

# Changement majeur de la végétation du lac Sinnda (vallée du Niari, Sud-Congo) consécutif à l'assèchement climatique holocène supérieur: apport de la palynologie

Annie Vincens, Guillaume Buchet, Hilaire Elenga, Marc Fournier, Louis Martin,  
Christian de Namur, Dominique Schwartz, Michel Servant et Denis Wirmann

A.V. et G.B. : Géologie du Quaternaire,  
CNRS, Case n° 907 Luminy,  
13288 Marseille Cedex 9, France;

H.E., C. de N. et D.S. : Dynamique  
historique des Écosystèmes Inter  
Tropicaux, ORSTOM, BP n° 1286,  
Pointe Noire, Congo,  
(D.S. : actuellement CEREG, 3, rue de  
l'Argonne, 67083 Strasbourg Cedex,  
France);

M.F., L.M. et M.S. : Formations  
Superficielles, Centre ORSTOM, 72,  
route d'Aulnay, 93143 Bondy Cedex,  
France;

D.W. : Mission ORSTOM, BP n° 1857,  
Yaoundé, Cameroun.

**Résumé** L'analyse pollinique d'un sondage dans le lac Sinnda, situé dans la vallée du Niari, Sud-Congo, montre que cette région, actuellement occupée par des savanes, a été recouverte entre 5 300 et 4 000 BP par des formations forestières semi-décidues du type de celles que l'on rencontre sur les massifs voisins du Mayombe et du Chaillu. La disparition de ces forêts et leur remplacement par des formations très ouvertes sont à mettre en relation avec la phase aride de 3 000 BP dont une des autres conséquences est un assèchement du lac jusqu'à 1 230 BP.

**Mots-clés** : Palynologie, Holocène, Congo, Afrique centrale, paléobotanique, paléoclimatologie.

**Abstract** **Pollen evidence for major vegetation change around Lake Sinnda  
(Niari valley, southern Congo) in relation to the late Holocene dry phase**

Palynological data of a core from Lake Sinnda located in the Niari valley, Southern Congo, clearly indicate that this region, currently covered by savannas, was occupied between 5,300 and 4,000 yr BP by semi-deciduous forests of the same type as those occurring today on the Mayombe and Chaillu massifs. The disappearance of these forests and the extension of grassland savannas are to be related to the arid phase dated ca. 3,000 BP, another consequence of which was the complete drying up of the lake until 1,230 BP.

**Keywords** : Palynology, Holocene, Congo, Central Africa, Paleobotany, Paleoclimatology.

**Abridged  
English  
Version**

TODAY, many problems concerning the history, the past and modern functioning of the tropical rainforest ecosystems in relation to climate and human impact claim the attention of the international scientific community. Therefore, numerous research programmes were recently initiated such as the French ECOFIT (CNRS-ORSTOM) focused on the evolution of the humid African and South-American forests during the past 10,000 years BP (Servant *et al.*, 1993). Related to this programme, field studies were undertaken during 1992 which resulted in the collection of 17 Holocene sequences in lakes and peat bogs from Southern Congo (Schwartz *et al.*, 1992 a).

This paper presents the preliminary palynological results obtained from a 3.80 m core (SN 2) drilled in Lake Sinnda (12°48'15" E, 3°50'08" S, altitude 128 m), below 4.70 m water depth (figure 1). This lake, located in the Niari valley, is surrounded by savannas with *Hyparrhenia diplandra* (Koechlin, 1961). The nearest humid forests are found today on both sides of the valley, West on the Mayombe massif and East on the Chaillu (Atlas du Congo, 1969) (figure 1) Present-day annual rainfall. Mean annual rainfall is about 1,100 mm with a well defined dry season (mid-May-mid-October).

The lithological and geochemical characteristics of core SN 2 have been studied

**Note**

présentée par  
Georges Pédro.

remise le 31 janvier 1994,  
acceptée après révision  
le 17 mars 1994.

recently (Mansour, 1993). Five radiocarbon dates measured on total organic matter have been provided which indicate that the sequence represents the history of Lake Sinnda since 5,300 BP.

24 levels have been analyzed showing a rich and diversified microflora. A total of 117 pollen taxa have been identified and classified in relation to the physiognomy of the plants which produce them (A.P., N.A.P.; figure 2). Two major pollen zones (1 and 2), each one divided in two sub-zones, have been individualized, giving evidence for great changes in the vegetational communities occurring in the vicinity of Lake Sinnda during the Holocene.

The pollen sequence shows that, between 5,300 and 4,000 BP (pollen zone 2), the floristic environment of this lake was of forest type. This is clearly indicated by the high percentages of arboreal pollen taxa (>60% of the pollen sum) and the absence or the scarcity of herbaceous ones, particularly of the Gramineae. These forests present a swampy character at the bottom of the core between 5,300 and 5,000 BP, testified by the local occurrence of the palm tree *Phoenix reclinata*. After this episode, the forest communities become more diversified with numerous Ulmaceae (*Celtis*), Leguminosae (Caesalpinioideae, Mimosoideae), Euphorbiaceae (*Alchornea*, *Macaranga/Mallotus*, *Margaritaria*, *Tetrorchidium...*), Rubiaceae (*Pausinystalia* dominant), Moraceae and Anacardiaceae (*Lannea*). The abundance of *Celtis* in the pollen spectra is a good indicator of the semi-deciduous character of these forests, particularly between 4,200 and 4,000 BP. Such an expansion of forests in the Niari valley indicates a more humid climate than today.

Between ca. 4,000 and ca. 1,230 BP, a great change took place, well marked by the disappearance of the forests around Lake Sinnda and the extensive development of grasslands as shown by the abundance of Gramineae (pollen zone 1). This change, too abrupt to be interpreted in terms of vegetation dynamics, is related to the occurrence in the sedimentary sequence of a gap previously detected in the lithology and the <sup>14</sup>C chronology (Mansour, 1993). This gap, well defined by the pollen data between 82 and 77 cm depth, has been interpreted as a complete drying up of the lake related to the arid phase previously recorded over the Congo around 3,000 BP (Schwartz *et al.*, 1990 and 1992 *b*; Schwartz, 1992; Elenga, 1992; Elenga *et al.*, 1992 and in press). This arid phase was responsible for the extension of open types of vegetation rich in grasses in many parts of Congo.

The refilling of the lake is registered by palynological data ca. 1,230 BP with high percentages of Cyperaceae pollen indicating the extension of large swampy areas and of *Typha*, an aquatic plant whose presence is related to running fresh water. After this phase, local fringing forested zones develop with as main components some Moraceae, *Alchornea*, *Celtis* and Rubiaceae, whose modern remains are located on the southern and northern shores of Lake Sinnda. The first pieces of evidence of the human impact are detected around 1,000-900 BP with the occurrence in the spectra of pollen from *Elaeis guineensis* (Oil palm). This agricultural activity in the vicinity of the lake seems to be more recent than on the Congolese littoral or on the Bateke plateaus, possibly owing to the lack of lacustrine environment until 1,230 BP.

Depuis quelques années, les écosystèmes forestiers intertropicaux sont l'objet d'une attention particulière de la part de la communauté scientifique internationale et de nombreux problèmes se posent concernant les réponses de ces écosystèmes aux changements globaux. Ainsi, des programmes importants ont été initiés afin de mieux comprendre leur histoire, leur fonctionnement actuel et passé et les interactions avec d'autres composantes

de la biosphère et de la géosphère. Dans le cadre du programme ECOFIT (CNRS-ORS-TOM), dont l'objectif principal est d'analyser les modifications qui se sont produites au sein des forêts tropicales humides d'Afrique et d'Amérique du Sud au cours des derniers 10 000 ans (Servant *et al.*, 1993), une campagne de sondage, effectuée en 1992 dans des lacs et tourbières du Sud Congo, a permis de collecter 17 séquences sédimentaires

(Schwartz *et al.*, 1992 a). Cet article présente les premiers résultats palynologiques obtenus sur l'un des sites étudiés, le lac Sinnda (figure 1).

## I. CONTEXTE ACTUEL ET MATÉRIEL

Le lac Sinnda (12°48'15''E, 3°50'08''S) est situé dans la vallée du Niari, au Nord de Loudima, à une altitude de 128 m. Il s'agit d'un lac karstique dont la profondeur d'eau maximale est de 5 m environ. Le climat de cette région se caractérise par des précipitations moyennes annuelles de l'ordre de 1100 mm, avec une saison sèche marquée (mi-mai à mi-octobre). Le lac est entouré par des savanes à *Hyparrhenia diplandra*, *Annona arenaria*, *Bridelia ferruginea*, *Nauclea latifolia*... qui occupent la vallée du Niari et séparent les massifs forestiers du Mayombe et du Chaillu (Koechlin, 1961; Atlas du Congo, 1969) (figure 1). Sur sa bordure est se développent des marécages à Cyperaceae. Sur les versants sud et nord, une frange forestière d'environ 20 m de large est présente, dont la composition floristique est en cours d'étude.

La carotte SN 2 étudiée (380 cm) a été prélevée dans la partie ouest du lac à l'aide d'un carottier à vibration (Martin et Flexor, 1987), sous une profondeur d'eau de 4,70 m. Elle a fait l'objet récemment d'une étude minéralogique et géochimique détaillée (Mansour, 1993). Cinq âges  $^{14}\text{C}$  sur matière organique totale (non corrigés du  $\delta^{13}\text{C}$ ) ont été obtenus: deux par la méthode conventionnelle (ORSTOM, Bondy: 650±80 [1108] et 1230±50 BP [1106]), et trois par AMS (Beta, Floride USA: 3990±70 BP [62248 - AMS 6421] et 4140±70 BP [62249 - AMS 6422]; Utrecht, Pays-Bas: 5240±70 BP [2359]) (figure 2). La séquence étudiée représente l'histoire du lac Sinnda depuis 5300 ans.

## II. RÉSULTATS

L'étude palynologique préliminaire de 24 échantillons de la carotte SN 2 montre que les microflores sont bien conservées et diversifiées (117 taxons différenciés). Sur le diagramme de la figure 2 [programme GPAL3(Goery, 1988)], seuls sont repré-

sentés les taxons les plus représentatifs des écosystèmes présents dans l'environnement du lac Sinnda au cours des derniers 5300 ans. Deux zones polliniques sont nettement différenciables (figure 2). Ce sont:

- **Zone 2 (380 - 82 cm)** : elle se caractérise par l'abondance des taxons arborescents (50 à 80% des pollens comptés) et la rareté des Gramineae (<1%). Deux sous-zones peuvent être individualisées:

**Sous-zone 2b (380 - 298 cm)** : elle est caractérisée par la présence d'éléments arborés typiquement marécageux, en particulier le palmier *Phoenix reclinata* (>5%). Des Moraceae (10%), Anacardiaceae (*Lannea*: 5%), Euphorbiaceae (*Alchornea*: 10%; *Macaranga/Mallotus*: 5%), Rubiaceae (10% avec *Pausinystalia* dominant) sont bien représentées. Les Ptéridophytes sont abondantes (>15%). **Sous-zone 2a (298 - 82 cm)** : les taxons marécageux deviennent rares. Se développent des taxons arborés tels que *Alchornea* (jusqu'à 20%) puis des Ulmaceae (*Celtis* jusqu'à 25%), toujours associés à des Moraceae, *Lannea*, *Macaranga/Mallotus* et Rubiaceae. Sont également présents en pourcentages supérieurs à 1 des Euphorbiaceae (type *Margaritaria*, *Tetrorchidium*), des Mimosoideae (type *Calpocalyx*), Caesalpinioideae (type *Hymenostegia*) puis *Holoptelea grandis* (Ulmaceae). Les herbacées sont rares.

- **Zone 1 (77 - 0 cm)** : les spectres, très différents de ceux de la zone 2, sont dominés par des herbacées. Deux sous-zones polliniques peuvent être individualisées:

**Sous-zone 1b (entre 77 et 65,5 cm)** : les taxons les plus abondants sont les Gramineae (30 à 50%), les Cyperaceae (jusqu'à 50%) et *Typha* (>10%). Les taxons arborescents sont rares (<10%), les Ptéridophytes bien représentées (jusqu'à 20%). **Sous-zone 1a (65,5-0 cm)** : les Gramineae sont toujours aussi abondantes. Les éléments herbacés aquatiques régressent, tandis que se développent quelques taxons arborescents dont des Moraceae, *Alchornea*, *Celtis* et des Rubiaceae. A 38 cm apparaît *Elaeis guineensis* (palmier à huile) qui n'atteint des fréquences notables qu'au sommet du diagramme.

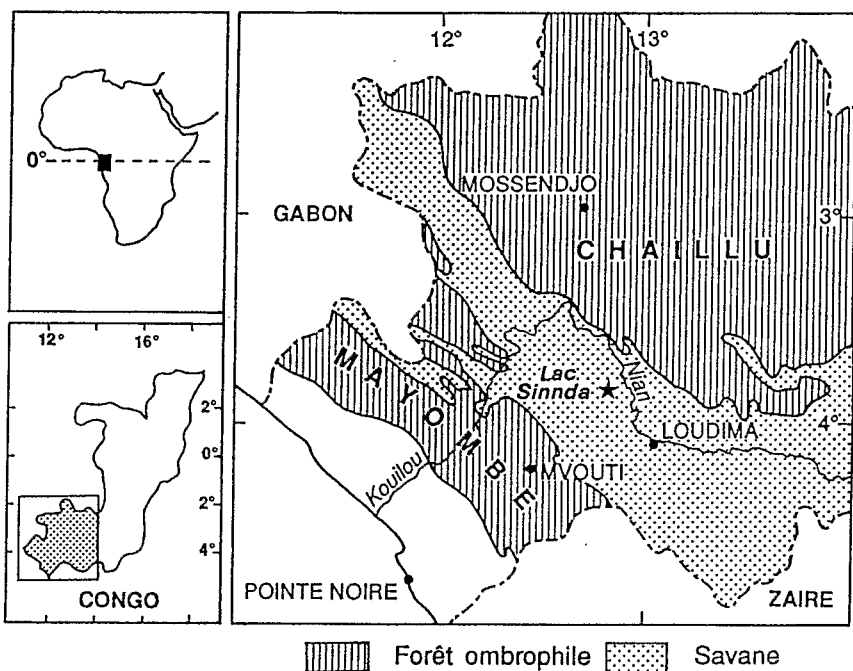


Figure 1 Localisation du lac Sinnda, vallée du Niari, Congo (végétation d'après l'Atlas du Congo, 1969, simplifiée).

Location map of Lake Sinnda, Niari valley, Congo (Vegetation from the Atlas du Congo, 1969, simplified).

### III. DISCUSSION

La séquence pollinique obtenue sur la carotte SN 2 montre d'importants changements concernant les végétations environnant le lac Sinnda depuis 5 300 BP.

Il est clair qu'entre 5 300 et 4 000 BP, l'environnement du lac, à l'échelle de son bassin versant, était de type forestier comme en témoignent dans les spectres l'abondance de taxons arborescents ainsi que l'absence ou la grande rareté des Gramineae. Cette phase forestière présente un caractère marécageux marqué par l'abondance locale de *Phoenix reclinata* et de Ptéridophytes (monolètes) jusqu'à environ 5 000 BP. Postérieurement, les forêts se diversifient, de nombreux éléments se développent en particulier des Ulmaceae, de nombreuses Leguminosae et Euphorbiaceae. La prédominance de *Celtis* dans les spectres polliniques est un bon indicateur du caractère semi-décidu de ces forêts, caractère qui s'accroît nettement dès 4 200 BP. Ces nouveaux résultats palynologiques confirment et complètent les reconstitutions paléoenvironnementales proposées par W. Van Neer et R. Lanfranchi (1986) et D. Schwartz

(1991) dans la vallée du Niari au cours de l'Holocène inférieur et moyen.

A partir de 1 230 BP, un changement majeur est enregistré qui se traduit par la disparition des formations forestières et leur remplacement par une végétation très ouverte de type savane, comme en témoigne l'abondance des Gramineae. Ce changement est trop brutal pour être interprété en terme de dynamique de la végétation environnant le lac Sinnda, en raison d'une lacune sédimentaire importante entre 4 000 et 1 230 BP. Cette lacune, déjà décelée dans les dépôts carottés au niveau de la lithologie et de la chronologie  $^{14}\text{C}$  (Mansour, 1993), est à mettre en relation avec un assèchement complet du lac et ne permet pas d'apprécier la vitesse de ce changement de végétation. Emergence et retrait des forêts seraient la conséquence directe de la phase aride mise en évidence au Congo vers 3 000 BP (Schwartz et al., 1990, 1992 b; Schwartz, 1992; Elenga, 1992; Elenga et al., 1992 et sous presse), mais également dans d'autres régions forestières d'Afrique (Maley, 1992; Ssemmanda et Vincens, 1993).

Aux environs de 1 230 BP, une remise en eau du lac est bien montrée par l'extension locale de marécages à Cyperaceae et la présence de *Typha*. Postérieurement, une frange arborée forestière peu diversifiée se développe progressivement, dont les témoins actuels sont localisés au Nord et au Sud du lac. Vers 1 000-900 BP apparaissent les premières traces d'activité humaine avec la présence du pollen d'*Elaeis guineensis* (palmier à huile), au moment où la frange forestière sur les rives du lac est définitivement installée. Dans cette région, la présence de populations d'agriculteurs semblerait plus récente qu'ailleurs au Congo, peut-être du fait de l'absence d'environnement lacustre jusqu'à 1 230 BP. Cette hypothèse mériterait d'être confirmée par un plus grand nombre de travaux dans la vallée du Niari.

### IV. CONCLUSION

L'analyse palynologique de la carotte SN 2 a permis de mettre en évidence la présence de formations forestières semi-décidues autour du lac Sinnda entre 5 300 et 4 000 BP.

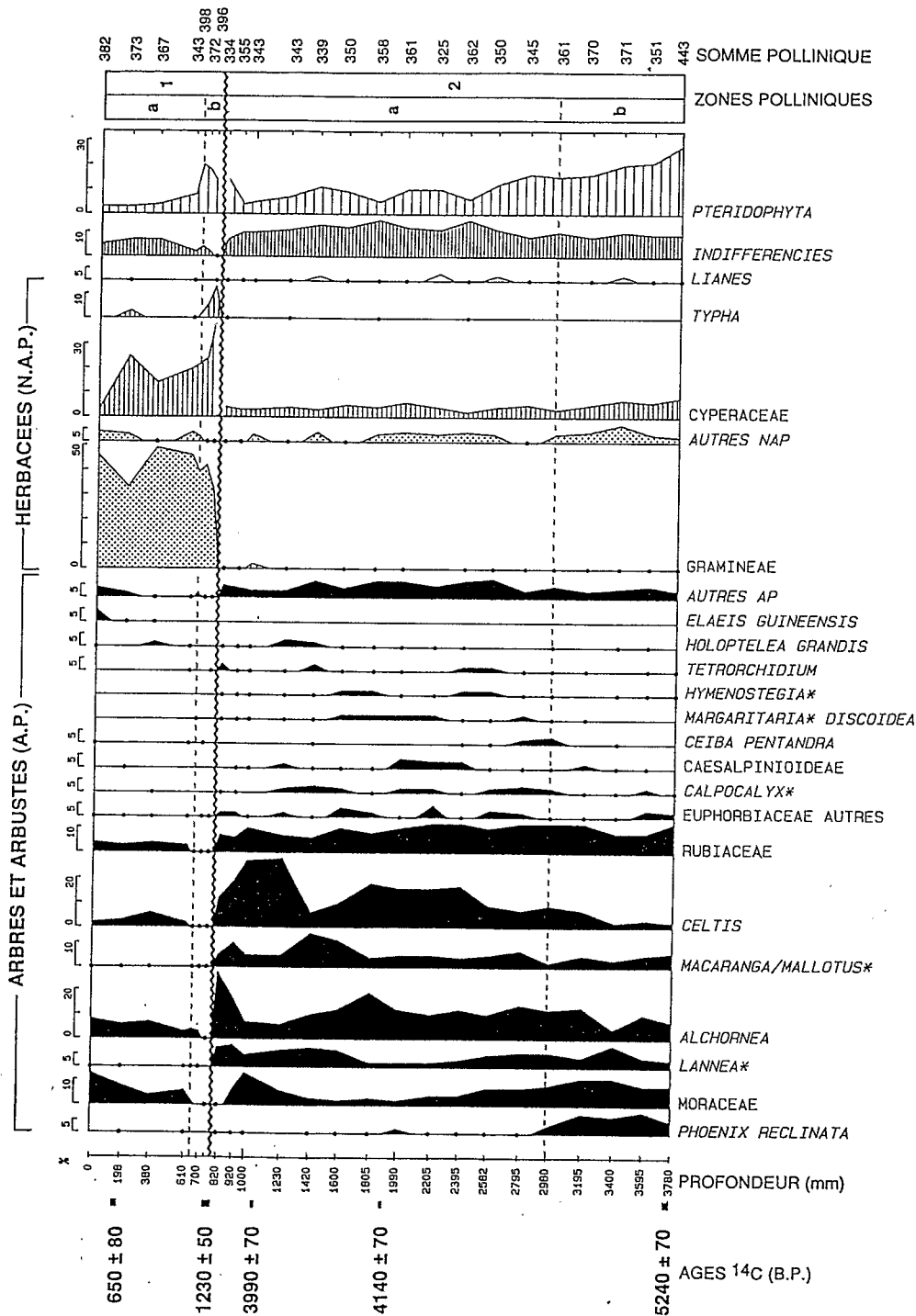


Figure 2 Séquence pollinique SN 2 du lac Sinnda (pourcentages calculés par rapport au total des pollens et spores comptés, indéterminables exclus).

Pollen sequence SN 2 from Lake Sinnda (percentages are calculated by the total number of pollen and spores, unidentifiable ones excluded).

Un tel environnement peut être expliqué par une large extension spatiale des forêts à partir des massifs voisins du Chaillu et du Mayombe, forêts qui à la faveur de la période d'optimum

humide holocène auraient colonisé la basse vallée du Niari dans laquelle se situe le lac étudié. Il est intéressant de noter que pendant cette même période de l'Holocène, la

forêt était ouverte en Amazonie orientale (Absy et al., 1991). Les îlots forestiers encore présents dans la vallée du Niari (forêt de Bangou par exemple) pourraient correspondre à des reliques de cette ancienne couverture fo-

restière dont le retrait serait synchrone de la phase aride de 3 000 BP, ayant eu pour conséquences l'extension de végétations ouvertes et l'assèchement temporaire du lac Sinnda jusqu'à 1 230 BP.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ABSY, M.L., CLEEF, A., FOURNIER, M., MARTIN, L., SERVANT, M., SIFEDDINE, A., FERREIRA DA SILVA, M., SOUBIES, F., SUGUIO, K., TURCQ, B. et VAN DER HAMMEN, T., 1991. Mise en évidence de quatre phases d'ouverture de la forêt dense dans le sud-est de l'Amazonie au cours des 60 000 dernières années. Première comparaison avec d'autres régions tropicales, *C. R. Acad. Sci. Paris*, 312, série II, p. 673-678.
- Atlas du Congo*, 1969. Publ. ORSTOM, Paris, thèse, déposée à Soc. géol. France, 10 pl.
- ELENGA, H., 1992. Végétation et climat du Congo depuis 24 000 ans BP. Analyse palynologique de séquences sédimentaires du pays Bateke et du littoral, *Thèse*, Univ. Aix-Marseille-III, 237 p.
- ELENGA, 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, 1, p. 83-90.
- ELENGA, H., SCHWARTZ, D. et VINCENS, A., Pollen evidence of Late Quaternary vegetation and inferred climate changes in Congo, *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.* (sous presse).
- GOEURY, C., 1988. Acquisition, gestion et représentation des données de l'analyse pollinique sur micro-ordinateur, *Inst. fr. Pondichéry, trav. sec. Sci. Tech.*, 25, p. 405-416.
- KOECHLIN, J., 1961. *La végétation des savanes dans le sud de la République du Congo*, ORSTOM Paris, Mém. n°1, 305 p.
- MALEY, J., 1992. Commentaires sur la note de D. Schwartz. Mise en évidence d'une péjoration climatique entre 2 500 et 2 000 BP en Afrique tropicale humide, *Bull. Soc. géol. France*, 163, 3, p. 363-365.
- MANSOUR, M., 1993. Apport de la spectrométrie infrarouge quantitative à la reconstitution des paléoenvironnements dans la vallée du Niari (Sud-Ouest du Congo) DEA MNHN-Univ. Aix-Marseille-II-ORSTOM, 49 p., Mémoire disponible à la bibliothèque de l'ORSTOM.
- MARTIN, L. et FLEXOR, J.M., 1987. Vibro-testemunhador leve: construção, utilização e possibilidades, 2<sup>o</sup> Congresso Ass. Brasileira Estudos do Quaternario, Publ. sp., 1, p. 1-2.
- SCHWARTZ, D., 1991. Intérêt de la mesure du  $\delta^{13}C$  des sols en milieu naturel équatorial pour la connaissance des aspects pédologiques et écologiques des relations savane-forêt. Exemples du Congo, *Cah. ORSTOM*, sér. Pédol., 26, 4, 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, 3, p. 353-361.
- SCHWARTZ, D., GUILLET, B. et DECHAMPS, R., 1990. Étude de deux flores forestières mi-holocène (6 000-3 000 BP) et subactuelle (500 BP) conservées *in situ* sur le littoral pontenegrin (Congo), In: *Paysages quaternaires de l'Afrique centrale atlantique*, LANFRANCHI, R. et SCHWARTZ, D., éd., ORSTOM, Paris, p. 283-297.
- SCHWARTZ, D., CAMARA, E., ELENGA, H., KINGA MOUZEO, MALOUNGUILA-NGANGA, D., MARTIN, L. et WIRRMANN, D., 1992 a. Campagne de prélèvements de sédiments par carottage dans les lacs et tourbes du Sud du Congo, rapport ECOFIT, 5 p.
- SCHWARTZ, D., MARIOTTI, A., TROUVE, C., VAN DEN BORG, K. et GUILLET, B., 1992 b. 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.
- SERVANT, M., CHARLES-DOMINIQUE, P. et GUILLAUMET, J.L., 1993. ECOFIT (ECOSystèmes et Paléoécosystèmes des Forêts InterTropicales), *Lettre du Programme Environnement*, CNRS, 10, p. 31-33.
- SSEMMANDA, I. et VINCENS, A., 1993. Végétation et climat dans le bassin du lac Albert (Ouganda, Zaïre) depuis 13 000 ans BP : apport de la palynologie, *C. R. Acad. Sci. Paris*, 316, série II, p. 561-567.
- VAN NEER, W. et LANFRANCHI, R., 1986. Une association de faune et d'outillage tshitolien (âge récent de la pierre, 7 000 BP) dans l'abri de Ntadi Yomba (région du Niari) en R.P. du Congo. Éléments nouveaux pour un essai de reconstitution du paysage congolais à cette époque, *C. R. Acad. Sci. Paris*, 302, série II, p. 831-834.