

# Corrélations entre sédiments quaternaires continentaux et marins au Congo

par Gérard MOGUEDET\*, Gabriel BONGO-PASSI\*\*, Pierre GIRESSE\*\*\* et Dominique SCHWARTZ\*\*\*\*

**RÉSUMÉ.** — La fin du Quaternaire au Congo est caractérisée par une alternance climatique où se succèdent périodes à tendance aride et périodes à tendance humide.

Les sédiments marins et estuariens, de même que les sols en domaine continental, ont enregistré ces variations qui peuvent être utilisées comme marqueurs stratigraphiques. Des datations au  $^{14}\text{C}$  permettent de recalculer les phénomènes dans le temps.

**Mots-clés :** Quaternaire, Congo, Sédiment, Sol, Paléoclimat, Datation.

**ABSTRACT.** — *Stratigraphic correlations between continental and marine sediments at the end of the Quaternary in Congo* : Various dates obtained on marine and estuarine deposits, as well as on paleosoils in the continental environment, allow us to specify the paleoclimatic evolution in Congo at the end of the Quaternary. Whilst remaining tropical, the climate is distinguished by an alternation of periods tending to be dry and those inclined to be damp, to which transgressions and regressions correspond in the marine sphere. Stratigraphic correlations can be deduced and supported by  $^{14}\text{C}$  datings and oxygen isotopic curves.

**Key-words :** Quaternary, Congo, Sediment, Soil, Paleoclimate, Datings.

## Introduction.

La fin du Quaternaire au Congo est régie par un phénomène d'alternances climatiques, synchrones de transgressions et régressions en domaine marin. Ce phénomène, parfaitement enregistré dans les sédiments marins, a affecté également tant la pédogénèse que la sédimentation estuarienne.

\* Laboratoire de Géologie, 2 Bd. Lavoisier — 49045 Angers Cedex.

\*\* Service de la Recherche Scientifique, Brazzaville R.P. Congo.

\*\*\* Centre de Recherches de Sédim. Marine, Av. de Villeneuve — 66025 Perpignan.

\*\*\*\* Centre ORSTOM, BP 1286, Pointe Noire, R.P. Congo.

## A. Les sols des sables Batéké.

Le pays Batéké est une région de savane constituée par des plateaux et des collines armées de grès paléogènes et recouvertes de sables néogènes, souvent remaniés depuis. On y trouve une unité de paysage caractéristique, les *lousséké*, constitués par un ensemble de sols podzolisés associés à une végétation steppique et qui sont localisés dans les points bas des reliefs. Ils correspondent, sur les plateaux, à des dépressions fermées dont la formation serait liée à des phénomènes de soutirage, voire de dissolution, et dans les vallées à des bas de versants. Ce paysage est l'aboutissement d'une longue évolution géomorphologique, pédologique et floristique (D. Schwartz, 1985).

Les sols de *lousséké* sont des podzols géants, dans lesquels les horizons B22h et B23h constituent un alios humique, fortement induré, parfois épais de plusieurs mètres (fig. 1). Le  $\delta^{13}\text{C}$  des matières organiques de l'alios montre que celles-ci ont été produites par une végétation forestière dont on trouve parfois les débris. Ceux-ci correspondent à des espèces de forêt ombrophile, la plupart actuellement réfugiées dans le Nord-Ouest du Gabon, dans une région où il tombe de 2 000 à 2 400 mm de pluie par an, avec une saison sèche d'environ 3 mois.

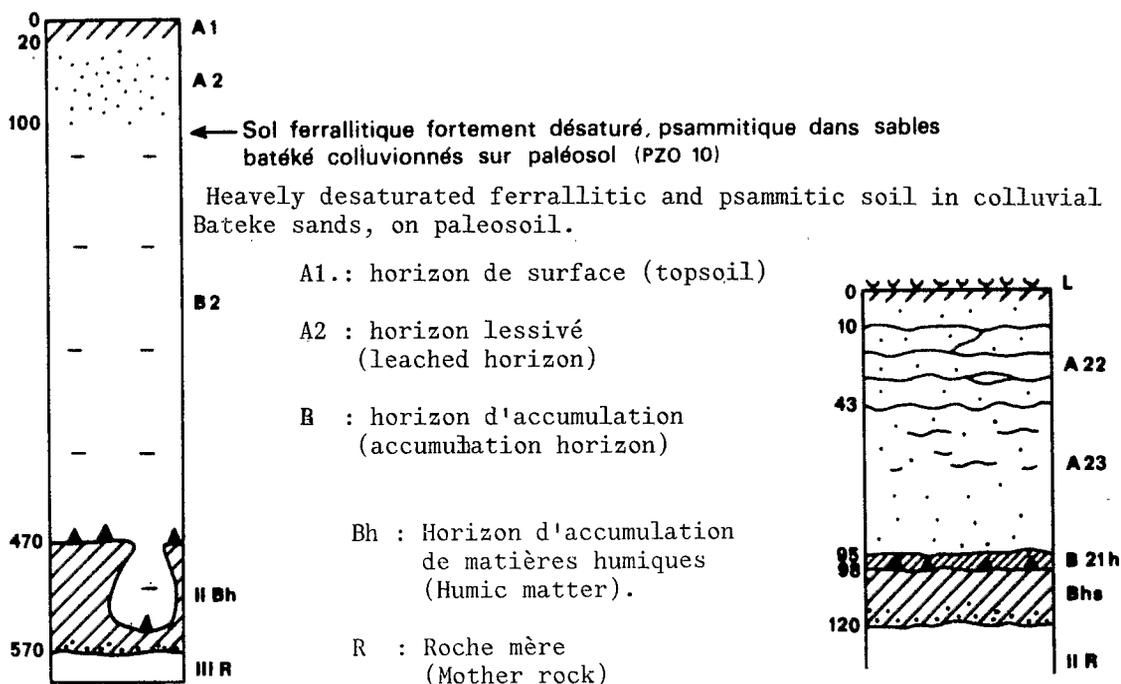
Les alios datés au  $^{14}\text{C}$  ont donné des âges compris entre 40 000 et 30 000 ans B.P. (Njilien). Un podzol à histoire particulièrement complexe a livré une industrie préhistorique (R. Lanfranchi, en cours d'étude) in situ reposant directement sur l'alios. Ceci suppose qu'une érosion a décapé cet alios, et que celui-ci dans un second temps a été recouvert par des apports latéraux de matériaux. Ce cas, bien qu'atypique, confirme cependant la reprise discrète de la podzolisation au Kibangien, 10 000-5 000 ans BP, ce qui a également été mis en évidence dans le cas général par des analyses du  $^{14}\text{C}$  et  $^{13}\text{C}$  sur les horizons supérieurs du sol.

O. R. S. T. O. M. Fonds Documentaire

N° : 23789

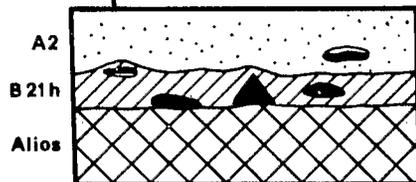
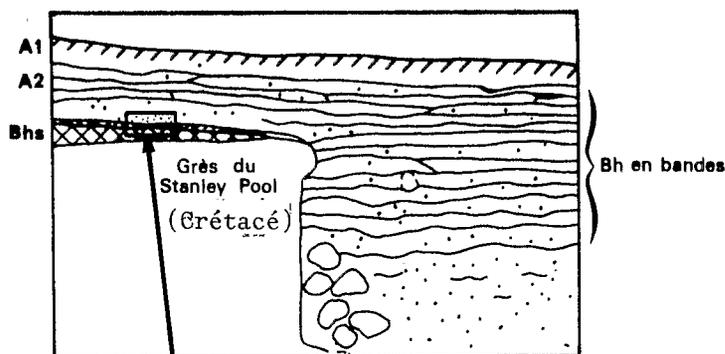
Cote : B

EX 1



Paléopodzol humique à Bh en bandes, faciès anthropique (PZO 1)  
 (▲: Outils préhistoriques)

Humic paleopodzol, with Bh strips and anthropic facies  
 (▲ : prehistoric tools).



Position des outils au sommet de l'alios

Location of the tools at the top of the alios.

FIG. 1. — Les sols de Lousséké.

FIG. 1. — *Lousseke soils.*

Il y a en fait disharmonie entre le paysage actuel et les environnements successifs des lousseké. La podzolisation, discontinue (fig. 2) s'est effectuée sous forêt, en climat plus humide que l'actuel, en présence d'une nappe battante, ce qui suppose l'existence d'une saison sèche développée.

La phase principale se situe au Njilien (40 000-30 000 ans BP), sans doute sous un couvert de type forêt galerie plus développé qu'actuellement, dans des niveaux individualisés au Maluekien (70 000-40 000 ans BP). D'autres phases, plus discrètes, ont eu lieu au Kibangien, dans le même matériau en place, ou sur de nouveaux apports latéraux contemporains de l'Holocène.

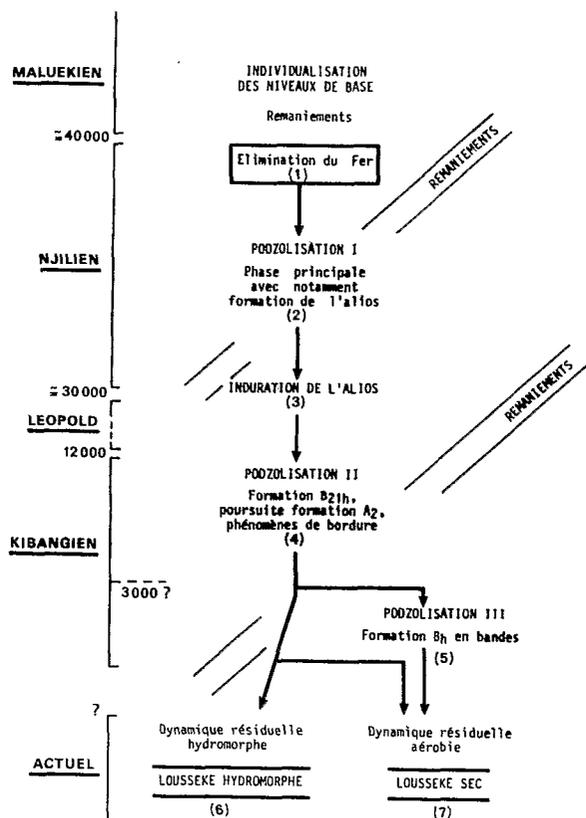


FIG. 2. — Reconstitution des phases de podzolisation sur sables batéké.

FIG. 2. — Reconstitution of the phases of podzolisation on Bateke sands.

## B. L'estuaire du Kouilou et la zone littorale.

L'étude de sondages réalisés dans l'estuaire du Kouilou (fig. 3) a permis d'analyser le remplissage sédimentaire de la basse vallée du fleuve. Sur le paléorelief tourmenté constitué par le substratum crétacé, on constate la présence d'un dépôt d'argiles organiques très compactées à environ 30 mètres sous le zéro marin actuel (fig. 4). Le dépôt de type lagunaire a été daté à 35 000 ans BP et correspond à un haut niveau marin intra-Würm. Des sondages récents ont retraversé ces argiles sur une épaisseur de 13 mètres (D. Malounguila-Nganga *et al.*, 1986).

La régression fini-Würm ne laisse que peu de traces dans la colonne sédimentaire, dont la quasi-totalité au-dessus du niveau organique de base, est constituée par des sédiments d'âge holocène. La transgression a envahi très tôt la vallée du Kouilou en y déposant une dizaine de mètres d'un sable marin blanc, dont la granulométrie décroissante vers le haut, est typique d'une séquence transgressive. Il est riche en quartz EL et contient des pelotes fécales dont certaines sont glauconitisées, ainsi que des moules de Nonionidae dans sa partie supérieure (P. Giresse et G. Moguedet, 1980).

La séquence transgressive marine se termine par un dépôt contenant des débris de palétuviers datés à 8 810 ans BP. Les sondages du Port de Pointe Noire avaient déjà traversé près de vingt mètres de sédiments de mangrove riches en coquilles d'huîtres, et datés entre 8 920 et 7 200 ans BP, qui représentaient ici un milieu de dépôt exclusivement lagunaire (P. Giresse et G. Kouyoumontzakis, 1971).

Le sable marin est surmonté par un ensemble de sables grossiers riches en graviers et cailloutis, présentant des marques pédogénétiques importantes, et qui traduisent un apport fluvial net. Rien ne permet de dire si ceci correspond à une phase d'arrêt de la transgression, ou si, tout simplement, étant toujours en phase transgressive, la sédimentation d'origine alluviale, progradante vers l'aval, atteint alors l'estuaire qu'elle a tendance à combler rapidement.

Le comblement se poursuit par un dépôt de sédiments où alternent sables grossiers, sables fins et argiles noires dont certains niveaux contiennent des Mactra, d'autres des coquilles d'huîtres de palétuviers. Les dépôts présentent des variations latérales très importantes marquant l'emplacement de chenaux divagants, alternant avec des zones de slikkes colonisées par la mangrove. Les dépôts organiques ont été datés ici vers 1 000 ans BP.

On retrouve ce type de dépôt lagunaire en plusieurs points du littoral à un niveau légèrement supérieur au zéro actuel. Les âges obtenus sont compris entre 3 000 et 500 ans BP, les âges les plus récents pouvant avoir été rajeunis accidentellement. On observe d'ailleurs un cordon sableux

éolien transgressif sur les dépôts lagunaires dans lequel on a trouvé des charbons de bois datés à 1 890 ans BP. (G. Cornen *et al.*, 1977).

La fin du colmatage est assurée par un apport alluvial de sables moyens, relativement bien classés, semblable à celui qu'on observe actuellement. Après le maximum transgressif, l'influence continentale devient nettement dominante.

Deux faits importants caractérisent le remplissage sédimentaire de l'estuaire du Kouilou.

1) C'est d'abord la présence de dépôts lagunaires intra-Würm dont on trouve peu de témoins dans la région, et qui indiquent un niveau marin ayant atteint au minimum la cote - 30 m sous le zéro actuel il y a 30 à 40 000 ans.

2) C'est ensuite la montée rapide de la transgression holocène qui a atteint cette même cote dès 9 000 ans BP,

et qui a assuré la grande majorité du colmatage de l'estuaire.

### C. Le domaine marin.

L'étude de carottes prélevées sur le talus continental permet de bien individualiser les phénomènes qui se sont succédés à la fin du Quaternaire.

Au-delà d'une certaine profondeur, les sédiments ont en effet parfaitement « mémorisé » les variations climatiques qui ont influé sur deux facteurs essentiels :

— les apports en eaux douces continentales et en particules détritiques dont le vecteur essentiel est le fleuve Congo;

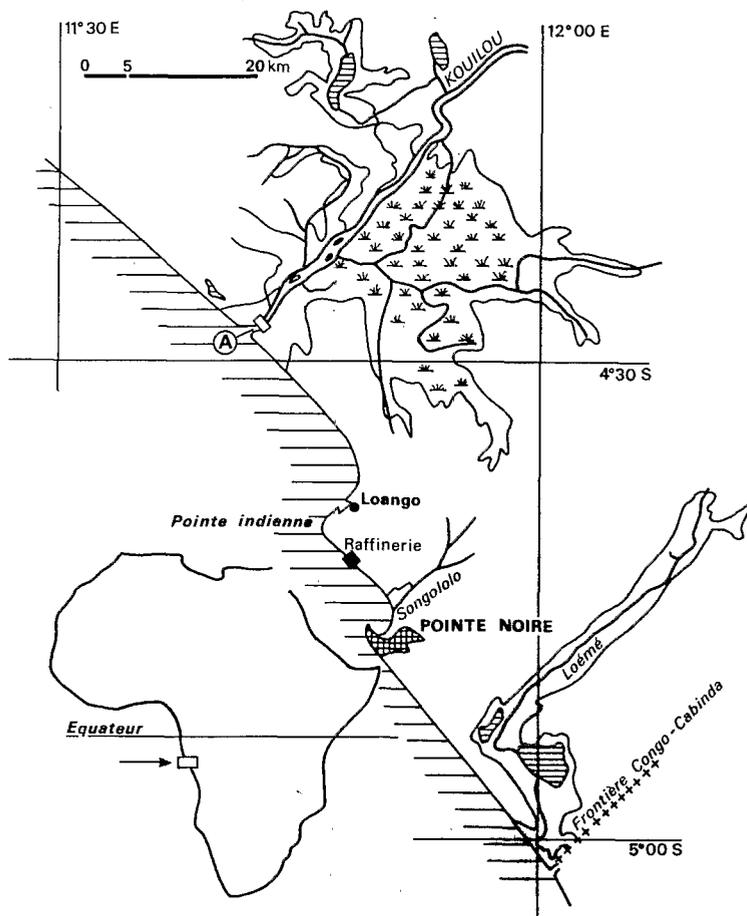


FIG. 3. — Sondages du Kouilou : cartes et croquis de localisation (voir fig. 4 pour les logs).

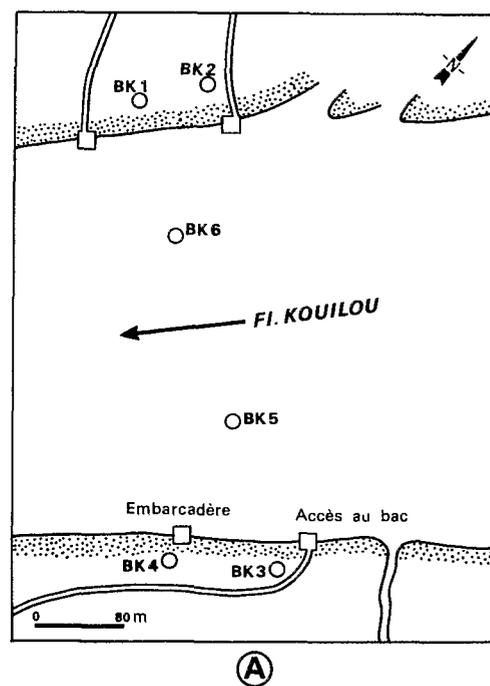


FIG. 2. — Drillings in and along the Kouilou : maps and sketches of locations (see fig. 4 for the logs).

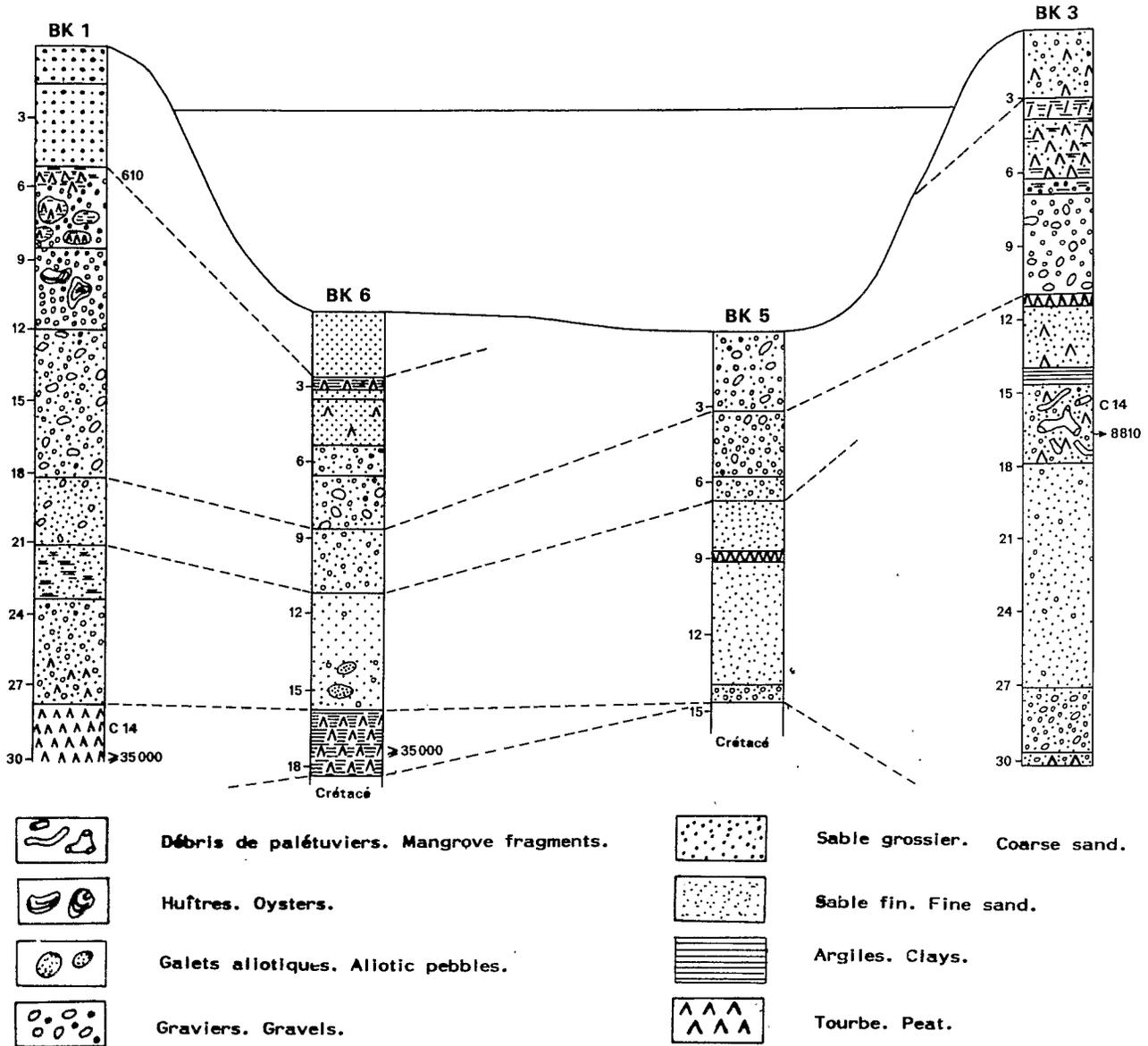


FIG. 4. — Coupe à travers l'estuaire du Kouilou.

L'emplacement des sondages est indiqué sur la figure 3. Les profondeurs des sondages sont indiquées en mètres.

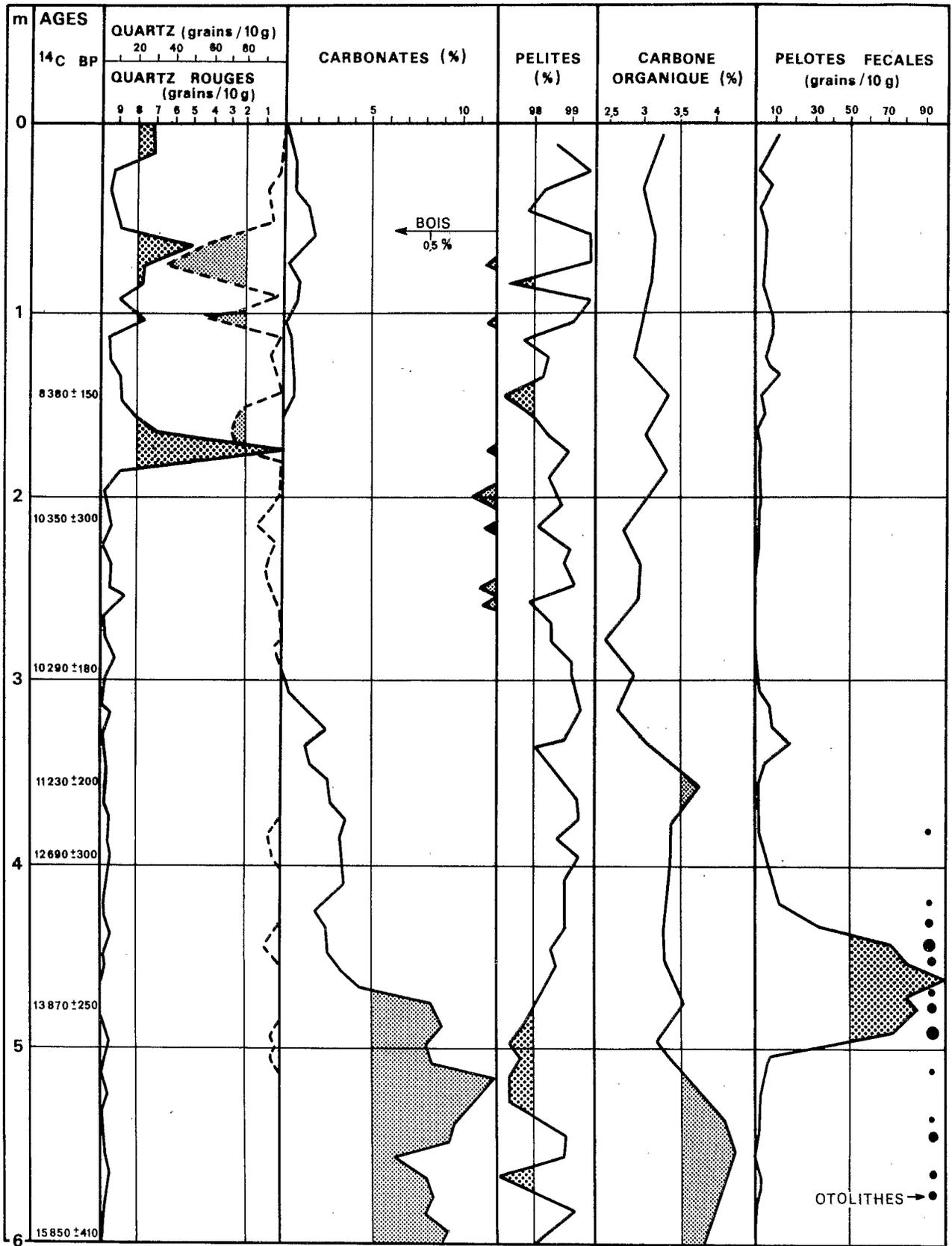
FIG. 4. — Cross section of the Kouilou estuary.

Location of the drillings is on the fig. 3.

— l'influence marine à l'origine d'une production organique importante.

Le rôle du fleuve Congo reste néanmoins déterminant dans la région. On constate en effet que, durant une grande partie de l'année, l'effluent est dévié vers le Nord-Ouest, alimentant ainsi la marge continentale en particules détritiques de nature essentiellement kaolinique. Lors de l'hiver austral cependant, l'effluent se dirige plein Ouest en liaison

avec une modification de la circulation atmosphérique qui influe elle-même sur la circulation des eaux océaniques. Ceci permet la montée des eaux froides sur le plateau créant ainsi une situation d'upwelling. Ce phénomène, intermittent de nos jours, s'est établi de façon durable lors de périodes d'extension glaciaire, favorisant le développement d'une microfaune et d'une microflore notamment planctoniques.



La carotte GM237, longue de 6 mètres (fig. 5) et réalisée par 1 000 mètres de fond, est datée à la base de 15 850 ans BP. La partie inférieure de la carotte est riche en smectites et contient jusqu'à 10 % de carbonates constitués essentiellement de foraminifères planctoniques. Le  $\delta^{18}\text{O}$  mesuré (P. Giresse *et al.*, 1982) sur *Globigerinoides ruber* atteint alors ses valeurs les plus élevées (O) (fig. 6). L'étude palynologique (Cl. Caratini et P. Giresse, 1979) montre que des savanes à graminées et cypéracées constituaient alors la végétation dominante sur le continent. Le climat tout en restant tropical avait une nette tendance à l'aridité.

La transition vers la période humide holocène ne s'est pas faite de façon régulière. Vers 14 000 ans BP, apparaît un changement brusque au niveau de la nature de la sédimentation où l'on observe moins de carbonatés, moins de smectites, plus de kaolinite. Le taux de sédimentation augmente sensiblement, le  $\delta^{18}\text{O}$  diminue fortement. Etant donné les faibles amplitudes thermiques des eaux marines de cette région, ceci ne peut correspondre qu'à une arrivée d'eaux continentales importantes, due à l'installation d'un premier épisode humide sur l'arrière pays. Cet épisode atteint son maximum vers 13 000 ans BP.

On assiste ensuite à un nouveau changement climatologique qui induit une intensification des remontées d'eaux profondes, une aridité continentale, et une diminution des apports en eaux douces fluviales. Le taux de sédimentation est alors peu important et la faune à test carbonaté connaît un grand développement. C'est à cette période centrée sur 12 500 ans BP que se met en place, dans la zone des 100 - 110 mètres, un cordon coquillier qui a donné 5 datations entre 12 300 et 12 600 ans BP.

Un climat chaud et humide s'installe ensuite sur le continent, marquant ainsi véritablement le début de l'Holocène. Le  $\delta^{18}\text{O}$  atteint sa valeur minimale entre 10 500 et 10 000 ans BP, traduisant l'arrivée en mer des eaux chaudes du continent. Les apports détritiques, conséquence de l'érosion importante des sols, s'intensifient de façon spectaculaire puisqu'on atteint alors des taux de sédimentation supérieurs à 150 cm/1 000 ans. Un changement écologique affecte la bordure du bassin marin où la faune à test carbonaté tend à disparaître presque totalement.

Très rapidement, sur le continent, le climat chaud et humide favorise l'implantation d'une végétation forestière de type ombrophile à mésophile qui fixe les sols et dont les pollens s'accumulent dans les sédiments marins. Le taux de sédimentation diminue progressivement et la fraction argileuse des alluvions qui viennent se déposer sur le précontinent est alors à dominante kaolinique.

## Conclusion.

L'étude des sédiments marins et estuariens et celle des sols en domaine continental, appuyés par des datations au  $^{14}\text{C}$ , permettent d'obtenir des corrélations tout à fait cohérentes (fig. 7).

Lors des phases humides, les régions sableuses du continent sont affectées par une podzolisation où la formation d'horizons humifères peut atteindre une grande épaisseur. Cette podzolisation s'est faite sous couvert forestier important et les sols fixés par la végétation n'offrent que très peu de matériaux à l'alluvionnement. Dans le bassin marin le  $\delta^{18}\text{O}$  mesuré sur *Globigerinoides ruber* enregistre l'arrivée des eaux chaudes continentales. Les taux de sédimentation sont modestes et les sédiments fins, essentiellement kaoliniques, contiennent en majorité des pollens d'espèces végétales forestières. Dans la zone littorale, on constate un développement de la mangrove.

Lors des phases à tendance plus aride, on assiste sur le continent à une induration des niveaux humiques. Le couvert végétal, peu développé, favorise l'instabilité des sols qui subissent une érosion en nappes, lors de précipitations aussi exceptionnelles que brutales. La sédimentation en mer est donc relativement importante aux abords des débouchés fluviaux où s'accumulent alluvions et sédiments remaniés de la plate-forme continentale exondée.

Les sédiments s'enrichissent en smectites et les espèces de savane dominant dans la fraction pollinique. La mise en place d'upwellings côtiers favorise le développement de la faune à test carbonaté, et dans la zone littorale la mangrove tend à disparaître.

FIG. 5. — Carotte GM 237. Evolution sédimentologique.

La carotte GM 237 a été prise par 1000 m de fond sur le talus continental au large de la frontière Congo-Cabinda.

FIG. 5. — GM 237 core. Sedimentological evolution.

The GM 237 piston-core has been taken 1,000 m beneath sea level, on the continental slope off the Congo-Cabinda border. On this illustration, the main sedimentological characteristics of the core are shown and we can particularly notice the importance of the organic activity (carbonates, organic carbon, fecal pellets) from the fini-Würm regression.

Ce sont les périodes de rupture climatique qu'on enregistre le mieux, en particulier dans le domaine marin, où l'afflux d'eaux douces chargées en alluvions, bouleverse totalement l'écosystème de la zone côtière.

L'alternance climatique, synchrone des transgressions et régressions, peut être étendue aux périodes quaternaires plus anciennes comme le montre l'étude de carottes réalisées à plus grande profondeur dans le delta sous-marin du Congo (J.H.F. Jansen *et al.*, 1984). La stratigraphie

quaternaire y est établie à partir de l'analyse micropaléontologique, mais aussi d'après les variations des teneurs en carbonates précisées par des datations au  $^{14}\text{C}$  et au  $^{230}\text{Th}$ .

Enfin, les résultats obtenus aux Congo corroborent tout à fait ceux qui ont été présentés par S.L. Diester Haas *et al.* (1973) et L. Pastouret *et al.* (1978) en Afrique de l'Ouest.

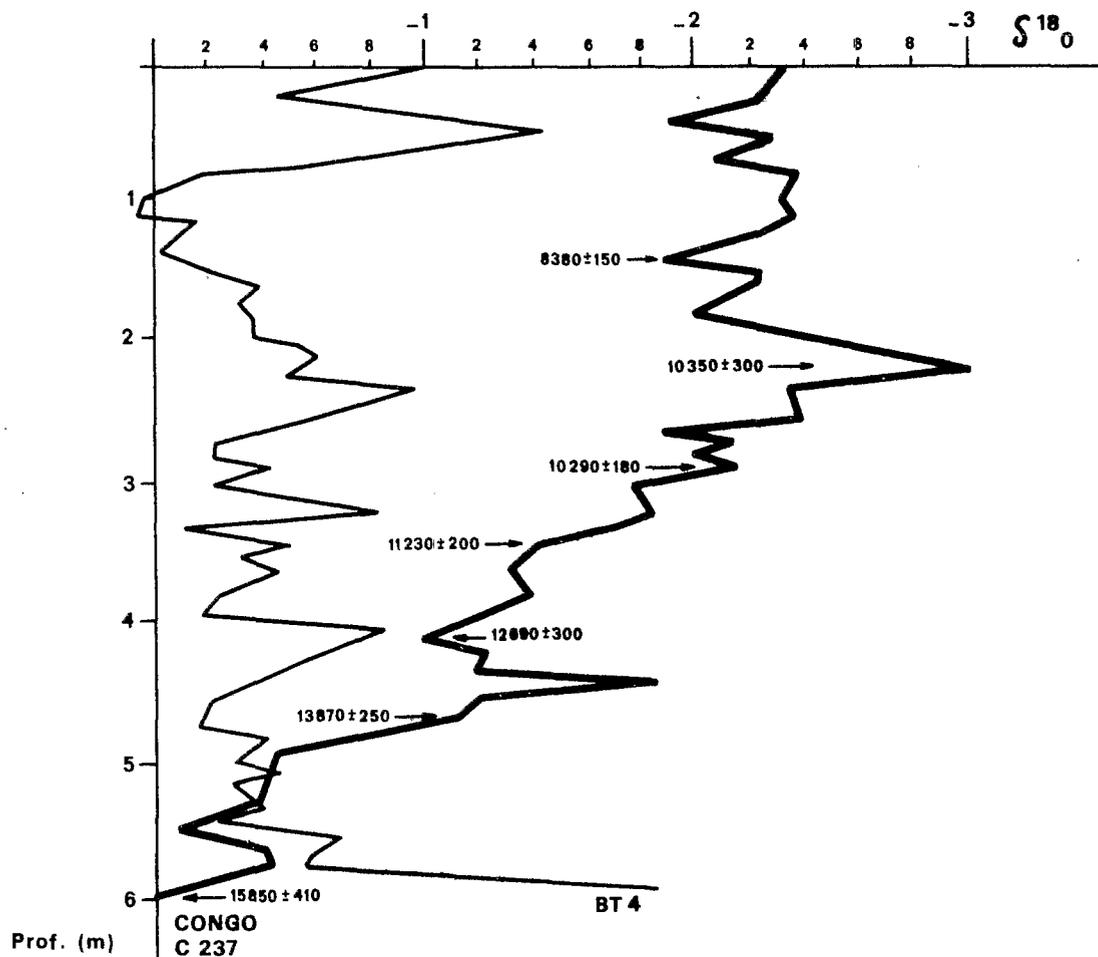


FIG. 6. — Evolution du  $\delta^{18}\text{O}$  mesuré sur *Globigerinoides ruber* au sein des carottes GM237 et BT4 (BT4 non datée).

Les carottes ont été prises par 1000 m de fond, GM 237 au large de la frontière Congo-Cabinda, BT4 au large de la frontière Congo-Gabon.

FIG. 6. — Evolution of the  $\delta^{18}\text{O}$  measured on *Globigerinoides ruber* found within the GM237 and BT4 cores (BT4 non dated).

These cores are taken 1,000 m beneath sea level, GM 237 off Congo Cabinda border and BT4 off Congo-Gabon border.  $\delta^{18}\text{O}$  evolution in the midst of the GM 237 core shows climatic changes in the area. Maximum acidity dates from over 16,000 years ago, whereas the coming of the humid Holocene period took place about 10,300 years ago, when the  $\delta^{18}\text{O}$  reached its minimum value.  $\delta^{18}\text{O}$  evolution in the midst of the BT4 core, located 300 km more to the north but undated, is given for comparison sake.

QUATÉNAIRE CONTINENTAL ET MARIN DU CONGO

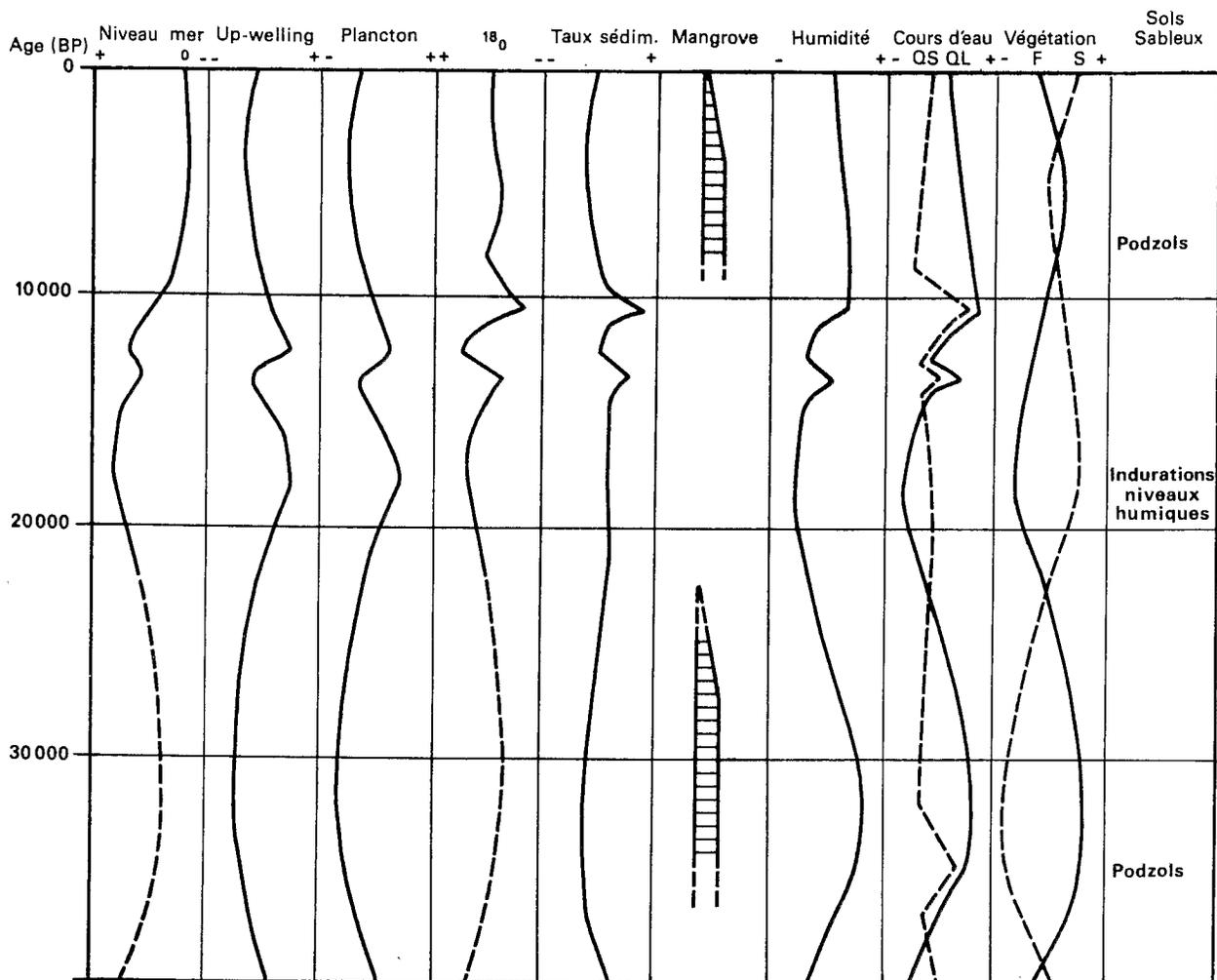


FIG. 7. — Corrélations générales.

Cours d'eau : QS : débit solide, QL : débit liquide — Végétation : F : forêt, S : savane.

FIG. 7. — General correlations.

Rivers : QS : solid output, QL : liquid output — Vegetation : F : forest, S : savannah. High intrawürm and Holocene sea levels are characterised by a humid climate, the arrival of mangrove and forest, as well as podzolisation phases in sandy soils. The fini-Würm regression corresponds to a period of aridity, which causes coastal upwellings at sea and favours plankton development. On the continent the savannah tends to replace the forest.

## RÉFÉRENCES

- BONGO-PASSI G. (1984). — Contribution à l'étude lithostratigraphique, minéralogique et géochimique du delta sous-marin profond du fleuve Congo. Thèse de 3<sup>e</sup> cycle, Université Paul Sabatier, Toulouse, 215 p.
- CARATINI Cl. et GIRESSE P. (1979). — Contribution à la connaissance des environnements continentaux et marins du Congo à la fin du Quaternaire. *C.R. Ac. Sci.*, Paris, t. 2, série D, p. 379-382.
- CORNEN G., GIRESSE P., KOUYOUMONTZAKIS G. et MOGUEDET G. (1977). — La fin de la transgression holocène sur les littoraux atlantiques d'Afrique équatoriale et australe (Gabon, Congo, Angola, Sao Thomé, Annobom). Rôles eustatiques et néotectoniques. *Ass. Sén. Et. Quat. Afr.*, n° 50, Dakar, Sénégal, p. 59-83.
- DIESTER-HAAS S.L., THIEDE J.T. et SCHRAPER (1973). — Sedimentological and palaeogeological investigations of two pelagic ooze core off Cape Barbas, North West Africa, « Meteor » Corsch — Ergebnisse, R.C. n° 16, p. 19-66.
- GIRESSE P., JANSEN J.F., KOUYOUMONTZAKIS G. et MOGUEDET G. (1981). — Les fonds de la plate-forme congolaise et le delta sous-marin du fleuve Congo. *Mém. ORSTOM*, Océanographie, n° 138, p. 13-46.
- GIRESSE P. et KOUYOUMONTZAKIS G. (1971). — Géologie du sous-sol du Port de Pointe Noire et des fonds sous marins voisins. *Ann. Univ. Brazzaville*, n° 7, p. 97-114.
- GIRESSE P., KOUYOUMONTZAKIS G. et MOGUEDET G. (1979). — Le Quaternaire supérieur du plateau continental congolais. Exemple d'évolution paléogéographique d'une plate-forme depuis environ 50 000 ans. *Palaeoecology of Africa*, vol. 10-11, Balkema — Rotterdam, p. 193-217.
- GIRESSE P., BONGO-PASSI G., DELIBRIAS G. et DUPLESSY (1982). — La lithostratigraphie des sédiments hémipélagiques du delta profond du fleuve Congo et ses indications sur les paléoclimats de la fin du Quaternaire. *Bull. Soc. géol. France*, 1982, (7), t. XXIV, n° 4, p. 803-815.
- GIRESSE P. et MOGUEDET G. (1980). — Chronoséquences fluvio-marines de l'Holocène de l'estuaire du Kouilou et des colmatages côtiers voisins du Congo. *Travaux et Documents du C.E.G.E.T.*, Bordeaux, p. 21-46.
- JANSEN J.H.F., VAN WEERING T.C.E., GIELES R. et VAN IPEREN J. (1984). — Middle and Late Quaternary oceanography and climatology of the Zaire-Congo fan and the adjacent eastern Angola Basin. *Netherlands J. of Sea Res.*, 17, 2-4, p. 201-249.
- MALOUNGUILA-NGANGA D., GIRESSE P. et MOGUEDET G. (1986). — Histoire sédimentaire de la paléovallée estuarienne du Kouilou (R.P. Congo) pendant le Quaternaire: exemple ouest-africain d'évolution de l'interface Océan-Continent. In « Global change in Africa during Quaternary — Past, Present, Future », Symposium INQUA Dakar, avril 1986.
- PASTOURET L., CHAMLEY H., DELIBRIAS G., DUPLESSIS J.C. et THIEDE J. (1978). — Late Quaternary climatic changes in Western Tropical Africa deduced from deep-sea sedimentation off the Niger delta. *Oceanologica Acta*, vol. 1, n° 2, p. 217-231.
- SCHWARTZ D. (1985). — Histoire d'un paysage: le lousséké. Paléoenvironnements quaternaires et podzolisation sur sables batéké. Thèse de Doctorat ès Sciences Naturelles, Université de Nancy I, 211 p.

Manuscrit déposé le 16 janvier 1986  
 accepté le 11 septembre 1986