

SEDIMENTOLOGIE DES FORMATIONS HOLOCENES DE LA GUYANE FRANCAISE

Mohamad DJUWANSAH¹
Mireille DELAUNE²
Claude MARIUS³

Résumé

Cinq sondages effectués dans les dépôts littoraux de la Guyane française ont permis de suivre l'évolution de la sédimentation côtière à l'Holocène.

La majeure partie de ces sédiments fins, argilo-limoneux, provient de l'Amazonie et est apportée par le courant nord équatorial. Cependant, l'analyse minéralogique des sables et les associations d'argiles montrent qu'il existe toujours un apport local par les fleuves guyanais.

D'après les données palynologiques, jusqu'à 5000 ans BP, le taux de sédimentation a suivi la vitesse de remontée du niveau marin ; ce dernier est resté stable depuis cette date jusqu'à la période actuelle.

Abstract

Five core drilled in coastal region of French Guiana have been studied for sedimentology, mineralogy and palynology; the mineralogy of these holocene sediments shows the Amazonian origin of the fine - grained sediments, but the local rivers can be a source for the coarse deposits.

According to the palynological studies ,to 5000 years BP the sea level elevation remain the same that the rate of sedimentation ; since this date to the actual period the coastal line remain still.

Mots - clés : Sédimentation littorale, Holocène, Guyane française.

Key - words : Littoral sedimentation , Holocene , French Guiana

(1) LIPI , Csitu Sangkuriang 21/154 D, Bandung 40135 - Indonésie

(2) ORSTOM, 70/74 route d'Aulnay, 93143 BONDY cedex - France

(3) ORSTOM, 213, rue Lafayette, 75480 PARIS cedex - France

INTRODUCTION

Dans le cadre d'une opération financée par la CORDET, nous avons effectué dans la zone de mangrove du littoral guyanais, six carottages profonds à l'aide d'un carottier à piston stationnaire qui permet de prélever des carottes non perturbées de 1m jusqu'à 24m de profondeur. Une seule de ces carottes a atteint les 24m dans la Savane Sarcelle.

L'analyse sédimentologique de ces carottes a fait l'objet d'une thèse (M.Djuwansah, 1990).

Nous présenterons ici les principaux résultats obtenus sur 5 de ces carottes : trois sont situées dans la région de Mana, une près de Sinnamary et la dernière dans l'estuaire de la rivière de Cayenne (Fig.1).

On sait, notamment depuis les études de Brinkmann et Pons (1968) que la zone côtière guyanaise se caractérise par une épaisse série sédimentaire que l'on peut suivre depuis la mer jusqu'au socle précambrien. Elle s'est déposée à la bordure d'une importante flexure qui présente son maximum d'extension au niveau de la Berbice, en Guyane anglaise. On distingue deux unités morphologiques :

- la Formation Coropina, sédimentation essentiellement sableuse d'âge pléistocène, qui constitue la "vieille plaine côtière".

- la Formation Demerara, ou "jeune plaine côtière" constituée de sédiments fins, holocènes, déposés dans un milieu de type paralique situé à l'arrière des cheniers et bancs de sables édifiés le long de la côte.

Cette formation récente peut être subdivisée en deux phases (Brinkmann et Pons, 1968) :

1 - *la phase Mara* : les sédiments qui la composent se sont déposés de 15000 ans environ à 6000 ans. Ce sont des argiles à pyrite déposées dans un milieu marécageux à Rhizophoras durant la dernière transgression holocène.

2 - *la phase Coronie* : les sédiments se sont déposés après que le niveau de la mer se soit stabilisé : ce sont des formations marines et fluviales, séparées par des phases d'érosion ; on distingue :

- + la phase Wanica (6000 - 3000 ans BP)
- + la phase Moleson (2500 - 1300 ans BP)
- + la phase Comowine (1300 ans BP à l'actuel)

Les interphases sont caractérisées par la formation de cheniers, ce processus étant lié à de longues périodes d'intense érosion (Augustinus, 1980 - Prost, 1989).

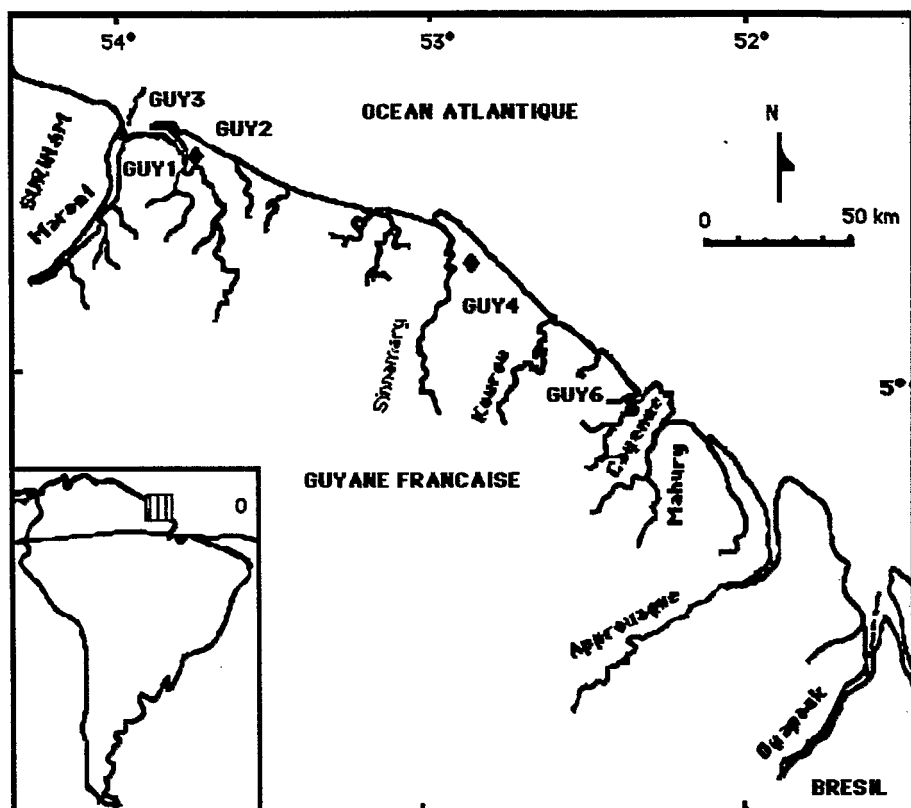


Fig. 1 - Localisation des sondages

SEDIMENTOLOGIE DES DEPOTS HOLOCENES

L'étude morphologique des cinq carottes montre que les couches superficielles ont une couleur gris à gris foncé (10 YR 2/1 - 2,5 Y - 10 YR 4/5) devant gris bleu (5 BG 6/1) ou gris en profondeur (Fig.2).

La partie superficielle est un sédiment fin, argilo-limoneux, non structuré et son épaisseur varie selon la distance au rivage. En profondeur, la structure est laminaire avec des alternances de lits sableux et de lits de matière organique.

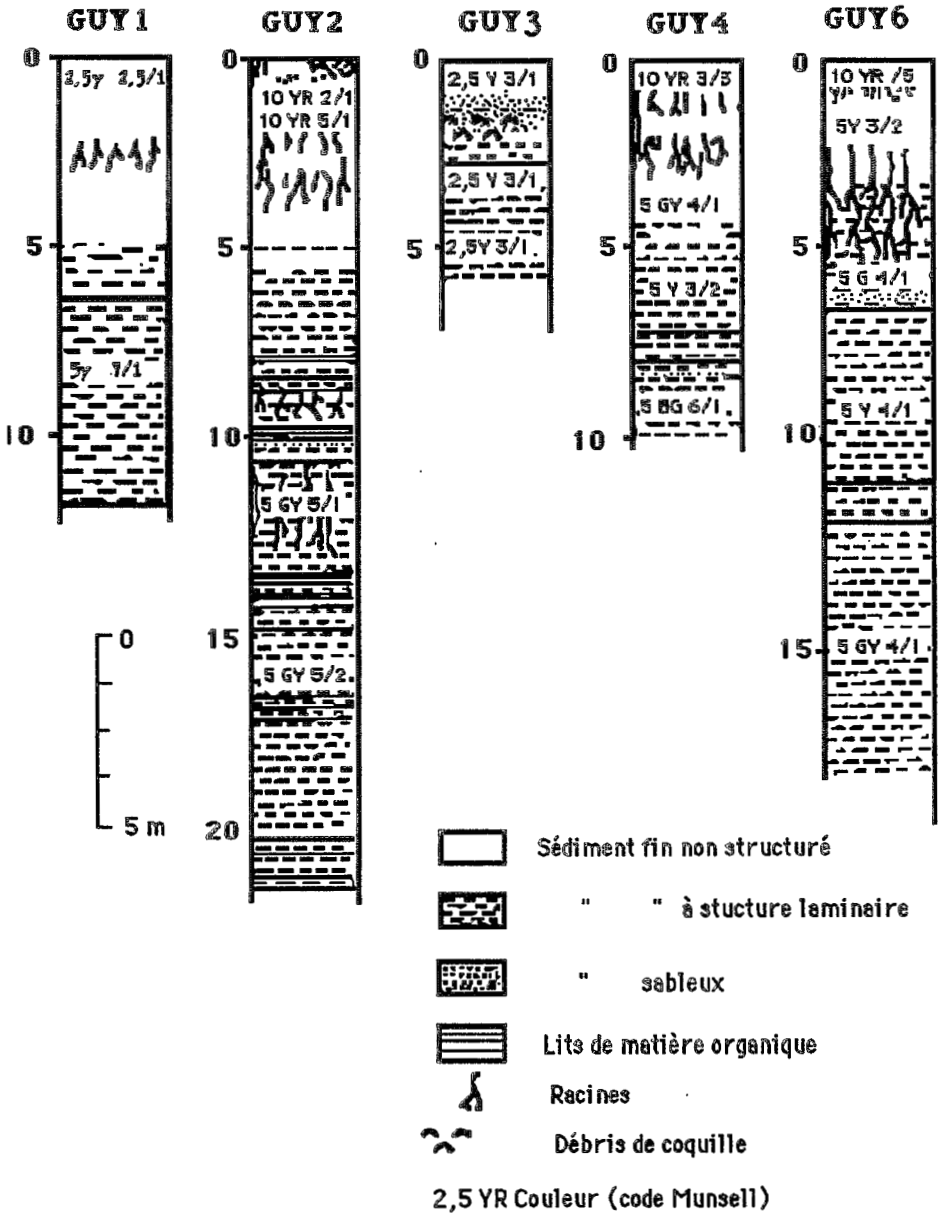


Fig. 2 - Morphologie des sédiments le long des sondages

Caractères granulométriques

Les sédiments rencontrés sont très fins : plus de 50% des particules sont de taille inférieure à 2μ et les médianes granulométriques varient entre 0,24 et 4μ . Les sables sont peu représentés et les niveaux sableux se trouvent, soit à la base des sondages, soit en couches de quelques m/m à plusieurs dizaines de cm d'épaisseur, intercalés dans la sédimentation vaseuse (cf. GUY 3 et GUY 4).

Seul le sondage GUY 1, à l'embouchure de la Mana, présente une sédimentation plus limoneuse (médianes allant de 2,3 à 18μ) due à un hydrodynamisme plus fort (Fig.3). Ce caractère est lié à la position du sondage dans un domaine soumis à l'action des courants de marée.

L'étude morphologique des sondages (Djuwansa, 1990) a montré que le passage entre couche vaseuse et couche sableuse était très net. L'analyse granulométrique confirme cette observation car il n'y a pas de termes de passage entre la sédimentation argileuse et les sables.

Il n'existe pas non plus de liaison entre l'énergie de dépôt et la morphologie des sédiments. On peut donc en déduire que la structure des sédiments fins n'est pas liée à l'énergie mais au type de dépôt. L'influence de l'oscillation des courants due au déferlement de la marée et des vagues semble être responsable de la formation des structures laminaires alors que les sédiments non structurés, à la partie supérieure des sondages, se sont déposés sous un courant dont le flux était plus ou moins continu.

L'évolution des indices granulométriques (Rivière, 1977) et leur signification en terme de milieu de dépôt sont décrites ci-dessous :

a - l'estuaire de la Mana

Les trois carottages forment une séquence allant de la mer jusqu'aux marais internes de la phase Mara.

GUY 1 : ce sondage de 16,5m est situé sur la rive gauche de la Mana, à l'emplacement de son ancienne embouchure.

On peut définir trois niveaux :

1 - la base du sondage consiste en un banc sableux avec une intercalation limoneuse ($Med = 2,75\mu$) ; le soubassement de ce banc n'est pas connu et il n'est donc pas possible de savoir s'il s'agit d'un chénier ou d'un sable littoral appartenant à la transgression flandrienne. Les caractères granulométriques sont

ceux de sables marins et laguno-marins : les sables sont fins (Médianes de 100, 126 et 150 μ) et ne présentent pas de faciès de maturation.

2 - alternance plus ou moins régulière de vases fines et de limons contenant toujours une faible fraction sableuse ; les médianes varient de 1,5 à 29,5 μ .

3 - sédimentation homogène, limono-argileuse ; la fraction sableuse est pratiquement absente (Médianes de 2,3 à 11,5 μ).

Les indices granulométriques (N - Rivière, 1977) ont toujours des valeurs positives, comprises (à l'exclusion des couches sableuses) entre 0,15 et 0,40 et indiquent que ces sédiments se sont déposés par excès de charge.

GUY 2 : ce sondage (22,6 m) est effectué sur la rive droite de la Mana, dans la zone marécageuse située entre la ride de sable et le fleuve (Savanne Sarcelle). La sédimentation est beaucoup plus fine qu'en GUY 1 (absence de sables). Les faciès granulométriques sont ceux de sédiments déposés en domaine abrité (N inférieur à 0 dans l'ensemble du sondage) où l'influence des courants est pratiquement nulle. Les médianes sont toujours inférieures à 10 μ .

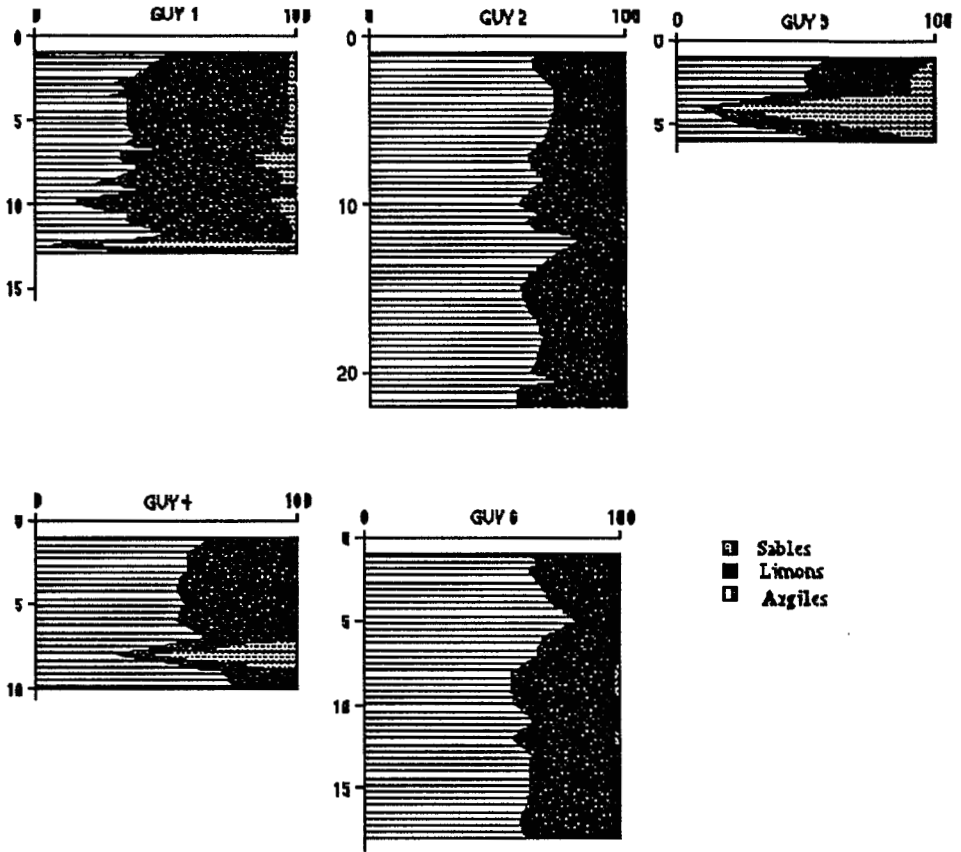


Figure 3 Evolution de la granulométrie des sédiments holocènes

GUY 3 : ce sondage, situé à la pointe de l'embouchure de la Mana (Pointe Isère) et dans une zone soumise à une érosion intense est moins profond que les deux sondages précédents (6,5 m).

De bas en haut, on observe :

- des dépôts fins, argilo-limoneux, déposés par décantation (N = 0.18).
- un banc sableux de 1m d'épaisseur environ ; ce sont des sables marins mais avec des caractères plus littoraux qu'à la base de GUY 1. La position de ce niveau, intercalé dans une sédimentation vaseuse, correspond tout à fait à celle d'un chénier.

- une sédimentation fine, homogène, très voisine par sa granulométrie de celle de GUY 2.

b - embouchure du Sinnamary

GUY 4 : ce sondage, de 9 m de hauteur, repose sur des sables à graviers roulés. Sans être aussi limoneuse qu'en GUY1, la sédimentation apparaît comme une forme de transition entre celles de GUY 1 et GUY 2, mais son caractère dominant est celui d'une zone calme, abritée, permettant le dépôt de particules fines.

Le niveau sableux situé à une profondeur de 7 m, est comparable à celui du sondage GUY 3 et aurait la même origine (chénier) ; ses caractères granulométriques sont ceux d'un cordon littoral.

c - rivière de Cayenne

GUY 6 : ce sondage présente des caractères granulométriques qui l'apparentent au sondage GUY 2 ; il est légèrement plus limoneux, mais les caractères granulométriques sont également ceux de dépôts en zone calme abritée des courants, avec de petites récurrences à dynamique de transport plus marquée : sa profondeur est de 11,9 m.

Minéralogie des sables

Trois espèces minérales dominent largement le cortège des minéraux lourds des sables. Il s'agit de la staurotide, de l'épidote et de la hornblende ; puis viennent le grenat, la tourmaline et le zircon. Les autres minéraux (dithène, andalousite, sillimanite, corindon, rutil, anatase, sphène, glaucophane, augite, hypersthène et enstatite) sont faiblement représentés.

Dans les différents niveaux analysés, on trouve, soit l'association épidotes - hornblendes, soit des sables où la staurotide (ou l'association staurotides - épidotes) domine nettement et, plus rarement, un mélange des trois minéraux cardinaux.

Les sédiments du sondage GUY 1 sont caractérisés par l'association staurotides/épidotes ou staurotides/hornblendes sauf à la base, où les bancs sableux montrent un net enrichissement en staurotides (63 et 67%) ; le groupe épidotes/hornblendes n'y représente que 13 à 14% du cortège minéralogique ; enfin, on remarque par rapport aux sédiments vaseux, des teneurs légèrement plus élevées en tourmalines (5 et 8%) et zircons (4 et 12%).

Toujours dans ce sondage il faut noter la présence d'un niveau ne comprenant que l'association épidotes/hornblendes.

Dans le sondage GUY 2, du fait de l'absence de fraction sableuse, les comptages statistiques des minéraux lourds n'ont pu être réalisés, mais on retrouve en rares grains de petites tailles les trois principaux minéraux (staurotides, épidotes et hornblendes).

Dans le sondage GUY 3, les niveaux sableux ont (comme en GUY 1) de fortes teneurs en staurotides alors que l'on note une augmentation des minéraux du groupe épidotes/hornblendes dans le niveau vaseux, sauf en surface.

L'absence de fraction sableuse importante n'a pas permis de faire des statistiques sur tous les niveaux dans le sondage GUY 4 ; curieusement les quelques comptages effectués traduisent de fortes teneurs en staurotides.

En GUY 6, de la base au sommet du sondage, on constate des alternances de sables montrant, soit l'association staurotides/ épidotes/hornblendes, soit l'association staurotides/épidotes.

Minéralogie du sédiment total

La minéralogie du sédiment total est largement dominée par le quartz et les minéraux argileux, les feldspaths sont toujours présents ainsi que la halite. La pyrite et la jarosite ne sont présents qu'occasionnellement (Fig.4).

a - estuaire de la Mana

GUY 1 : le quartz est le minéral dominant sur toute la hauteur du sondage avec des teneurs supérieures à 60% ; les minéraux argileux varient entre 3 et 15%. La halite est présente au dessous de 2m et sa teneur augmente avec la profondeur. La pyrite est moins importante que la halite et ces deux minéraux sont absents de la fraction sableuse. La jarosite est absente dans ce sondage.

GUY 2 : la proportion de quartz est moins importante que celle du sondage GUY 1, mais elle est toujours supérieure à celle des argiles et se situe le plus souvent autour de 50%. La proportion des argiles varie entre 30 et 50% ; les feldspaths montrent des teneurs relativement constantes sur toute la hauteur du sondage et ne dépassent pas 10%. La halite se rencontre partout, tandis que la pyrite n'est présente que très rarement ; la jarosite est absente.

GUY 3 : le quartz est nettement prédominant avec une proportion qui varie entre 60 et 80% ; les teneurs en argiles se situent entre 5 et 35% et celles des feldspaths entre 5 et 15%. La halite est présente sur toute la hauteur du sondage et la pyrite n'apparaît qu'en profondeur à partir de 3m. Là aussi, la jarosite est absente.

b - embouchure du Sinnamary

GUY 4 : le quartz est toujours le minéral le plus abondant ; sa proportion varie, le plus souvent, entre 40 et 60% et peut atteindre un maximum de 90%. Les argiles varient entre 10% ou un peu moins jusqu'à 40%. Les feldspaths dont les proportions se situent entre 10 et 20% disparaissent à la profondeur de 8m, dans les niveaux sableux. La halite est présente, quelle que soit la profondeur tandis que la pyrite ne se rencontre que dans la partie médiane du sondage. La jarosite est présente et accompagne la pyrite.

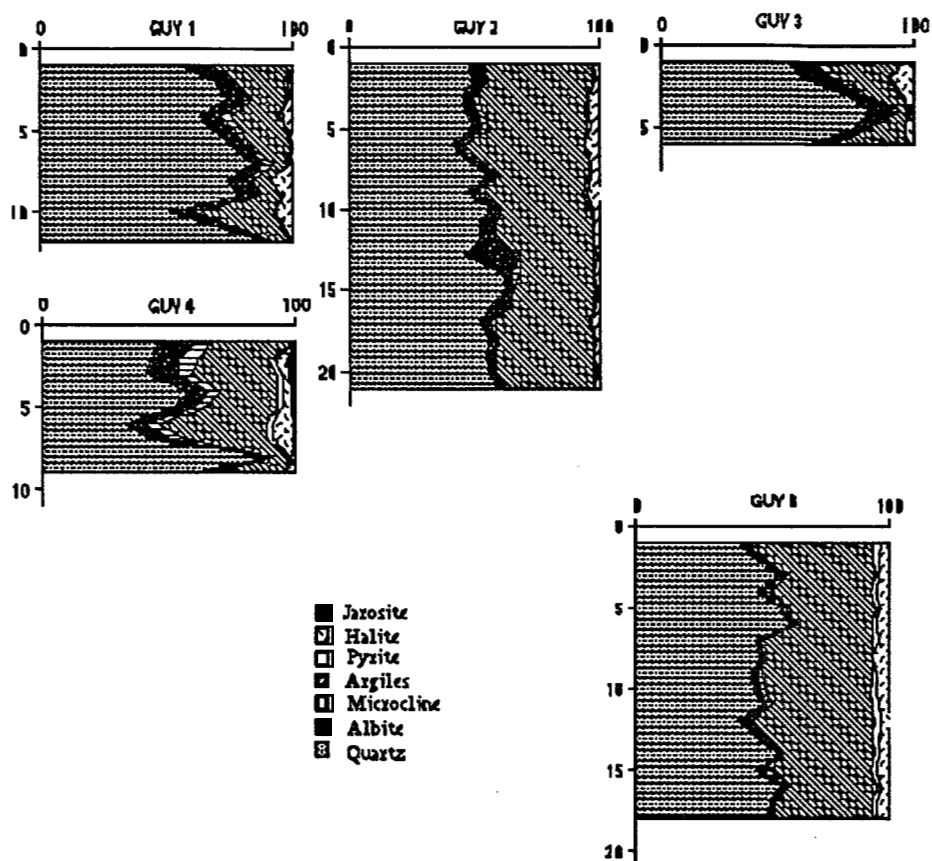


Figure 4 Minéralogie des sédiments

c- Rivière de Cayenne

La proportion de quartz est toujours supérieure à celle des argiles et varie entre 40 et 50% ; les teneurs en argiles se situent entre 15 et 25% et la proportion des feldspaths est toujours inférieure à 10%. La halite se retrouve tout le long du sondage et sa teneur maximum ne dépasse pas 5%. La pyrite est présente occasionnellement et la jarosite est absente.

Minéralogie des argiles

Les minéraux argileux observés dans les sédiments sont la kaolinite, l'illite et les smectites qui sont souvent associées à des interstratifiés (10-14) et la chlorite. Quantitativement la kaolinite et les smectites sont les plus abondantes ; leurs proportions sont plus ou moins comparables et varient entre 30 et 50%. Vient ensuite l'illite, dont la proportion est plus ou moins constante, autour de 20%, tandis que la chlorite qui n'est présente qu'occasionnellement, ne dépasse jamais 5%. (Fig.5).

Observées au microscope électronique à transmission, les smectites ont généralement des formes floconneuses et nébuleuses ; l'illite se présente sous forme de grosses plaquettes hexagonales de petite taille (inférieure à 1μ).

La formule structurale de quelques particules smectitiques, calculée d'après les résultats d'analyses chimiques ponctuelles montre qu'elles ont des caractères qui les apparentent à des beidellites ferrières.

L'étude des minéraux argileux montre que :

- dans les sondages GUY 2 (Mana) et GUY 6 (Cayenne) la proportion de kaolinite est à peu près comparable à celle de l'association smectites/interstratifiés. Dans les sondages GUY 1 (Mana) et GUY 4 (Sinnamary) le rapport entre la kaolinite et le groupe smectites/interstratifiés est plus important que dans les sondages GUY 2 et GUY 6. Enfin, dans les niveaux sableux profonds de GUY 1 et GUY 4 la proportion de kaolinite devient nettement prédominante.

- dans le sondage GUY 3, dans les niveaux sableux en profondeur, la proportion de la kaolinite est plus ou moins comparable à celle de l'association smectites/interstratifiés, tandis que dans la partie superficielle, où le sédiment est plus vaseux, la proportion de la kaolinite est plus importante qu'en profondeur.

Les sondages GUY 1 et GUY 4 se situent plus à l'intérieur des terres que GUY 2 et GUY 6 ; le sondage GUY 3 se trouve dans la partie aval de l'embouchure de la Mana. L'étude granulométrique a montré que, sur toute la hauteur des deux sondages GUY 2 et GUY 6, le milieu de dépôt est caractérisé par l'influence des courants côtiers et de la marée. Par contre, la granulométrie des sondages GUY 1 et GUY 4 montre une évolution d'un milieu fluvio-estuarien (niveau sableux à la base des sondages) vers un milieu littoral à la partie supérieure.

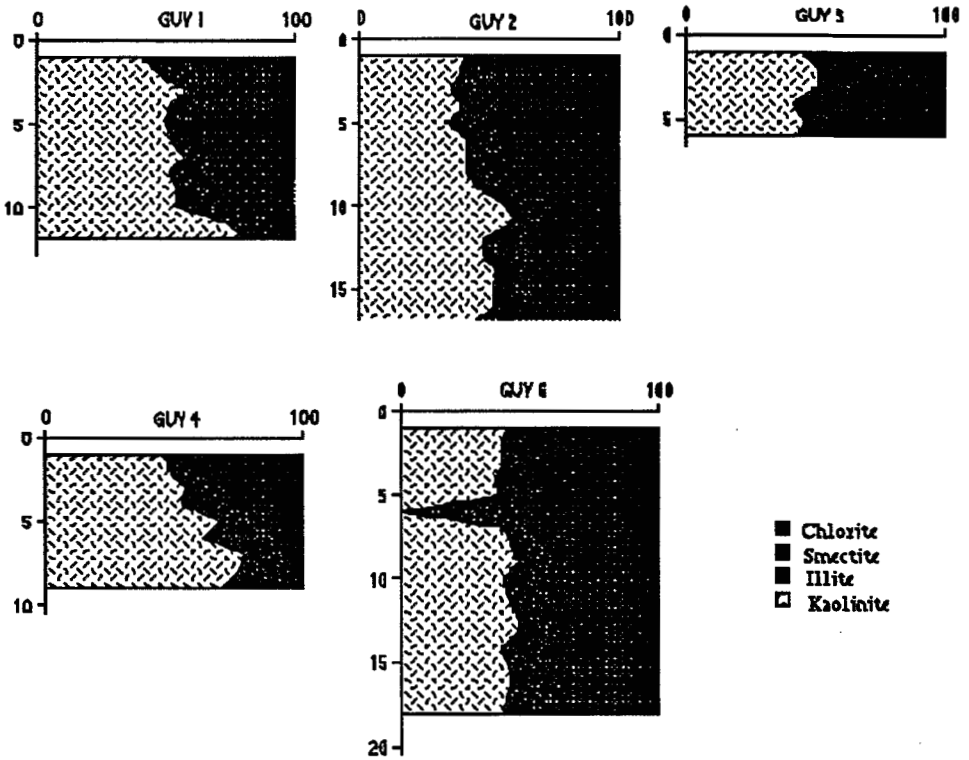


Figure 5 Répartition des minéraux argileux

Ces caractères montrent que l'association smectites/interstratifiés est importante dans les dépôts influencés par les courants marins, tandis que la kaolinite est mieux représentée dans les dépôts où l'influence continentale est prédominante (Fig.5). Ainsi, dans les mangroves de Guyane française l'association smectites/interstratifiés serait essentiellement d'origine marine et proviendrait de l'embouchure de l'Amazone, alors que la kaolinite serait d'origine purement locale.

Quant à l'illite et à la chlorite leur abondance dans les sédiments est irrégulière et ne peut être corrélée ni à la kaolinite, ni aux smectites. Il est difficile de définir avec certitude l'origine de ces minéraux mais il faut noter, cependant, que ce sont ceux qui se déposent le plus rapidement en milieu salin (Whitehouse et al., 1960). L'hypothèse la plus vraisemblable est que ces deux argiles proviennent d'apports locaux, guyanais, et que leur proportion dans les sédiments varie selon la nature des roches de l'arrière-pays.

PALYNOLOGIE ET DATATIONS

Une étude palynologique effectuée sur le sondage GUY 2 (Tissot et al., 1988) permet de distinguer trois niveaux :

- le premier niveau, de la base du sondage à -8 m environ, montre que la végétation était dominée par une forêt de mangrove à Rhizophora.
- le second niveau, de -8 m au sommet du sondage, où les Rhizophora décroissent brusquement pour devenir totalement absents dans les niveaux supérieurs.
- le troisième niveau est moins net mais permet de montrer, cependant, que son cortège pollinique reflète le paysage actuel avec une brusque extension d'Avicennia, peu représenté jusqu'alors.

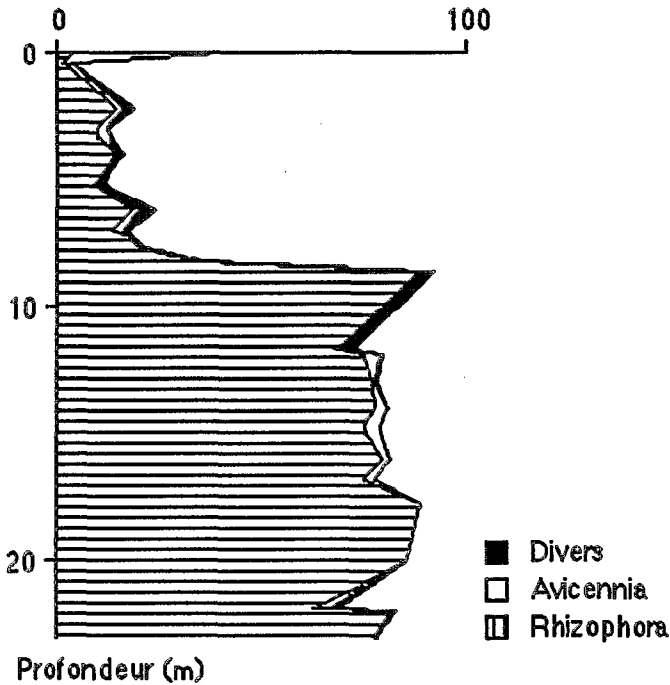


Fig. 6 - Spectre pollinique des différentes espèces végétales le long du Sondage GUY 2.

En outre, les datations au ^{14}C qui ont été effectuées sur des débris de bois prélevés à des profondeurs de 19,60 et 20m ont fourni des âges de 7680 + 320 BP et 7740 + 640 BP. Si l'on admet un taux moyen de sédimentation d'environ 1m pour 400 ans (Van der Hammen, 1963) on peut estimer que la base de la carotte se situe à environ 9000 ans BP.

DISCUSSION

Les datations obtenues sur le sondage GUY 2 montrent que les sédiments recoupés par les cinq sondages sont d'âge holocène et appartiennent à la formation Demerara.

Cette sédimentation fine provient de l'Amazone et a été transportée vers le nord-ouest, le long du littoral, par le courant nord équatorial ; ces vases auraient commencé à se déposer vers -17000 ans, au début de la transgression flandrienne (Eisma and van der Marel, 1977 - Rine and Ginsburg, 1985 - Pujos et Odin, 1986).

Les résultats granulométriques sont très homogènes dans le temps comme le montrent les valeurs des médianes ; c'est le sondage GUY 1 qui s'individualise le plus et ce caractère est lié à sa position en milieu fluvio-estuarien, soumis régulièrement à l'action des marées et des courants.

Les sondages GUY 3 et GUY 4 représentent une sédimentation typique du littoral guyanais : sédimentation de boues fines avec, localement création de chéniers et les deux bancs sableux rencontrés à 4 et 8m de profondeur seraient peut être des témoins des interphases Mara / Moleson et Moleson/ Comowine.

Bien que cette sédimentation soit presque exclusivement d'origine amazonnienne, (Landim et al., 1978) la minéralogie des sables et des argiles montre que les apports locaux interviennent eux aussi, mais dans des proportions beaucoup plus faibles. Ils viennent des rivières côtières et des sédiments du proche plateau continental sous l'action de la houle et des courants de marée.

Les minéraux lourds reflètent cette dualité : deux associations sont présentes :

- l'association staurotide-zircon-tourmaline et, plus localement le grenat (association A de Kiel, 1955) est typiquement guyanaise et forme l'essentiel des minéraux lourds des sables pléistocènes de la formation Coropina-Coswine ("sables roux").

- l'association épidotes-hornblendes serait d'origine amazonienne ; elle caractérise l'association B de Kiel.

Le mélange d'apports amazoniens et locaux est visible également au niveau de la minéralogie des argiles. La smectite est considérée comme un minéral amazonien (Gibbs, 1967) ; la kaolinite est d'origine continentale et les variations observées dans les sondages entre ces deux minéraux argileux correspondent soit à une influence marine plus marquée, soit à des apports locaux plus importants (niveaux sableux).

Enfin, les données palynologiques permettent de suivre l'évolution du rivage à l'Holocène : jusqu'à 5000 ans BP le taux de sédimentation semble avoir été à peu près équivalent à la vitesse de remontée du niveau marin, de sorte que la ligne de rivage est restée stationnaire et le site dans le même environnement durant toute cette période comme l'atteste la constance d'un fort pourcentage en *Rhizophora*. Depuis 5000 ans BP le niveau marin est resté stable et la sédimentation qui se poursuit avec le même taux provoque un phénomène de progradation. L'espace auparavant occupé par la mangrove ne subit plus l'influence de la mer et les *Rhizophora* qui désormais se situent plus en aval du site sont alors remplacés par les espèces de la savane marécageuse. Ces données sont en accord avec les observations faites au Surinam et en Guyane britannique.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AUGUSTINUS (P.G.E.T), 1980 - Actual development of the chenier coast of Suriname (South America), *Sediment. Geol.*, 26 : 91-113.
- BRINKMAN (R.) and PONS (L.J.), 1968 - A pedo-geomorphological classification and map of the holocene sediments in the coastal plain of the three Guianas. *Soil Surv. Paper*, Wageningen, n°4, 40p.
- DJUWANSAH (M.), 1990 - Mangroves de la zone équatoriale. Etude sédimentologique, minéralogique et géochimique. Thèse, Univ.L.Pasteur, Strasbourg, 122p. *multigr.*
- EISMA (D.) and van der MAREL (H.W.), 1977 - Marine muds along the Guiana coast and their origin from the Amazon Basin. *Contr. Min. and Petr.*, vol.31 : 321-324.
- GIBBS (R.), 1967 - The geochemistry of the Amazon river system : part I : the factors that control the salinity and the composition on the suspended solid. *Geol.Soc of Amer. Bull.*, vol.28 : 1203-1232.
- KIEL (H.), 1955 - Heavy minerals investigations of samples of Suriname. *Geol. en Mijnbouw*, n°4 : 93-103.
- LANDIM (P.N.B.), BOSIO (N.J.), WU (F.T.), MOYER (A.E.) and CASTRO (P.R.M.) (1978) - Heavy minerals from the Amazon beds. *EOS*, vol.59 : p.227.
- PUJOS (M.) et ODIN (S.), 1986 - La sédimentation au quaternaire terminal sur la plate-forme continentale de la Guyane française. *Oceanologica Acta*, vol.9, n°4 : 363-382.
- PROST (M.), 1989 - Coastal dynamic and chenier sand in French Guiana. *Marine Geology*, vol.90 : 259-267.
- RINE (J.M) and GINSBURG (R.N.), 1985 - Depositional facies of a mud shore face in Suriname, South America. A mud analog to sandy shallow marine deposits. *Journ. Sedim. Petrol.*, vol.55, n°5 : 633-652.
- RIVIERE (A.), 1977 - Méthodes granulométriques. Masson Ed., Paris
- TISSOT.(C.), DJUWANSAH (M.) et MARIUS (C.), 1988 - Evolution de la mangrove en Guyane au cours de l'Holocène. Etude palynologique. *Inst.fr.Pondichéry, trav.sec.sci.tech.*, t.XXV.
- Van Der HAMMEN (T.), 1963 - A palynological study on the quaternary of British Guiana. *Leidse. geol.Meded.*, 29 : 126-168.
- WHITEHOUSE (U.G.) JEFFREY (L.M.) and DEBRECHT (J.D.), 1960 - Differential settling tendencies of clay minerals in saline waters. *Clay and Clay Miner.* (7th. Nat. Congr., 1958- London) : 1-80.