

Diagramme pollinique holocène du lac Kitina (Congo) : mise en évidence de changements paléobotaniques et paléoclimatiques dans le massif forestier du Mayombe

Hilaire Elenga, Dominique Schwartz, Annie Vincens, Jacques Bertaux,
Christian de Namur, Louis Martin, Denis Wirrmann et Michel Servant

Résumé L'analyse palynologique d'une carotte prélevée dans le lac Kitina, sur la bordure occidentale du Mayombe congolais, apporte des informations nouvelles sur l'évolution, depuis 5 400 ans BP, des conditions paléoclimatiques et sur les associations végétales présentes autour du lac. Si une couverture arborée a toujours été présente, des modifications importantes liées à un assèchement climatique sont enregistrées ca 2 500 ans BP : apparition de faciès forestiers plus mésophiles et de savanes incluses. Ce n'est que vers 490 BP que se fait le retour à un climat plus humide et que se mettent en place les associations végétales présentes actuellement. Ces modifications ont été plus tardives et moins intenses que dans d'autres régions congolaises, plus sensibles aux forçages climatiques.

Mots-clés : Palynologie, Holocène, Congo, Afrique Centrale, Mayombe, Paléobotanique, Paléoclimatologie.

Abstract **Holocene pollen data from Kitina lake (Congo):
palaeoclimatic and palaeobotanical changes
in the Mayombe forest area**

Palynological data of a core from Lake Kitina, located beyond the western part of the Congolese Mayombe provide new information on the evolution of both climate and vegetation of the surroundings of the lake since 5,400 BP. A forest vegetation has always covered the area, but major modifications are recorded after a climatic drying of about 2,500 BP: emergence of mesophile forest features and of enclosed savannas. The present vegetation associations only established at about 490 BP as a consequence of the return to more humid climatic conditions. The response of the ecosystem to the climatic changes was later and less strong than in more unstable areas of the Congo.

Keywords: Palynology, Holocene, Congo, Central Africa, Mayombe, Palaeobotany, Palaeoclimatology.

**Abridged
English
Version**

IN the Congo, some palynological studies have been undertaken over the past few years, but they mainly concern savanna environments such as the Bateke Plateaus

(Elenga *et al.*, 1991, 1994), the Niari valley (Vincens *et al.*, 1994) and the coastal plain (Elenga *et al.*, 1992). The history of the Congolese forests has been more or less indi-

GÉOSCIENCES DE SURFACE/
SURFACE GEOSCIENCES
(PALÉOCLIMATOLOGIE/
PALEOCLIMATOLOGY)
(PALÉONTOLOGIE/
PALEONTOLOGY)
(PALÉOBOTANIQUE/
PALEOBOTANY)

C.R. Acad. Sci. Paris,
t. 323, série II a,
p. 403 à 410,
1996

H. E. : ORSTOM,
Dynamique Historique
des Ecosystèmes Intertropicaux
(LADHEIT), BP n° 1286,
Pointe-Noire, Congo.
Actuellement : LGQ CNRS CEREGE,
BP n° 80, 13545 Aix-en-Provence
CEDEX 4, France ;

D. S. : ORSTOM, LADHEIT Pointe-Noire.
Actuellement : CEREG,
rue de l'Argonne,
67083 Strasbourg CEDEX,
France ;

A. V. : LGQ CNRS CEREGE,
BP n° 80, 13545 Aix-en-Provence
CEDEX 4, France ;

J. B., L. M., M. S. et D. W. :
ORSTOM, Formations Superficielles,
34, avenue Henri-Varagnat,
93143 Bondy CEDEX, France ;

C. de N. : ORSTOM, LADHEIT
Pointe-Noire.
Actuellement :
Service 462, Biomathématiques,
Faculté des Sciences Saint-Jérôme,
13397 Marseille CEDEX 13, France.

Note

présentée par
Georges Pédro.

remise le 9 janvier 1996,
acceptée après révision
le 10 juin 1996.

403

Fonds Documentaire ORSTOM



010007351

1250-8050/96/03230403 • \$ 2.00 © Académie des Sciences

Fonds Documentaire ORSTOM
Cote: B* 7351 Ex: 1

rectly deduced from these data, meanwhile locally confirmed by pedological or prehistorical works (Dechamps *et al.*, 1988; Schwartz, 1991, 1992; Schwartz *et al.*, 1990 *a, b*, 1992; Van Neer and Lanfranchi, 1985).

This paper presents a new pollen sequence obtained from a 6.25 m core (KT3) extracted in Lake Kitina (12°E, 4°16'S), located beside the western limit of the Mayombe Massif (Southern Congo), which lies along a NW-SE direction from Gabon to Angola (fig. 1). This lake is today surrounded by mixed moist semi-evergreen rain forest belonging to the Guinean-Congolian phytogeographical region as defined by White (1983). Present annual rainfall is about 1,500 mm with a well defined dry season of 4 months. Daily humidity is high all the year round with values above 85%.

The lithology of core KT3 is relatively homogeneous, although some differences in the mineralogical composition are revealed by infra-red spectroscopy analysis (fig. 2). Eight AMS radiocarbon dates (Utrecht laboratory) measured on total organic matter have been provided which indicate that the sequence represents the history of Lake Kitina since 5,400 BP. 40 pollen levels have been analysed and a total of 125 pollen taxa identified. Two major pollen zones (KT3-II and KT3-I) have been individualized, giving evidence for changes in the distribution and composition of the vegetation occurring around Lake Kitina during the Holocene.

The pollen sequence (fig. 3) shows that the period between 5,400 and 2,500 BP recorded a dense forested environment with a high representation of swamp taxa such as *Hallea*, *Anthostema* and *Syzygium*.

Around 2,500 BP, a decrease of swamp forest components is synchronous with an expansion of heliophilous arboreal taxa such as *Pandanus*, *Raphia*, *Macaranga* and *Alchornea* etc. and with a marked increase of Gramineae

and Pteridophyta. These data are interpreted as the result of a degradation of the climatic conditions (mainly rainfall) whose consequences have been a local clearance of the forested environment around the lake. Such dry climatic reconstructions ca 2,500 BP are in complete agreement with palaeoclimatic reconstruction previously proposed in other regions of Congo ca 3,000 yrs BP (Elenga *et al.*, 1992; Schwartz, 1992; Vincens *et al.*, 1994). However, a forested environment was always present around the Lake Kitina during the last 5,400 yrs BP, contrary to some sites such as at Lake Sinnda, where this dry period was responsible for the complete disappearance of the forest, with a definitive establishment of open vegetation. The time lag registered between the previous areas (3,000 BP) and Lake Kitina (2,500 BP) concerning this climatic change is only linked to the ecological sensitivity of the sites.

More humid conditions seem to re-establish themselves around 490 yrs BP as indicated by a decrease in heliophilous taxa, Gramineae and ferns, and by the increase in aquatic and swamp taxa. This climatic amelioration is certainly contemporaneous with the development of local fringing forested zones around Lake Sinnda after 650 BP (Vincens *et al.*, 1994) and of higher rainfalls ca 600-500 BP, registered on the Congolese littoral (Schwartz *et al.*, 1990 *b*; Elenga *et al.*, 1992).

From around 2,000 BP significant pollen frequencies recorded by *Elaeis guineensis* are noteworthy. Its expansion is certainly related to human impact in this region and particularly the influence of the Bantu people (Schwartz, 1992). However, the sporadic occurrence of this element before 2,000 BP in the vicinity of Lake Kitina cannot for the moment be completely interpreted: either older human occupation or natural development.

I. INTRODUCTION

Au Congo, les études palynologiques ont jusqu'à présent concerné les régions de savane du pays Bateke (Elenga *et al.*, 1994), de la région côtière (Elenga, 1992 ; Elenga *et al.*,

1992) et de la vallée du Niari (Vincens *et al.*, 1994). Les paléoenvironnements des massifs forestiers en ont été déduits par interpolation et par d'autres approches, pédologie et préhistoire (Schwartz, 1991, 1992 ; Schwartz *et al.*, 1990 *a, b*, 1992). Au cours de l'Holo-

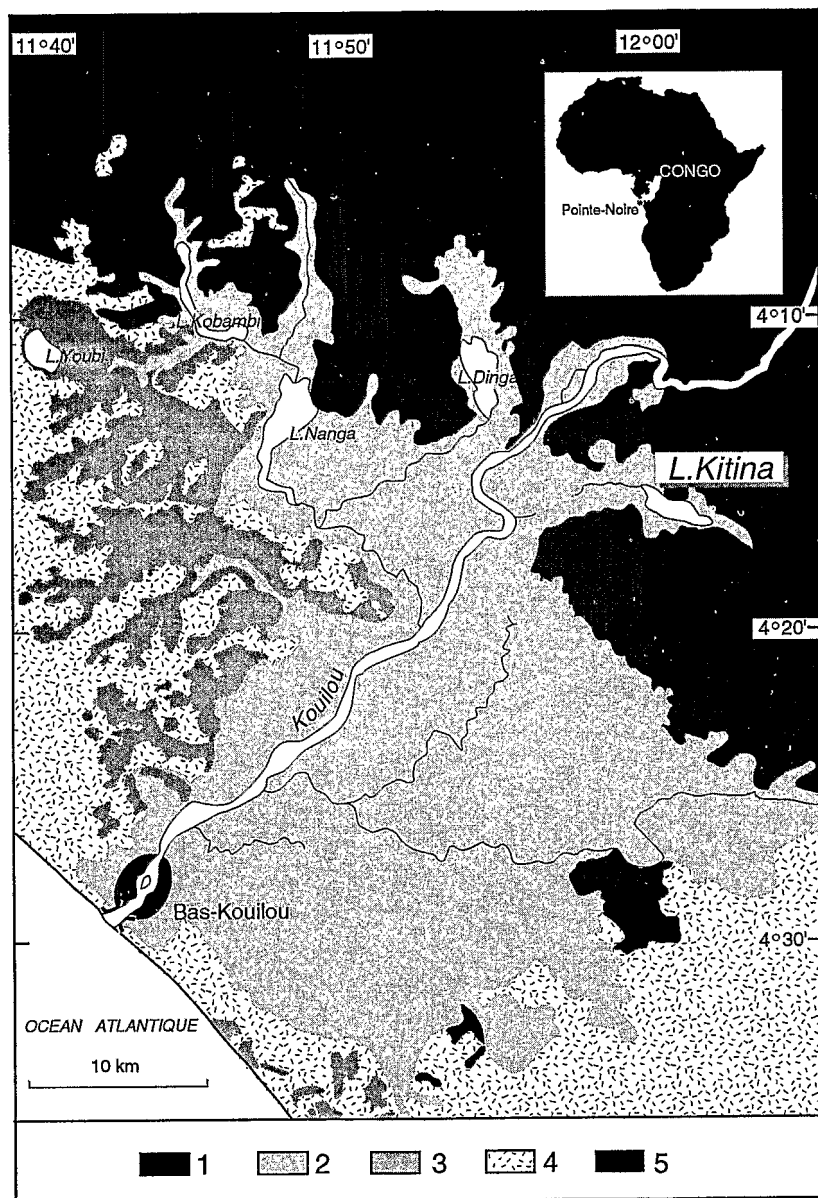
cène, la végétation du Congo a connu d'importantes modifications, liées à des changements climatiques. A l'Holocène inférieur, les zones de savane actuelles étaient largement couvertes de forêts (Schwartz *et al.*, 1990 b, 1992 ; Vincens *et al.*, 1994 ; Elenka *et al.*, 1994), même si des formations plus ouvertes subsistaient localement (Van Neer et Lanfranchi, 1985 ; Dechamps *et al.*, 1988). Vers 3 000 BP, un assèchement est enregistré dans la région. C'est de cette période que date l'extension des savanes, dont le faciès actuel, peu arboré, est lié à la pratique des brûlis par les chasseurs (Schwartz *et al.*, 1995). Les analyses polliniques présentées ici complètent les séries précédemment étudiées au Congo et donnent, pour la première fois, des informations continues sur la dynamique du massif forestier du Mayombe au cours des 6 derniers millénaires.

II. LE SITE ET LE MATÉRIEL D'ÉTUDE

Le lac Kitina (12°E ; 4°16'S) est situé à la limite entre la façade maritime du Congo et la bordure ouest du Mayombe (fig. 1), au cœur d'une forêt sempervirente de transition vers un type semi-caducifolié (White, 1983). Exposé aux vents atlantiques, ce versant du Mayombe, aux altitudes inférieures à 700 m, est soumis à des précipitations annuelles de l'ordre de 1 500 mm. La saison sèche, fraîche et nuageuse, dure 4 mois. L'humidité moyenne journalière est de l'ordre de 85 % en saison des pluies et de 90 % en saison sèche. Les températures moyennes annuelles sont de l'ordre de 25°C.

Le lac Kitina est long de 5 km et large de 1 à 1,5 km. Son origine est vraisemblablement liée au colmatage holocène de la basse vallée du Kouilou par plus de 20 m de sédiments fluvio-marins, lors de la dernière transgression marine (Malounguila-Nganga *et al.*, 1990).

La répartition de la végétation autour du lac dépend du degré d'hydromorphie. Après un tapis de *Nymphaea* spp. développé sur des profondeurs d'eau de moins d'un mètre, les sols marécageux de bordure sont



occupés sur 4 à 10 m de large par des *Papyrus* (Cypéracées), *Anchomanes* (Aracées), des fougères et, mêlées à ces herbacées, quelques ligneux tels que *Alstonia* et *Alchornea*. En arrière, se développe une raphiale, puis la forêt marécageuse à *Santiria*, *Uapaca*, *Memycelon*,... si l'escarpement est faible, ou de terre ferme à *Dacryodes*, *Klainedoxa*, *Ongokea gore*, *Piptadenia*, Sapotacées, dans le cas contraire. Sur les berges les plus pentues, le lac est directement en contact avec la forêt de terre ferme.

Fig. 1 Localisation du lac Kitina. 1 : forêt dense ; 2 : forêt hydromorphe ; 3 forêt littorale mésophile ; 4 : savane ; 5 : mangrove (d'après Dowsett et Dowsett-Lemaire, 1991, modifié).

Location of Lake Kitina.

1: rain forest; 2: swamp forest; 3: coastal mesophile forest; 4: savanna; 5: mangrove.

Tableau Datations ^{14}C - AMS et dates calibrées.
AMS ^{14}C dates and calibrated dates.

N° éch.	Profondeur	Réf. Labo	Age BP (AMS)	Age cal BP
KT3-14C/02	50 cm	Ut 3590	490 ± 40	536-506
KT3-14C/05	158 cm	Ut 3591	1 340 ± 40	1 204-1 194 1 294-1 239
KT3-14C/06	168 cm	Ut 3592	1 900 ± 40	1 875-1 808
KT3-RX46	208 cm	Ut 4541	2 490 ± 60	2 729-2 428 2 404-2 370
KT3-14C/09	235 cm	Ut 3593	2 770 ± 40	2 877-2 791
KT3-14C/12	380 cm	Ut 3594	4 020 ± 40	4 527-4 417
KT3-14C/15	520 cm	Ut 3595	4 900 ± 40	5 655-5 595
KT3-base	625 cm	Ut 2358	5 460 ± 70	6 310-6 191

Quatre carottes ont été prélevées à l'aide du carottier à vibration (Martin et Flexor, 1987) dans la partie SE du lac, sous une tranche d'eau de 4,5 m. Le sondage étudié (KT3) mesure 6,25 m de long. La détermination quantitative par spectrométrie infrarouge à transformée de Fourier (IRTF) des principaux constituants a été faite sur 54 échantillons, selon la méthode de Bertaux *et al.* (1996 a). La préparation des échantillons palynologiques suit la méthode classique (Faegri et Iversen, 1975). Quarante deux niveaux ont été comptés, soit un maillage moyen de 15 cm, resserré à 10 cm dans la partie supérieure de la carotte, plus contrastée, à raison de 350 pollens par niveau. L'expression graphique des résultats a été réalisée sur le programme GPAL3 (Goeury, 1988). Les datations AMS ^{14}C ont été effectuées à l'Université d'Utrecht (Pays-Bas), sur des tranches de 2 cm d'épaisseur du sédiment total.

III. RÉSULTATS

Chronologie, sédimentologie et minéralogie

Les âges AMS s'échelonnent entre 5 460 BP à la base et 490 BP à 50 cm de profondeur (tableau). Le sédiment est une argile organique grise, riche en nodules terreux de vivianite bleue de 6,25 à 2,10 m. Entre 2,10 et 0,60 m, il est plus organique et sans vivianite, avec à la base deux niveaux très sombres. Au-dessus de 0,60 m, il s'agit

d'un sapropèle gris foncé. Les principaux composants identifiés et quantifiés en spectrométrie sont la kaolinite, le quartz et la silice amorphe (fig. 2). La gibbsite est présente en faible quantité sur toute l'épaisseur de la carotte, tandis que la sidérite n'apparaît que dans les niveaux riches en vivianite (celle-ci non quantifiée en raison de sa répartition hétérogène). La matière organique représente l'essentiel des autres constituants. Elle est particulièrement abondante entre 160 et 210 cm, zone où les composants détritiques connaissent leur minimum, et la silice amorphe, composée essentiellement de frustules de diatomées, son maximum.

Palynologie

Les pollens sont bien conservés. Au total, 125 taxons différents ont été identifiés pour la plupart au niveau générique. Sur le diagramme (fig. 3), les taxons ont été regroupés. Seules 9 catégories apparaissent ainsi : les associations de forêt de terre ferme ou marécageuse, les lianes, les pionniers, le palmier à huile (*Elaeis*), les Graminées, Cypérocées, Ptéridophytes et divers. Deux zones palynologiques sont nettement différenciables, la zone supérieure se subdivisant en deux sous-zones :

La zone KT3-II (6,25 à 2,10 m) est caractérisée par l'abondance d'éléments forestiers qui représentent de 60 à 80 % de la somme pollinique. Ce sont *Hallea* (5-20 %), *Anopyxis*, *Martretia* (5-10 %), *Pausinystalia*, *Aidia*, *Raphia*, *Syzygium* et *Alchornea* (5 %). Les

taxons non arborés consistent en 5 à 10 % de spores de Ptéridophytes, 5 à 10 % de Cyperaceae, et 10 à 20 % de lianes, essentiellement représentées par des Combretaceae (du genre *Combretum*) et des Dilleniaceae (principalement *Tetracera*).

La sous-zone KT3-Ib (2,10 à 0,50 m) se caractérise par une forte augmentation des éléments arborés héliophiles, tels que *Pandanus*, *Raphia*, *Macaranga*, mais également d'éléments de la strate herbacée, comme les spores de Ptéridophytes, qui dépassent 20 %, et les Gramineae, qui atteignent 14 %. C'est dans cette zone que s'observent les plus forts pourcentage de pollens d'*Elaeis guineensis* (1-5 %).

La sous-zone KT3-Ia (0,50 à 0 m) se distingue de la précédente par une remontée des Cyperaceae, des lianes et des taxons arborés forestiers, tels que *Hallea*, *Iringia*, *Anopyxis*, et par la baisse des Gramineae et des spores de Ptéridophytes. Les pourcentages d'*Elaeis guineensis* et de *Macaranga* restent relativement élevés et inchangés par rapport à la sous-zone précédente.

IV. DISCUSSION

Le diagramme pollinique KT3 met en évidence la présence, depuis au moins 5 400 BP, d'associations végétales forestières au voisinage du lac Kitina. Ces formations forestières ont toutefois subi des modifications qui ont affecté leur composition et leur répartition.

Entre 5 400 et 2 500 BP, la séquence pollinique KT3-II traduit la présence, autour du site, d'un couvert forestier dense. L'association composée par *Hallea*, *Anthostema*, *Syzygium* traduit la présence de faciès forestiers marécageux, alors que celle comprenant *Anopyxis*, *Martretia*, *Dacryodes*, Sapotaceae... appartient aux forêts de terre ferme. Ces associations sont comparables à celles observées actuellement au voisinage du lac Kitina.

Entre 2 500 et 490 BP, l'expansion de groupements héliophiles, des Gramineae et des Pteridophytes et la forte baisse des pollens de forêt de terre ferme témoignent d'un changement majeur dans la configuration de la végétation autour du lac. La bonne représentation de la strate herbacée,

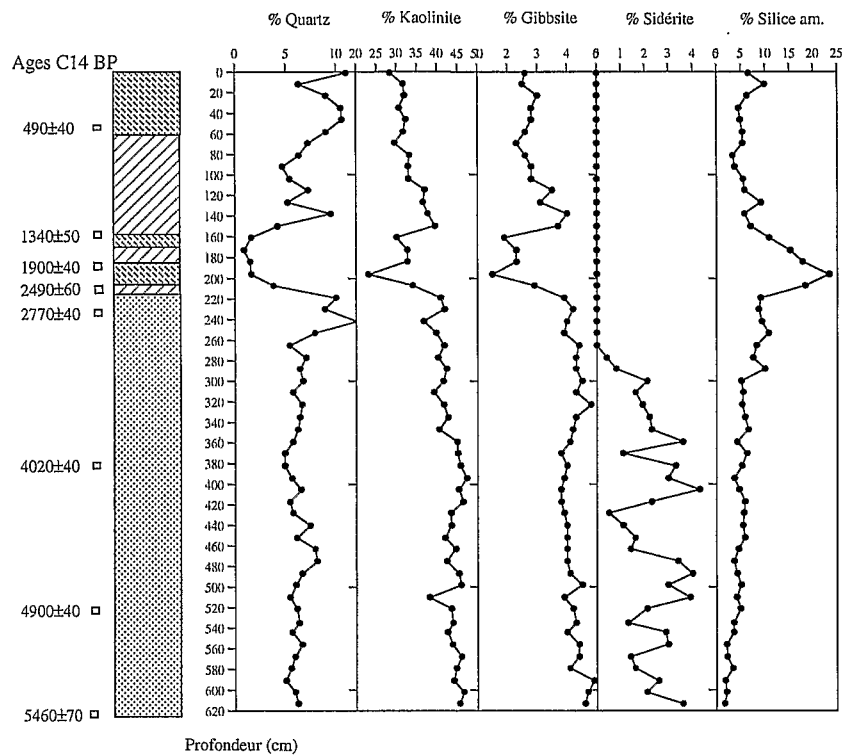


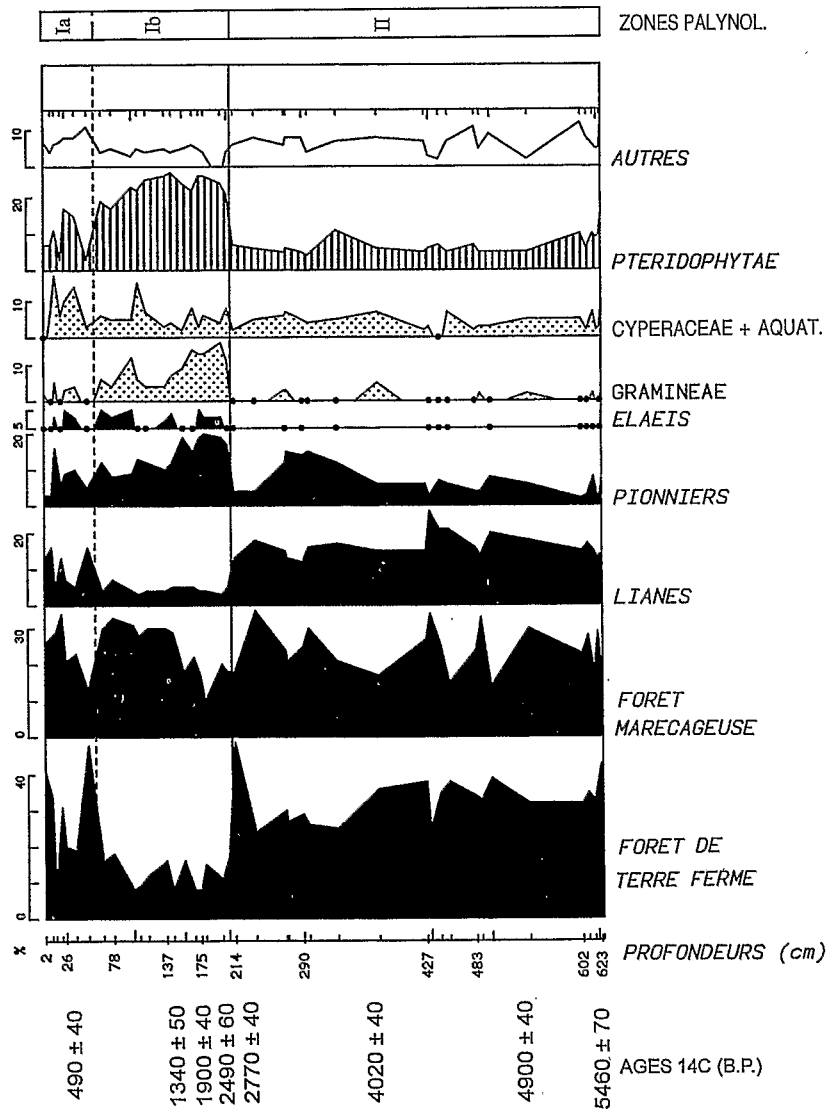
Fig. 2 Principaux constituants minéraux du sédiment en spectrométrie IRTF.

Main minerals observed by the FTIR spectroscopy method.

Gramineae en particulier (14 % à leur maximum), peut s'interpréter de deux manières différentes : par une forte présence de ces taxons sur des berges libérées par une baisse du niveau lacustre et/ou par des apports de pollens provenant de la proche région. Cependant, l'abondance des diatomées, parmi lesquelles figurent des planctoniques (S. Servant, G. Elenga, comm. orale), révélée par le pic de silice amorphe (fig. 2), montre clairement que le lac ne s'est pas asséché entièrement ; la prédominance des faciès forestiers mésophiles, l'abondance des Ptéridophytes et des Gramineae indiquent donc une fragmentation très partielle de la forêt, consécutive à un assèchement climatique, correspondant à l'apparition de savanes incluses au sein du Mayombe occidental. Le ralentissement de la sédimentation détritique s'interprète aisément si l'on se rappelle que, malgré son ouverture partielle, le milieu est resté globalement forestier. Or, dans les forêts, le ruissellement est très réduit, et l'érosion est une érosion de berge dont l'intensité est corrélée à l'abondance des pluies (Tardy et al., 1995). Le ralentisse-

Fig. 3 Diagramme pollinique simplifié KT3 du lac Kitina (forêt du Mayombe, Congo). La somme pollinique inclut l'ensemble des grains de pollen et spores comptés, indéterminables exclus. Liste des principaux taxons. A, Forêt de terre ferme : *Dacryodes*, *Maranthes*, *Caesalpinioideae* diverses, *Tetrorchidium*, *Irvingia*, *Calpocalyx*, *Diospyros*, *Pentaclethra macrophylla*, type *Piptadeniastrum*, *Pycnanthus*, *Strombosia*, *Anopyxis*, *Aidia pausinystalia*, *Ganophyllum*, *Campylosperrum*, Sapotaceae, Tiliaceae ; B, Forêt marécageuse : *Berlinia*, *Martretia*, *Plagiostyles*, *Uapaca*, *Symphonia globulifera*, *Anthostema*, *Syzygium*, *Raphia*, *Alstonia*, *Pandanus*, *Phoenix*, *Sclerosperma* ; C, Arbres pionniers : *Alchornea*, *Macaranga* ; D, Spores : Monolètes, Trilètes, Polypodiaceae ; E, Aquatiques : *Polygonum*, *Nymphaea*, *Typha*.

Simplified pollen diagram KT3 from Lake Kitina (Mayombe forest, Congo). Pollen sum includes all recorded pollen taxa, undeterminable ones excluded. List of the main taxa. A. Rain forest; B. Swamp forest; C. Pioneer trees; D. Spores; E. Aquatic plants.



ment de la sédimentation serait donc une conséquence d'une baisse des précipitations. Cet assèchement intra-Holocène est maintenant bien reconnu en Afrique Centrale. Bertaux *et al.* (1996 *b*) précisent qu'en termes de flux sédimentaires, la diminution progressive de la pluviosité est enregistrée dans les lacs du Sud-Congo dès 4 000 BP, même si les conséquences de ce changement climatique sur la végétation ne se sont fait sentir que plus tardivement (Caratini et Giresse, 1979 ; Schwartz *et al.*, 1990 *b* ; Schwartz, 1992 ; Elenga, 1992 ; Elenga *et al.*, 1994 ; Vincens *et al.*, 1994). En fait, elles dépendent de la sen-

sibilité du milieu. Ainsi, dans la vallée du Niari, cette péjoration climatique a provoqué l'assèchement complet du lac Sinnda (Vincens *et al.*, 1994) il y a au moins 3 000 ans BP. En revanche, aux alentours du lac Kitina, les conditions locales d'humidité ont atténué l'ampleur de la réponse de l'écosystème, moins intense et plus tardive qu'ailleurs : le lac ne s'est pas entièrement asséché, même s'il est vraisemblable que son niveau ait baissé ; le développement de formations plus ouvertes n'a pas entraîné la disparition des formations forestières denses ; la forêt s'y est fragmentée avec un retard

d'au moins 500 ans sur le lac Sinnda, situé dans une des zones les plus sèches du Congo.

Vers 490 BP, la recrudescence des taxons forestiers, et la régression des essences arborées héliophiles, y compris *Pandanus*, des Spores de Ptéridophytes et des Graminées, indiquent un retour à des conditions plus humides lors des derniers siècles. Cette tendance a été enregistrée sur d'autres sites, vers 650 BP dans la vallée du Niari (Vincens et al., 1994), et sur le littoral vers 600-500 BP (Schwartz et al., 1990 b; Elenga et al., 1992).

Un intérêt particulier doit être accordé au pollen d'*Elaeis guineensis*, considéré comme un marqueur anthropique quand il est abondant (Elenga et al., 1992 ; 1994). Dans le Mayombe, des pourcentages élevés en ont été trouvés vers 2 880 BP (Caratini et Giresse, 1979), et des noix de palmes carbonisées ont été datées de 2 700 BP (Schwartz, 1992). Ces dates correspondraient à l'arrivée de populations utilisant intensément cette espèce (Schwartz, 1992). A Kitina, ce pollen est présent dès 5 400 BP (< 1 %). Ce n'est que vers 2 000 BP qu'il atteint des pourcentages de 5 % et peut être associé à une action anthropique. Cette phase est d'ailleurs synchronique de l'abondance de *Macaranga*, plante qui peut parfois être également associée à l'action de l'homme. Il est toutefois d'autant plus difficile de mesurer l'impact de l'homme sur le milieu par ces indices ténus, que d'autres auteurs estiment

que l'abondance de *Elaeis* pourrait résulter des changements paléoclimatiques (Reynaud-Farrera et al., 1996).

V. CONCLUSIONS

La séquence KT3 met en évidence la permanence de formations forestières autour du lac Kitina depuis plus de 5 400 BP. Cependant, les variations climatiques de l'Holocène supérieur mises en évidence sur d'autres sites se sont également fait sentir ici, mais sont très atténuées par un contexte local, demeuré favorable à la forêt pendant les périodes les plus sèches. Il apparaît clairement que l'ouverture de la forêt, consécutive à l'assèchement climatique de l'Holocène supérieur, a été plus partielle et plus tardive que dans des milieux plus fragiles. Par ailleurs, ces résultats montrent que les savanes incluses du Mayombe, localisées actuellement à la partie orientale du Mayombe, étaient une conséquence de cet assèchement, et qu'elles s'étendaient autrefois au Mayombe occidental, d'où elles ont précocement disparu en raison de conditions plus favorables à la forêt, confirmant l'hypothèse formulée par Schwartz (1992). Ce sont ainsi toutes les nuances régionales de l'évolution paléoenvironnementale du Sud-Congo qui tendent à se préciser. Ces nuances constituent autant de réponses différentielles des écosystèmes aux forçages climatiques, en fonction de leur fragilité respective.

Ce travail a été réalisé dans le cadre du programme ECOFIT (ORSTOM/CNRS). Les pollens ont été traités et analysés au Laboratoire de Géologie du Quaternaire CNRS-CEREGE, et la spectrométrie IRTF a été effectuée au Laboratoire des Formations Superficielles (ORSTOM Bondy).

Remerciements. Nous remercions K. Van Den Borg (Université d'Utrecht) pour les datations AMS.

Atlas du Congo. 1969. ORSTOM, Paris, 10 pl.

BERTAUX, J., FRÖHLICH, F. et ILDEFONSE, P., 1996a. A new application of FTIR spectroscopy for the quantification of amorphous and crystallized mineral phases. Example of organic-rich sediments *Eur. J. Mineral* (à paraître).

BERTAUX, J., SIFEDDINE, A., SCHWARTZ, D., ELENGA H. et VINCENS, A., 1996b. Enregistrement sédimentologique de la phase sèche d'Afrique équatoriale c. 3 000 BP dans les lacs Sinnda et Kitina (Sud-Congo), In : *Symp. Intern. « Dynamique à long terme des écosystèmes forestiers intertropicaux »*, Bondy, 20-22 mars 1996, p. 213-215.

CARATINI, C. et GIRESSE, P., 1979. Contribution palynologique à la connaissance des environnements continentaux et marins du Congo à la fin du Quaternaire, *C. R. Acad. Sci. Paris*, 288, série D, p. 379-382.

DECHAMPS, R., LANFRANCHI, R., LE COCQ, A. et SCHWARTZ, D., 1988. Reconstitution d'environnements quaternaires par l'étude de macrorestes végétaux (pays Bateke, R.P. du Congo), *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, 66, p. 33-44.

DENBOW, J., MANIMA-MOUBOUHA, A. et SANVITI, N., 1988. Archaeological excavations along the Loango Coast, Congo, *Nsi*, 3, p. 37-42.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- DOWSETT, R.J. et DOWSETT-LEMAIRE, F., éd., 1991. Flore et faune du bassin du Kouilou (Congo) et leur exploitation, Tauraco Research Report n° 4, Tauraco Press/Conoco, Belgique, 340 p.
- ELENKA, H., 1992. Végétation et climat du Congo depuis 24 000 BP. Analyse palynologique de séquences sédimentaires du Pays Bateke et du littoral, *Thèse*, Université Aix-Marseille, 238 p. (déposée à la bibliothèque de la Société Géologique de France, Paris).
- ELENKA, H., SCHWARTZ, D. et VINCENS, A., 1992. Changements climatiques et action anthropique sur le littoral congolais au cours de l'Holocène, *Bull. Soc. géol. France*, 163, p. 83-90.
- ELENKA, H., SCHWARTZ, D. et VINCENS, A., 1994. Pollen evidence of late Quaternary vegetation and inferred climate changes in Congo, *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, 109, p. 345-356.
- FAEGRI, K. et IVERSEN, J., 1975. *Textbook of pollen analysis*, Blackwell, Oxford, 295 p.
- GOEURY, C., 1988. Acquisition, gestion et représentation des données de l'analyse pollinique sur microordinateur, Inst. Français Pondichery, trav. sect. Sci. Techn., 25, p. 405-416.
- MALOUNGUILA-NGANGA, D., NGUIE, J. et GIRESSE, P., 1990. Les paléoenvironnements quaternaires du colmatage de l'estuaire du Kouilou (Congo), *In* : LANFRANCHI, R. et SCHWARTZ, D. éd., *Paysages quaternaires de l'Afrique centrale atlantique*, ORSTOM, Paris, *Didactiques*, p. 89-97.
- MARTIN, L. et FLEXOR, J.M., 1987. Vibro-testemunhador leve : construção, utilização e possibilidades, 2^o Congresso Ass. Brasileira Estudos do Quaternario, Publ. Sp., 1, p. 1-2.
- REYNAUD-FARRERA, I., MALEY, J. et WIRRMANN, D., 1996. Végétation et climat dans les forêts du Sud-Ouest Cameroun depuis 4 770 ans BP : analyse pollinique des sédiments du lac Ossa, *C. R. Acad. Sci. Paris*, 322, série II a, p. 749-755.
- SCHWARTZ, D., 1991. Intérêt de la mesure du $\delta^{13}\text{C}$ des sols en milieu naturel équatorial pour la connaissance des aspects pédologiques et écologiques des relations savane-forêt, *Cah. ORSTOM*, sér. Pédol., XXVI, p. 327-341.
- SCHWARTZ, D., 1992. Assèchement climatique vers 3 000 BP et expansion Bantu en Afrique centrale atlantique : quelques réflexions, *Bull. Soc. géol. France*, 163, p. 353-361.
- SCHWARTZ, D., FORESTA, H., DECHAMPS, R. et LANFRANCHI, R., 1990 a. Découverte d'un premier site de l'âge du fer ancien (2 110 BP) dans le Mayombe congolais. Implications paléobotaniques et pédologiques, *C. R. Acad. Sci. Paris*, 310, série II, p. 1293-1298.
- SCHWARTZ, D., GUILLET, B. et DECHAMPS, R., 1990 b. Étude de deux flores forestières mi-holocène (6 000-3 000 BP) et subactuelle (500 BP) conservées *in situ* sur le littoral ponténégrin (Congo). *In* : R. Lanfranchi et D. Schwartz éd., *Paysages quaternaires de l'Afrique centrale atlantique*, ORSTOM, Paris, *Didactiques*, p. 283-297.
- SCHWARTZ, D., MARIOTTI, A., TROUVÉ, C., VAN DEN BORG K. et GUILLET, B., 1992. Étude des profils isotopiques ^{13}C et ^{14}C d'un sol ferrallitique sableux du littoral congolais. Implications sur la dynamique de la matière organique et l'histoire de la végétation, *C. R. Acad. Sci. Paris*, 315, série II, p. 1411-1417.
- SCHWARTZ, D., DECHAMPS, R., ELENKA, H., LANFRANCHI, R., MARIOTTI, A. et VINCENS, A., 1995. Les savanes intraforestières du Congo : une végétation spécifique de l'Holocène supérieur. *In* : LE THOMAS, A. et ROCHE, E., éd., Volume des communications, 2^e *Symp. Palynol. Afric.*, Tervuren, 6-10 mars 1995, Publ. occas. du Centre Intern. Formation et Echanges Géologiques (CIFEG), n° 1995/31, Orléans, p. 99-108.
- TARDY, Y., MORTATTI, J. et PROBST, J.L., 1995. Érosion chimique et mécanique dans le bassin de l'Amazone. Évaluation du ruissellement par la méthode dite des réservoirs à contribution variable mais à composition constante, *C. R. Acad. Sci. Paris*, 320, série II, p. 853-860.
- VAN NEER, W. et LANFRANCHI, R., 1985. Étude de la faune découverte dans l'abri tshitolién de Ntadi Yomba (R.P. du Congo), *L'Anthropologie*, 89, 3, p. 351-364.
- VINCENS, A., BUCHET, G., ELENKA, H., FOURNIER, M., MARTIN, L., NAMUR, C. de, SCHWARTZ, D., SERVANT, M. et WIRRMANN, D., 1994. Changement majeur de la végétation du lac Sinnda (vallée du Niari, Sud-Congo) consécutif à l'assèchement climatique holocène supérieur : apport de la palynologie, *C. R. Acad. Sci. Paris*, 318, série II, p. 1521-1526.
- WHITE, F., 1983. *The vegetation of Africa*, UNESCO/AETFA/UNSO Maps and Memoirs, 356 p.