la région de Nouragues-Guyane française. In *Dynamique au long des Ecosystèmes forestiers intertropicaux, Actes symposium Ecofit, Orstom-CNR, Body, France, 265-267, 1996.*
- [19] I. Chave. Dynamique spatio-temporelle de la forêt tropicale, *Ann. Phys. Fr.* 25. No6. 157 p, 2000.
- [20] T. Brncic. Ecology and patch dynamics of *Megaphrynium macrostachym* (Beth) M. Read (Marantaceae) in the south-west Central African Republic. Thèse de Doctorat Oxford forestry Institute and Linacre college, Oxford, U-K, 138 p, 2002.
- [21] D. McKey, F. Olga, Linares, R.C. Clement & C.M. Hladik. Ressources alimentaires des forêts tropicales: Une mise en perspective des tendances évolutives et de l'impact du peuplement humain. In : *Alimentation en forêt tropicale interactions bioculturelles et perspectives de développement. Volume 1, les ressources alimentaires Production et consommation, MAB, Editions UNESCO, 43-54 p, 1996.*
- [22] B. Dupuy. Bases pour une sylviculture en forêt dense tropicale humide Africaine. Série Forafri, 1998, document CIRAD-Forêt, Montpellier. pp 1-10, 1998.
- [23] A. Livingstone Smith, E. Cornelissen, W. Hubau. & O. Eboosso. Prospections et Fouilles Archéologiques de la Mission « Boyekoli Ebale Congo 2010 » (RDC), Nyame Akuna 75 :11-16, 2010.
- [24] M. Demanet. Origine des peuplements d'arbres héliophiles des forêts du sud-est Cameroun – un test des effets anthropiques et édaphiques, DEA/ ULB. 70 p, 2013

- [25] MJ. Tshibamba, W.Hubau, J. Morin-Rivat, H. Ntahobavuka, B Boyemba, C. De Canniere H. Beeckman. Charcoal records reveal past occurrences of perturbations in the forests of the Kisangani region (RDC): vegetation history of the semi-deciduous rainforest, Vienne (Autriche), April 2014. International conference, Poster presentation, 2014
- [26] S. Gourlet-Fleury, A. Fayolle, CIRAD, ULg. Mieux intégrer les connaissances dans les décisions de gestion : des apports du projet COFORChange in Les Forêts du bassin du Congo- Etat des forêts 2013. Belgique pp 35-47, 2013
- [27] J. Morin-Rivat, W. Hubau, J-F. Gillet, R. Oslisly, S. Gourlet-Fleury, J-L. Doucet & H. Beeckman. Recent disturbances in the Congo basin: ananthracological contribution to vegetation reconstructions. Colloque de l'Académie des Sciences: The impact of a major environmental crisis on species, populations and communities: the fragmentation of African forests at the end of the Holocene. International conference, 1-2 march 2012, Paris, France. Poster presentation, 2012.
- [28] A.C Scott, JA. Cripps, JE. Collins. & GJ. Nichols. The taphonomy of charcoal following a recent heathland fire and some implication for the interpretation of fossil charcoal deposits. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 164-1-13, 2000.
- [29] A. Ausset. Le charbon de bois et les paléo-environnements. pp 110, 2010. [online] <http://www.a-ausset.suite101.fr/les-charbons-de-bois-et-les-paleo-environnements-a10921#ixzz1aa8PGKoP>
- [30] M. Thinon. Description codifiée des caractères anatomiques des bois carbonisés des dicotylédones et des Gnétales. *Bull. Soc. Linn. Prov.*, 45: 119-164. UNESCO. Man and the Biosphere series. 6: 67-86. Université Claude Bernard, Lyon1, Villeurbanne <http://carbone14.univ.Lyon.fr> Ann. Fac. Sci. (2013): 96-111, 1994 b
- [31] J-K. Stein J. Earthworm activity: a source of potential disturbance of archaeological sediments. *American Antiquity*, 48 (2) : 277-289, 1983.
- [32] S. Thiébault. L'apport du fourrage d'arbre dans l'élevage depuis le Néolithique, *Anthropozoologica* 40 (1): 95-108, 2005
- [33] E. Asouti. Charcoal analysis: A short history. [En ligne] University of Liverpool, 2006. [consulté le 25 avril 2015.] <http://www.pcwww.liv.ac.uk>