

LES VARIATIONS RELATIVES DU NIVEAU MOYEN DE LA MER AU
QUATERNAIRE RECENT DANS LA REGION DE
CANANEIA-IGUAPE (SÃO PAULO) (1)

Par

Kenitiro SUGUIO (2)

Louis MARTIN (3)

Jean-Marie FLEXOR (4)

RESUME

Il existe, le long du littoral de l'Etat de São Paulo, des témoins indiscutables de formations marines liées aux variations relatives du niveau moyen de la mer au cours du Quaternaire récent.

Des datations au carbone 14 effectuées sur des coquilles ou des morceaux de bois provenant de formations géologiques, mais également des datations sur des coquilles de "sambaquis" (kjokkenmodings), après interprétation de la position géographique de ceux-ci, nous ont permis de construire une courbe des variations relatives du niveau de la mer depuis 6000 ans.

RESUMO

Ao longo do litoral do Estado de São Paulo existem testemunhos indiscutíveis de formações marinhas ligadas às variações relativas do nível marinho durante o Quaternário Recente.

Datações ao radiocarbono efetuadas sobre conchas ou sobre pedaços de madeira, provenientes das formações geológicas, complementadas por datações sobre conchas de sambaquis (kjokkenmodings), após interpretação das suas situações geográficas, permitiram construir uma curva de variações relativas do nível marinho nos últimos 6.000 anos, para a região de Cananéia-Iguape.

I. GENERALITES SUR LE LITTORAL
PAULISTE

De direction approximativement NE-SO, le littoral pauliste est limité par les 23^{ème} et 25^{ème} degrés de latitude sud et par les 45^{ème} et 48^{ème} degrés de longitude ouest (Fig. 1). Il présente des caractéristiques mor-

phologiques mixtes de côte d'émersion et de côte de submersion. Au nord, le socle antécambrien vient à peu près partout au contact de la mer à l'exception de petites plaines sédimentaires quaternaires. Au sud, se déve-

(1) Étude financée par la F.A.P.E.S.P. (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo).

(2) Departamento de Paleontologia e Estratigrafia-Instituto de Geociências -Universidade de São Paulo.

(3) ORSTOM - Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer, France.

(4) Laboratório de Geofísica Nuclear-Instituto de Física - Universidade Federal da Bahia.

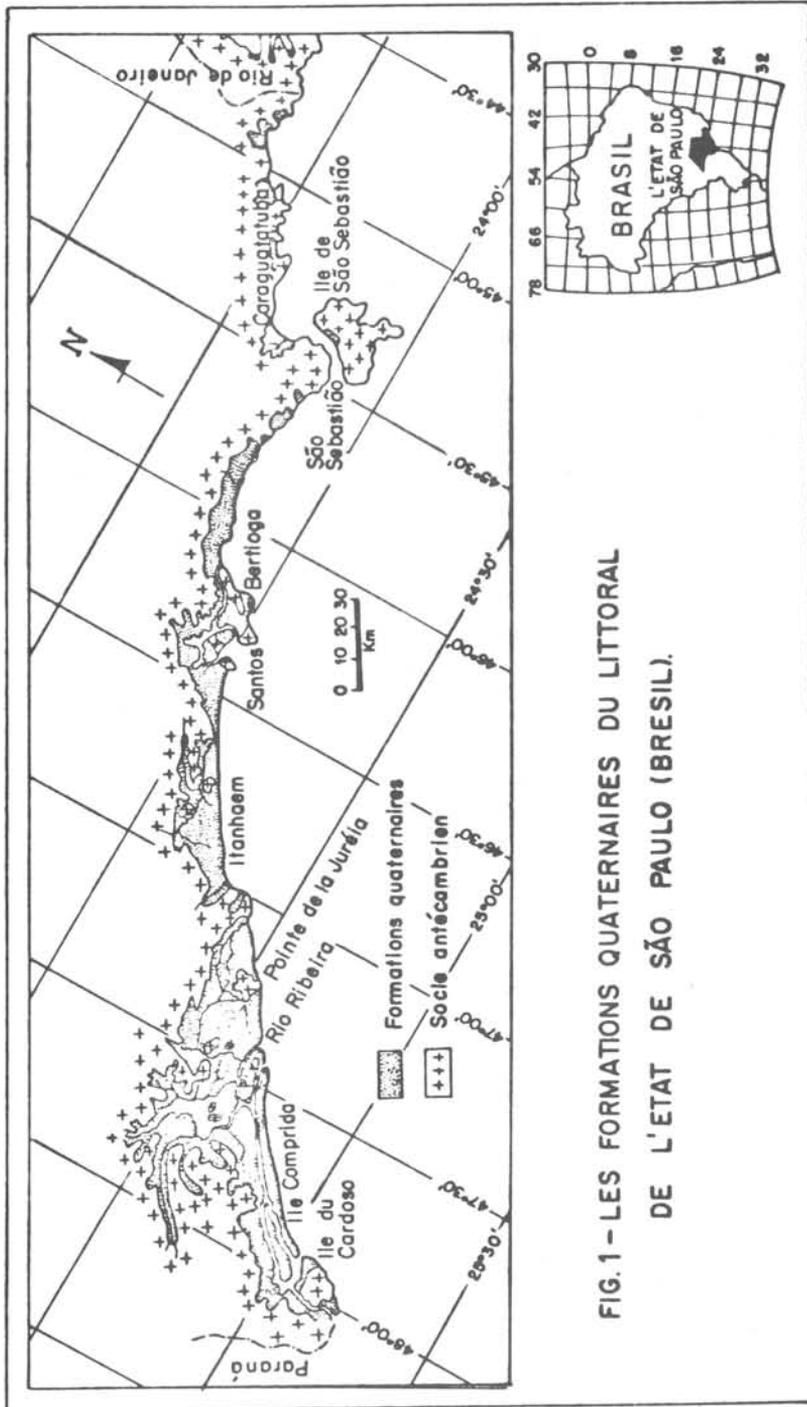


FIG. 1 - LES FORMATIONS QUATERNAIRES DU LITTORAL DE L'ETAT DE SÃO PAULO (BRÉSIL).

loppent de grandes plaines sédimentaires quaternaires formées de dépôts marins et lagunaires. Elles sont séparées les unes des autres par des avancées du socle antécambrien qui vient au contact de la mer (Fig. 1). Si on observe la carte de la Fig. 1, on note immédiatement que la superficie des plaines sédimentaires quaternaires augmente régulièrement du nord vers le sud. Cette différenciation dans la sédimentation quaternaire peut s'expliquer par une variation de la dynamique de la sédimentation du nord vers le sud, mais également par une influence différentielle de la tectonique. Dans cette seconde hypothèse, la côte nord aurait une tendance négative et la côte sud, une tendance positive. Dans ce sens, nous avons proposé (SUGUIO et MARTIN, 1975) une explication par un phénomène de flexure continentale.

II. LES DIVERSES FORMATIONS MARINES ET LAGUNAIRES DE LA PLAINE QUATERNAIRE DE CANANÉIA-IGUAPE

La plaine sédimentaire littorale de Cananéia-Iguape forme un vaste croissant d'environ 130 x 40 km couvrant une superficie de près de 2000 km² (Fig. 2). Elle est limitée au nord-est et au sud-ouest par des avancées du socle antécambrien qui vient au contact de la mer. Elle est formée de sables marins, de sédiments argilo-sableux d'origine fluvio-lagunaire et de mangroves actuelles. Près du cristallin, les sables marins et les formations fluvio-lagunaires peuvent être recouverts par des alluvions et des colluvions. L'altitude varie de 0 à 10 m. Cependant on rencontre, isolés au milieu des sédiments, des pointements du socle antécambrien. Ces "morros" peuvent atteindre de grandes tailles et des altitudes assez importantes (700 mètres au "Morro de la Juréia"). La partie externe de la plaine sédimentaire est drainée par un réseau de lagunes et par des "rios" subissant l'influence de la marée et n'ayant que peu d'apports extérieurs à la plaine sédimentaire. Seul le Rio Ribeira possède un cours extérieur

important. Il est cependant intéressant de noter qu'il transporte des sédiments tout à fait différents de ceux que l'on rencontre dans la plaine sédimentaire. Il est donc évident que le Ribeira ne peut être à l'origine des grosses masses de sables fins qui s'y sont accumulés.

Une cartographie de détail et des datations au ¹⁴C ont permis d'identifier un certain nombre de formations. Des coupes naturelles le long des lagunes et des "rios" et quelques profils de sondages nous ont permis d'établir un profil type allant de l'océan au cristallin dans la région de Cananéia (Fig. 3) (MARTIN et SUGUIO, 1975):

a) À la base, au contact du cristallin, nous trouvons une formation continentale à galets qui a reçu le nom de Formation Pariqueira-Açu (BIGARELLA et MOUSINHO, 1965). On la rencontre sous les sables marins au nord-est du village d'Itapitangui, à l'affleurement sur les marges du Rio Itapitangui et elle a été atteinte par forage sur la plage de l'île Comprida.

b) Au-dessus, se trouve une formation argileuse à la base et sableuse au sommet qui a reçu le nom de Formation Cananéia (SUGUIO et PETRI, 1973) Son altitude varie de 5 à 6 m dans les zones externes (près de la mer) à 9 - 10 m dans les zones internes (près du cristallin). Cependant il est intéressant de noter une anomalie d'altitude dans le sud de l'île Comprida. Là, la Formation Cananéia ne dépasse pas 3 à 3,5 m, alors que quelques kilomètres plus au nord-est (sur une même parallèle par rapport à la côte actuelle) elle a une altitude normale de 5 à 6 m. Nous voyons deux explications à cette anomalie: (1) dans le sud de l'île Comprida, la Formation Cananéia est originellement plus basse que le reste de la formation, ce qui est assez difficile à expliquer. (2)

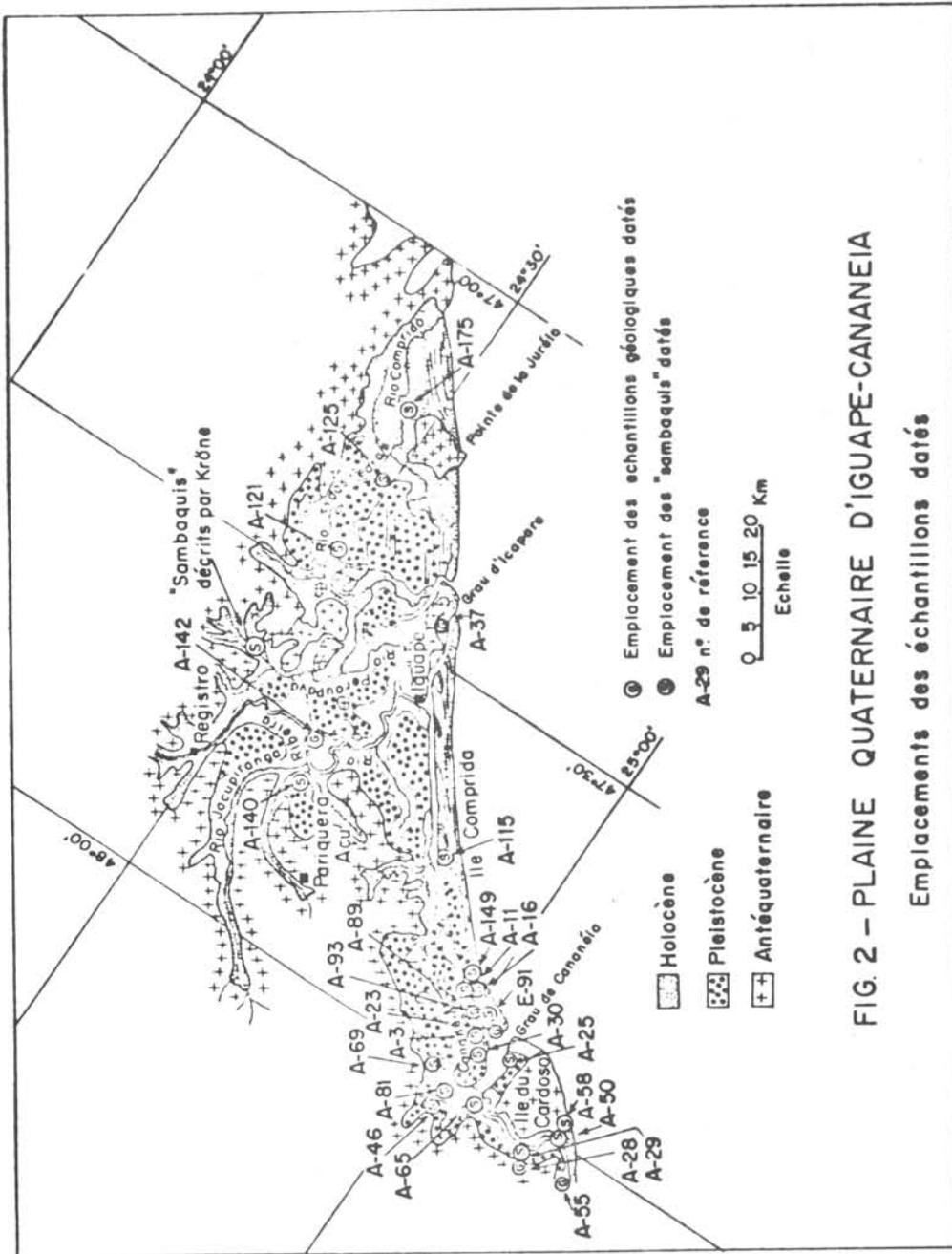
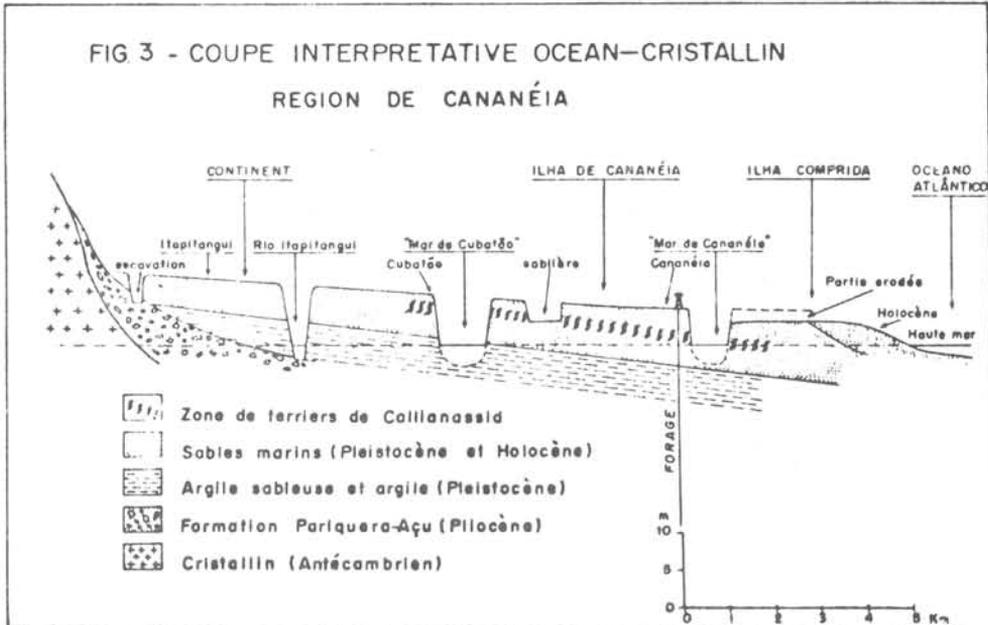


FIG 2 - PLAINE QUATERNAIRE D'IGUAPE-CANANEIA
Emplacements des échantillons datés

FIG. 3 - COUPE INTERPRETATIVE OCEAN-CRISTALLIN
REGION DE CANANÉIA



dans le sud de l'île Comprida, la formation Cananéia a été en partie arasée par la mer à une époque où le niveau de celle-ci était supérieur d'au moins 3 à 3,5 m au niveau actuel. Cette deuxième hypothèse nous semble la plus logique. Des études de microfaune (PETRI et SUGUIO, 1973) ont montré que la formation argileuse de la base était du type formation transitionnelle; passant d'un milieu continental à un milieu marin. Ce fait indique une période transgressive.

Dans la formation sableuse on trouve de nombreux terriers fossilisés de *Callianassa major* qui témoignent d'un milieu de dépôt littoral (SUGUIO et MARTIN, 1976). Au fur et à mesure que l'on va vers l'intérieur des terres, on constate que la zone des terriers s'élève. On peut penser que les crustacés se sont déplacés vers l'intérieur au fur et à mesure que le niveau de la mer s'élevait, afin de conserver les mêmes conditions de vie. Ce fait confirme la phase transgressive.

Vers le sommet, on rencontre des témoins

(lentilles argileuses avec fentes de retrait fossilisées recouvertes de sables marins) d'émersions et d'oscillations du niveau de la mer. Sur la formation sableuse, on rencontre en certains endroits, des structures de cordons littoraux qui matérialisent la phase de régression.

Une première datation au ^{14}C effectuée sur des morceaux de bois prélevés dans la formation argileuse a donné un âge de 28000 ± 2000 ans B.P. (Ba 227). La mesure ayant été effectuée dans de mauvaises conditions, il est possible que cet échantillon soit légèrement plus vieux. Cette datation semblerait donc indiquer que la Formation Cananéia date de l'épisode transgressif de 30000 ans. Cependant il ne faut pas perdre de vue qu'une légère contamination (3% sur un échantillon "mort" d'après MÖRNER, 1971) pourrait donner la faible activité mesurée. Dans ce cas la Formation Cananéia pourrait être même plus ancienne et dater de l'épisode de 100000 ans. La seule chose dont on est certain, c'est que la Formation Cananéia n'est pas Holocène mais Pléistocène.

c) On trouve ensuite, stratigraphiquement au-dessus de la Formation Cananéia mais en position topographique inférieure, des sables marins littoraux qui ne dépassent pas 3 à 4 m d'altitude. Ces sables proviennent du remaniement de ceux de la Formation Cananéia et ont donc à peu près de la même composition. A la surface, on y voit très nettement des structures d'anciens cordons littoraux.

Dans les zones basses de la Formation Cananéia, se sont déposés, à des époques où le niveau de la mer était différent du niveau actuel, des sédiments argilo-sableux d'origine fluvio-lagunaire. En bordure des lagunes et des "rios" de la partie externe de la plaine quaternaire, se développent d'importantes mangroves.

Il est intéressant de noter que, dans l'île d'Iguape, près du village d'Icapara, on rencontre des vestiges d'une formation plus élevée que la Formation Cananéia. Il peut s'agir d'un témoin d'un épisode transgressif antérieur à celui qui a donné naissance à la Formation Cananéia. Malheureusement nous ne possédons pratiquement pas d'information à son sujet.

III. COURBE DES VARIATIONS RELATIVES DU NIVEAU MOYEN DE LA MER DEPUIS 6000 ANS

Il est bien entendu qu'il s'agit d'une courbe relative (Fig. 4) qui intègre toutes les causes de variations; aussi bien négatives que positives (eustatisme, tectonisme, etc.).

III.1 - Informations fournies par les formations géologiques. (Tab. 1).

Un certain nombre d'échantillons (bois ou coquilles) prélevés dans des dépôts marins ou lagunaires ont pu être datés au ^{14}C . Une étude de la nature et de la disposition des sédiments contenant les échantillons datés nous a permis de reconstruire la position du niveau de la mer au moment du dépôt et également de connaître le sens la variation.

a) *Échantillon A-93: 6500 ± 170 ans B.P.*
(Ba. 230)

Dans le sud de l'île Comprida, entre les "rios" Nóbrega et Boguaçu, en bordure de la "Mar de Cananéia", affleure sur la plage une ancienne mangrove recouverte par 1,5 m de sables marins ou lagunaires bioturbés. La base de l'ancienne mangrove se situe légèrement au-dessus du niveau de la marée basse (Fig.5).

Nous avons pu prélever à cet endroit un morceau d'un tronc d'arbre déposé à plat dans le sens de la sédimentation. Actuellement, nous constatons que la surface des dépôts de mangrove se situe à peu près au niveau moyen de la mer. Il est donc évident que ce tronc s'est déposé à une époque où le niveau moyen de la mer était légèrement inférieur au niveau actuel ($0,8 \pm 0,3\text{m}$). La formation de mangrove étant recouverte par des sables marins ou lagunaires, il est évident que nous trouvons à cette époque en phase transgressive.

Il est bon de noter que le tronc d'arbre n'étant pas en position de vie, son âge peut être légèrement plus ancien que celui du dépôt de la formation de mangrove. De plus, le dépôt de cette mangrove peut marquer une légère période de stationnement au cours de la transgression, ou pour le moins une période de ralentissement.

b) *Échantillon A-55: 6100 ± 130 ans B.P.*
(Ba. 226)

Près du village d'Ararapira (sud de l'île du Cardoso), en bordure du Rio Varadouro, affleure une ancienne mangrove déposée dans une zone érodée de la Formation Cananéia (Fig. 6). L'échantillon daté a été prélevé 0,2 m au-dessus du niveau de la marée haute actuelle. Pour les mêmes raisons que précédemment, nous pouvons admettre qu'au moment du dépôt de l'échantillon daté, le niveau moyen de la mer se situait $0,8 \pm 0,3$ m au-dessus du niveau moyen actuel.

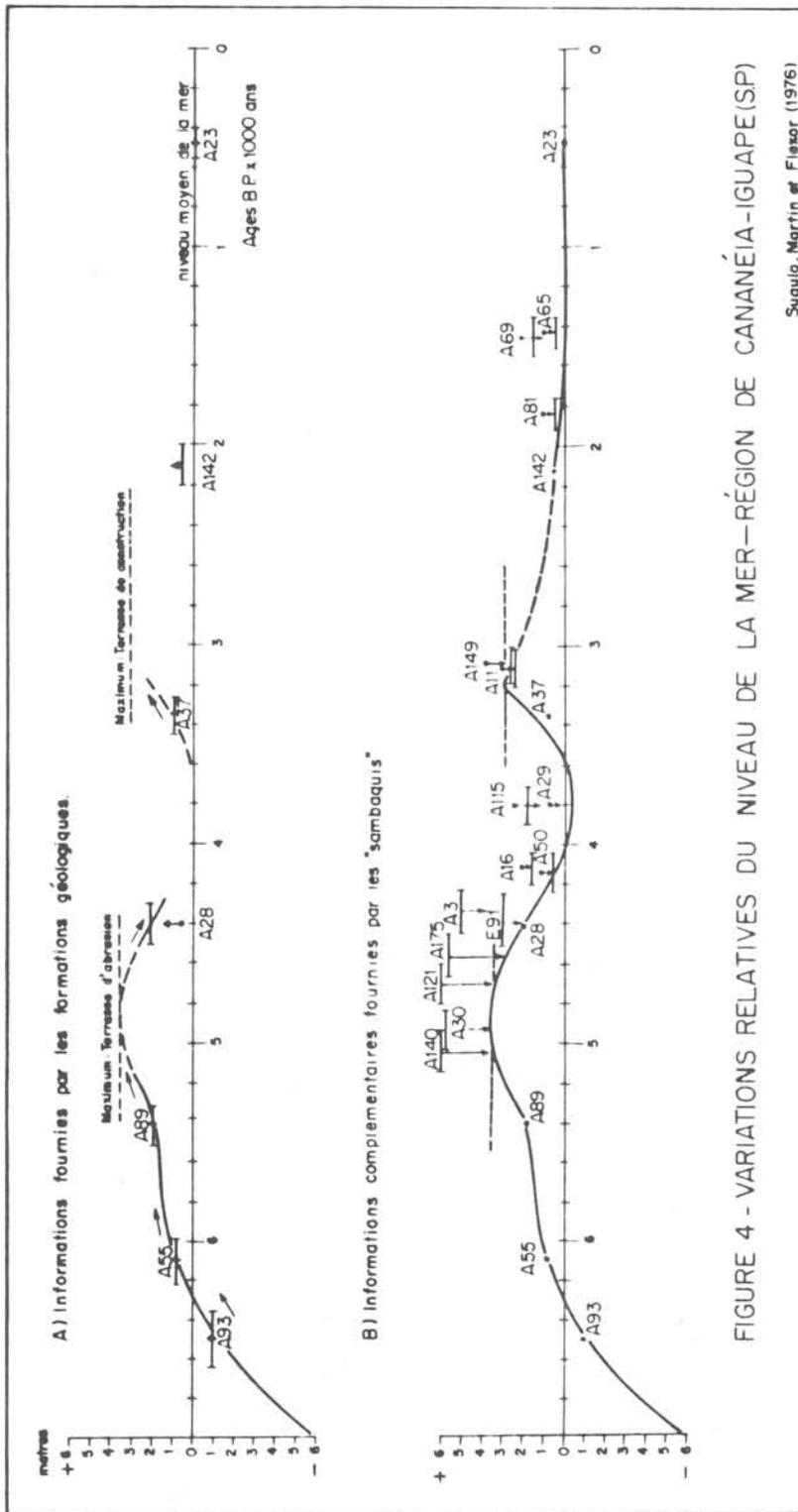


FIGURE 4 - VARIATIONS RELATIVES DU NIVEAU DE LA MER - RÉGION DE CANANÉIA-IGUAPE (SP)

Suguio, Martin et Fiesor (1976)

Tableau 1: Datations obtenues des formations géologiques

n° échant.	nature de éch.	âges B.P.	référence laboratoire	coordonnées
A- 93	Bois	6500 ± 170	Ba. 230	24°59,7'S 47°53,7'W
A- 55	Bois	6100 ± 130	Ba. 226	25°13,7'S 48°01,7'W
A- 89	Coquilles	5410 ± 120	Gif. 3444	25°00,0'S 47°53,8'W
A- 28	Bois	4400 ± 110	Gif. 3439	25°09,2'S 48°02,1'W
A- 37	Matière végétale	3370 ± 100	Gif. 3430	24°41,3'S 47°28,5'W
A-142	Bois	2120 ± 130	Ba. 232	24°36,2'S 47°41,8'W
A- 23	Bois	680 ± 90	Gif. 3438	25°01,8'S 47°55,0'W

NOTE: Signification des sigles utilisés dans la référence des laboratoires ayant effectué les datations - :
 Ba = Laboratório de Geofísica Nuclear - Universidade Federal da Bahia (Salvador).
 Gif = Laboratoire du Radiocarbène - Gif-sur-Yvette (France).

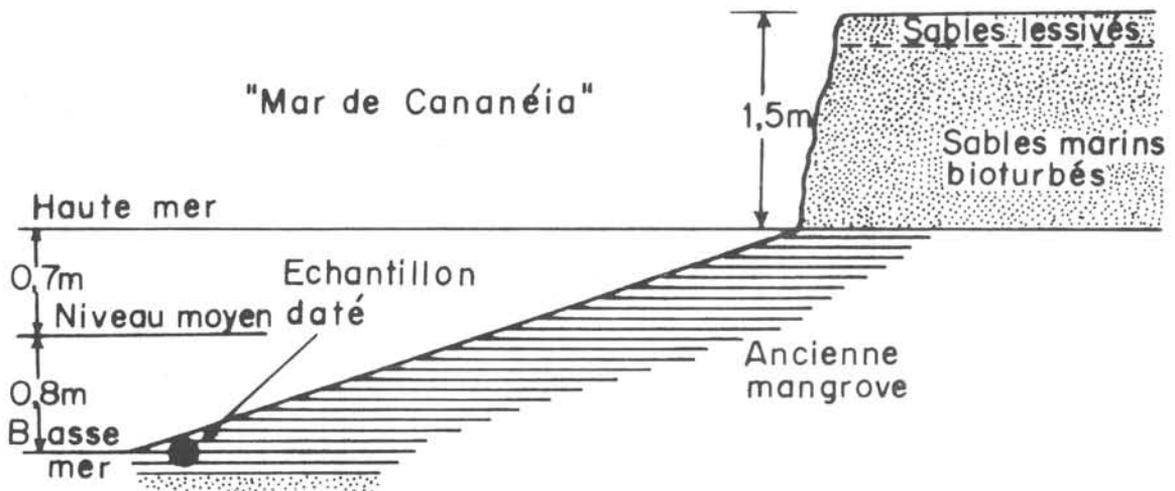


FIG. 5

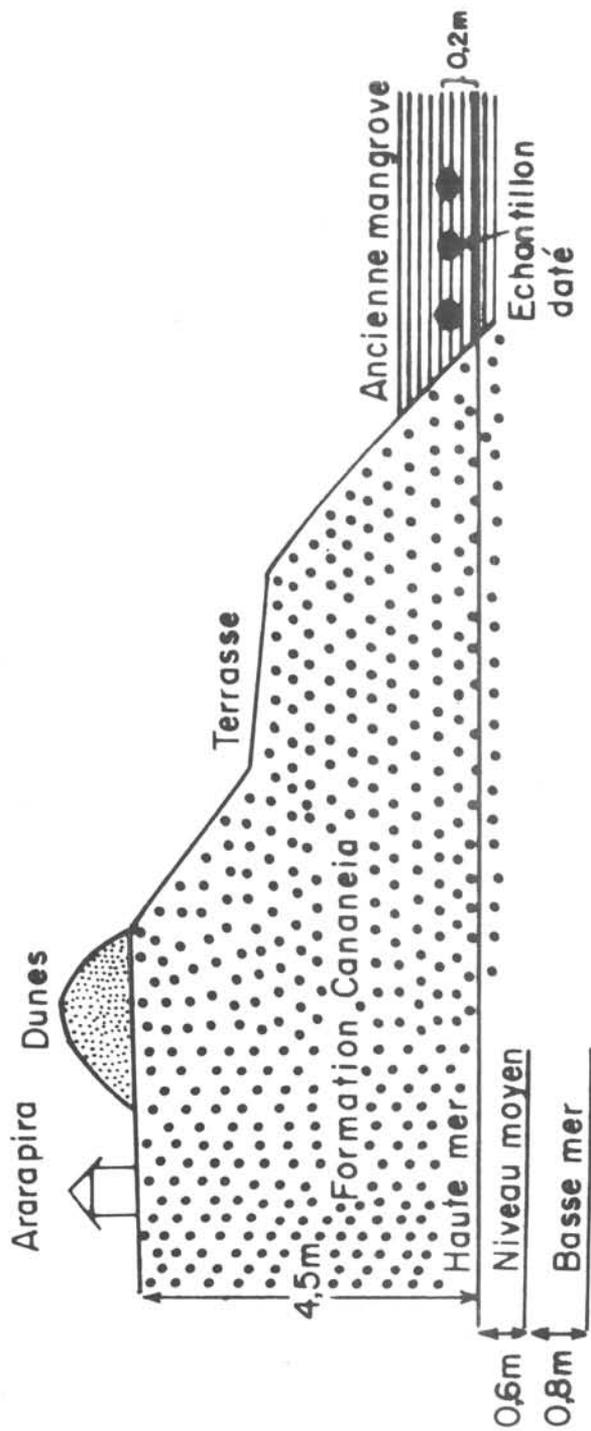


FIG. 6

c) Échantillon A-89: 5410 ± 120 ans B.P.
(Gif. 3444)

Dans le sud de l'île Comprida, entre les rios Nóbrega et Bogaçu, une légère érosion actuelle a entraîné la formation d'une petite falaise qui a mis à jour un banc de coquilles (Fig. 7). La base de cette couche de coquilles est située 0,4 m au-dessus du niveau de la marée haute actuelle. A la suite de l'érosion de cette partie de l'île, on constate qu'actuellement les coquilles remaniées du banc fossile se déposent dans le bas de plage près du niveau de la marée basse. On peut penser que les coquilles datées se sont accumulées dans une zone identique, les conditions dynamiques étant probablement les mêmes qu'actuellement. Il est donc probable qu'au moment de leur dépôt, le niveau de la mer était supérieur de $1,8 \pm 0,2$ m au niveau actuel. Vu la fraîcheur des coquilles, nous pensons que celles-ci n'ont pas subi de remaniement préalablement à leur dépôt. Cependant, il est possible qu'elles soient légèrement plus anciennes et que l'époque de formation du dépôt soit légèrement plus récent.

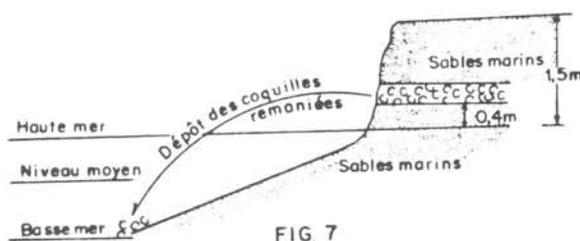


FIG 7

La couche des coquilles étant recouverte par une formation sableuse marine ou lagunaire, nous avons une indication que le niveau de la mer était en élévation. A cette époque nous sommes donc encore en phase transgressive.

d) Échantillon A-28 : 4400 ± 110 ans
(Gif. 3439)

En bordure du Canal d'Ararapira (séparant l'île du Cardoso du continent), affleure une

formation argileuse contenant des coquilles de *Lucina jamaicensis* en position de vie. Le sommet de cette formation se situe au niveau de la marée haute actuelle. Au-dessus se trouvent les restes d'un "sambaqui". Actuellement, il se produit une légère érosion qui entraîne une entaille de la couche argileuse et la destruction d'une partie du "sambaqui" (Fig. 8).

La présence, en position de vie, de coquilles de *Lucina jamaicensis* dont l'habitat sont les bancs argileux ou argilo-sableux des fonds de baies qui émergent à marée basse, indique qu'au moment du dépôt de la couche argileuse, le niveau de la mer était supérieur d'environ 1,5 m au niveau actuel. Le fait qu'au moins une partie du "sambaqui" soit située sur la formation argileuse à *Lucina jamaicensis* indique que celle-ci a été par la suite émergée et qu'à cette époque nous étions en période régressive. Il ne semble pas, d'après ce que l'on peut voir dans les environs immédiats du "sambaqui", que la formation à *Lucina* soit intercalée entre l'argile jaune et le sable, mais qu'au contraire elle s'appuie contre la formation sableuse. La chronologie des dépôts a probablement été la suivante:

— dépôt de l'argile jaune;

— dépôt de la formation sableuse. Celle-ci atteint une hauteur de 1,5 m au-dessus du niveau de la marée haute dans les environs immédiats du "sambaqui" mais atteint 3 m un peu plus à l'intérieur. Ces deux formations se sont déposées en période transgressive, le niveau de la mer ayant atteint un niveau supérieur d'au moins 3 m au niveau actuel.

— dépôt de la formation argileuse à *Lucina*. Celui-ci n'a pu se produire qu'après une baisse du niveau de la mer (habitat de *Lucina*). Ce fait confirme bien qu'à cette époque nous sommes en période régressive.

Nous avons vu que, vers 5400 ans B.P.,

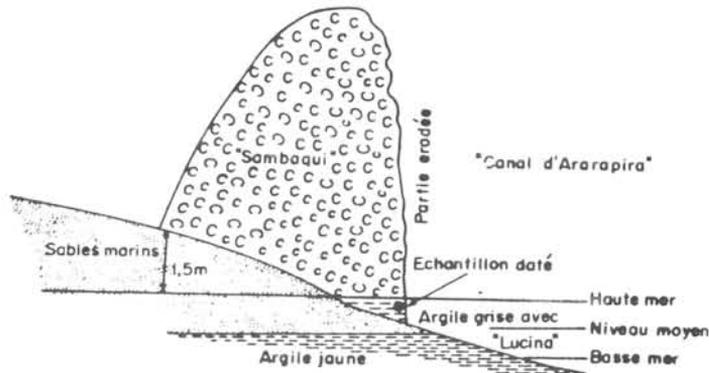


FIG. 8

nous étions en période transgressive et que, vers 4400 ans. B.P., nous étions en période régressive. Il est donc logique d'admettre, entre ces deux dates, l'existence d'un maximum au cours duquel le niveau moyen de la mer a été supérieur d'au moins 3 mètres au niveau actuel.

e) *Échantillon A-37: 3370 ± 100 ans B.P.*
(Gif. 3430)

Près de la Barra d'Icapara (ile d'Iguape), il existe une terrasse de construction marine qui s'appuie sur la Formation Cananéia (MARTIN et SUGUIO, 1975) Actuellement cette terrasse est érodée et il s'est formé une petite falaise. On peut y voir, 0,3 m au-dessus du niveau de la marée haute actuelle, une petite couche de débris végétaux intercalée dans les sables marins (Fig. 9). On peut supposer que ces débris se sont déposés sur le haut de plage, comme on en voit se déposer actuellement. Le dépôt de cette couche de débris correspond donc à une période où le niveau de la marée haute était légèrement supérieur au niveau actuel (0,3 ± 0,2 m).

Le fait que les débris végétaux soient recouverts par un sable marin indique qu'ils se sont déposés au cours d'une phase transgressive. Le niveau maximum atteint par cet épisode transgressif est d'environ 3 m. Cette

hauteur est indiquée par l'altitude de la terrasse de construction au pied de la Formation Cananéia.

Maintenant nous savons donc qu'entre 4400 ans B.P. (phase régressive) et 3400 ans B.P. (phase transgressive), le niveau moyen de la mer est passé par un minimum. Celui-ci a été suivi, après 3400 ans B.P., par un maximum au cours duquel le niveau moyen fut supérieur d'environ 3 m au niveau actuel.

f) *Échantillon A-142: 2120 ± 130 ans B.P.* (Ba. 232).

Sur les marges du Rio Ribeira d'Iguape, on rencontre, légèrement au-dessus du niveau atteint par la marée haute actuelle, une couche argileuse riche en tronc d'arbres. Il est évident, vu l'épaisseur et la permanence sur une longue distance de cette couche, qu'il ne s'agit pas d'un dépôt saisonnier d'inondation. Cette couche peut correspondre à une période où le niveau de base du Ribeira était plus haut que le niveau actuel, c'est à dire à une période où le niveau moyen de la mer était plus haut que le niveau actuel. Toutefois, cette information doit être utilisée avec la plus grande prudence.

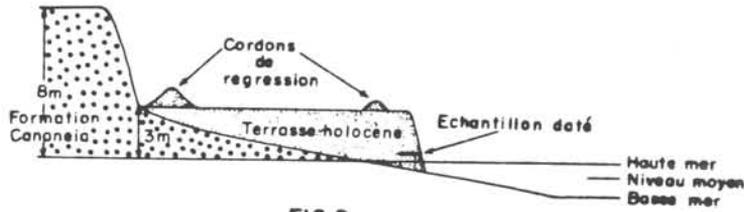


FIG. 9

g) *Échantillon A-23: 680 ± 90 ans B.P. (Gif. 3438).*

Dans le sud de l'île Comprida, on rencontre sur la plage actuelle, les restes d'une ancienne mangrove en voie d'érosion. Celle-ci indique un niveau moyen de la mer égal au niveau moyen actuel.

Les datations effectuées sur des échantillons prélevés dans des formations géologiques nous montrent (Fig. 4-A) que:

1 - Vers 6500 ans B.P., le niveau de la mer était légèrement inférieur au niveau moyen actuel et que la tendance était positive;

2 - Entre 5400 et 4400 ans B.P., le niveau moyen de la mer est passé par un maximum au cours duquel il a été supérieur d'au

moins 3 m au niveau actuel;

3 - Entre 4400 et 3400 ans B.P., le niveau est passé par un minimum;

4 - Un second maximum s'est produit après 3400 ans B.P. au cours duquel le niveau de la mer a été supérieur d'environ 3m au niveau actuel;

5 - Vers 2100 ans B.P., le niveau moyen de la mer devait être encore supérieur au niveau actuel;

6 - Vers 600 ans B.P., le niveau moyen devait être égal au niveau actuel.

Pour essayer de préciser la position de ces deux maxima et de ce minimum, nous allons utiliser des datations de "sambaquis".

III 2 - INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES FOURNIES PAR LES "SAMBAQUIS",

Tableau 2: Datations obtenues des coquilles des "sambaquis".

n ^o échant.	partie du samb. datée	âges B.P.	référence laboratoire	coordonées
A-140	Base	5040 ± 110 ans	Ba, 295	24°37,6'S 47°45,5'W
A- 30	Base	4920 ± 100	I. 9186	25°02,7 S 47°58,2'W

A-121	Près base	4750 ± 110	Gif. 3641	24930,0 S 47928,0 W
A-175	Près base	4560 ± 110	Gif. 3646	24927,8 S 47913,4 W
E- 91	Près base	4380 ± 160	SPC. 21	25900,0 S 47953,8 W
A- 3	Base	4340 ± 110 4250 ± 90	Gif. 3435 Ba. 302	25901,2 S 47955,5 W
A- 50	Base	4130 ± 100	Ba. 289	25901,5 S 48903,5 W
A- 16	Flanc	4120 ± 110 4120 ± 90	Gif. 3436 Ba. 303	24959,0 S 47953,0 W
A- 58	Base	3960 ± 90	Ba. 291	25912,0 S 47959,0 W
A-145	Flanc	3800 ± 90	Ba. 294	24951,5 S 47945,3 W
A-125	Flanc	3790 ± 110	Gif. 3642	24928,2 S 47920,6 W
A- 29	Base	3790 ± 110	Gif. 3437	25909,2 S 48902,1 W
A- 46	Flanc	3750 ± 90	Ba. 289	25901,5 S 48903,5 W
A- 25	Flanc	3250 ± 90	Ba. 286	25905,0 S 48901,0 W
A- 11	Base	3100 ± 80	Ba. 285	24958,6 S 47953,4 W
A-149	Base	3090 ± 110	Gif. 3645	24958,4 S 47951,7 W
A- 81	Base	1850 ± 100	Gif. 3643	25901,5 S 48902,2 W
A- 69	Base	1460 ± 90	Ba. 293	25900,7 S 48900,0 W
A- 65	Près base	1440 ± 90	Ba. 295	25904,0 S 48902,0 W

NOTE: Signification des sigles utilisés dans la référence des laboratoires ayant effectué les datations:
 Ba = Laboratório de Geofísica Nuclear - Universidade Federal da Bahia (Salvador).
 Gif = Laboratoire du Radiocarbone - Gif-sur-Yvette (France).
 I = Isotopes - United States.
 SPC = Laboratório de Radiocarbone Instituto de Geociências - Universidade de São Paulo.

Il paraît logique d'admettre que les anciens indiens qui ont construit les "sambaquis"

n'ont pas transporté très loin de leur lieu de récolte les mollusques dont les coquilles ont

servi à construire les "sambaquis". Notre raisonnement est en partie basé sur ce postulat.

Il est évident que les coquilles des "sambaquis" ne constituent pas le matériel idéal pour dater d'anciennes lignes de côte. En effet, le plus souvent, on ne connaît pas la relation qui a existé entre la base du "sambaqui" et le niveau moyen de la mer au moment de la construction. Toutefois, on est sûr qu'à l'époque de la construction, le niveau de la marée haute n'était pas supérieur à l'altitude de la base du "sambaqui". Il est également évident qu'une datation isolée non confrontée au contexte géographique ne pourra donner que de faibles indications. Par contre, toute une série de datations d'une même région, confrontée aux autres données connues, pourra apporter de précieuses informations. Il sera indispensable d'étudier les abords des "sambaquis" pour rechercher des témoins de la présence d'anciennes baies ou lagunes. Il sera également intéressant de connaître l'écologie des mollusques dont les coquilles sont dominantes dans les "sambaquis" et notamment connaître leur capacité à vivre dans des eaux plus ou moins salées. Par exemple les "berbigões" (*Anomalocardia brasiliana*) vivent dans des eaux pratiquement salées tandis que les huitres peuvent s'accommoder d'eaux pratiquement douces.

Dans la plaine quaternaire de Cananéia-Iguape, on peut remarquer qu'il existe plusieurs groupes de "sambaquis", si on les classe en fonction de la formation sur laquelle ils reposent.

III. 2.1 - "SAMBAQUIS" LOCALISÉS SUR LA FORMATION CANANÉIA

Les bases de ces "sambaquis" sont situées de 6 à 9 m au-dessus du niveau moyen actuel de la mer. Certains de ces "sambaquis" peuvent être situés en bordure des lagunes

actuelles, d'autres au contraire se trouvent très à l'intérieur des terres, dans des régions où actuellement ne vivent aucun des mollusques dont les coquilles forment les "sambaquis". Si le postulat que nous avons posé au départ (construction près du lieu de collecte) est vrai, on est obligé d'admettre un recul de la ligne de côte. Ce recul peut être la conséquence de deux phénomènes: (a) une forte sédimentation ou (b) une baisse du niveau de la mer. Or il se trouve que la sédimentation, par apports extérieurs, est très faible dans la région de Cananéia-Iguape. Il est donc logique d'admettre une baisse relative du niveau de la mer. Les sambaquis que l'on rencontre près des rios Pariquera-Açu, das Minas et Peroupava, à des distances allant de 20 à 40 km de la côte, ne peuvent s'expliquer que par un niveau marin supérieur au niveau actuel. Il est donc logique de penser que les âges de ces "sambaquis" encadrent celui d'un des maxima dont nous avons parlé plus haut.

Nous avons pu échantillonner deux de ces "sambaquis". Les coquilles de la base du premier (A-140), localisé près du Rio Pariquera-Açu à 25 km de la côte, ont été datées de 5040 ± 110 ans B.P. (Ba. 295). Les coquilles de la base du second (A-121), localisé près du Rio das Pedras à 20 km de la côte, ont été datées de 4750 ± 110 ans B.P. (Gif. 364). Malheureusement, les "sambaquis" décrits par KRÖNE (1914) près de la source du Rio Peroupava, à près de 40 km de la côte, n'ont pu être échantillonnées. Il est vraisemblable que leurs âges sont voisins de celui du maximum.

Un "sambaqui" (A-175) localisé sur un "morro" du cristallin près du Rio Comprido (région du Rio das Pedras) à environ 8 km de la côte actuelle, a été daté de 4560 ± 110 ans B.P. (Gif. 3646). Sa position géographique actuelle implique également un niveau de la mer supérieur au niveau actuel, mais étant donné que le "sambaqui" est plus près de la côte, ce niveau devait déjà être plus bas. On

peut donc penser que vers 4600 ans B.P., le niveau maximum avait déjà été dépassé. Le plus logique est de placer ce maximum entre 5040 et 4750 ans B.P. (âges des "sambaquis" des Rio das Pedras et Pariquera-Açu).

Nous avons vu plus haut que, dans le sud de l'île Comprida, la Formation Cananéia avait été arasée par un épisode transgressif. Il existe, dans cette partie de l'île, deux "sambaquis" situés à proximité de la zone drainée par le Rio Nóbrega. Les coquilles de la base de l'un deux (E-91) ont été datées de 4380 ± 160 ans B.P. (SPC.21). La position de ces "sambaquis" impliquent qu'ils aient été construits après le haut niveau qui a arasé le sud de l'île. Ce haut niveau ne peut donc correspondre qu'au maximum se situant entre 5040 et 4750 ans B.P. De plus, la terrasse d'abrasion ayant une altitude de 3 à 3,5 m, nous savons que lors du maximum, le niveau moyen de la mer était au moins supérieur de 3 à 3,5 m au niveau actuel.

D'autres "sambaquis", situés sur la Formation Cananéia, sont localisés près des lagunes actuelles. Leur construction n'implique donc pas forcément un niveau de la mer supérieur au niveau actuel. Cependant on remarque que la plupart de ces "sambaquis" sont situés en bordure de zones basses entaillées dans la Formation Cananéia. Il est évident que ces zones basses, aujourd'hui sans eau, formaient de petites baies lorsque le niveau de la mer était supérieur au niveau actuel. Il est logique de penser que les mollusques dont les coquilles forment les "sambaquis" ont été récoltés dans ces anciennes baies à une époque où le niveau de la mer pouvait être supérieur au niveau actuel de 1 à 3,5 m. Nous possédons deux datations de ces "sambaquis". La première a été effectuée sur des coquilles provenant de la base d'un "sambaqui" (A-30) situé en bordure de la paléobaie du Rio Batatal. Elle a indiqué un âge de 4920 ± 100 ans B.P. (I.9186) Cet âge correspond à peu près à celui du maximum. La

deuxième datation a été effectuée sur les coquilles de la base d'un reste de "sambaqui" (A-3) localisé entre la paléobaie située entre la cité de Cananéia et le Morro São João; elle a donné un âge de 4340 ± 110 ans B.P. (Gif. 3435). Ces deux datations se placent logiquement dans le schéma.

III. 2.2 - "SAMBAQUIS" SITUÉS SUR LES FORMATIONS HOLOCÈNES

Nous savons déjà que ces "sambaquis" n'ont pu être construits qu'après le maximum se situant entre 5040 et 4750 ans B.P.

Un de ces "sambaquis" (A-149) situé dans l'île Comprida, près du fond de la paléobaie du Rio Boguaçu, est particulièrement intéressant. En effet, il est localisé sur le premier cordon marin holocène qui s'appuie sur la Formation Cananéia. Actuellement la zone des cordons holocènes atteint environ 1,5 km de largeur. Ce "sambaqui" est composé de coquilles de mollusques récoltées dans la paléobaie du Rio Boguaçu mais on y rencontre également de très nombreux os de baleines. Ce dernier fait laisse supposer que l'océan était assez proche. Le "sambaqui" se trouvant sur le premier cordon marin holocène, on peut penser qu'il a été construit légèrement après un maximum marin. La datation des coquilles de la base donne un âge de 3090 ± 110 ans B.P. (Gif. 3645). Nous avons vu plus haut qu'il s'était produit après 3370 ans B.P. un maximum au cours duquel le niveau de la mer avait été supérieur de 3 m au niveau actuel. La datation de ce "sambaqui" nous permet de penser que ce maximum s'est situé légèrement avant 3090 ans B.P.

Dans la même région, à l'entrée du Rio Boguaçu, il existe un reste de "sambaqui" (A-11) dont la base repose sur une formation sableuse holocène située 2,5 m au-dessus du niveau de la marée haute actuelle. Les coquilles de la base ont été datées de 3100 ± 80 ans B.P.

(Ba. 285). A cette époque, il est évident que le niveau de la mer ne pouvait être supérieur de plus 2,5 m au niveau actuel. Ceci confirme bien que le maximum de 3 m qui s'est produit après 3400 ans B.P., s'est placé un peu avant 3100 ans B.P.

Nous savons donc qu'il s'est produit au moins deux maxima. Au cours du premier, situé entre 5040 et 4750 ans B.P., le niveau de la mer a atteint une hauteur supérieur d'au moins 3 à 3,5 m au niveau actuel. Au cours du second, situé légèrement avant 3100 ans B.P., le niveau de la mer a atteint une hauteur de 3 m au-dessus du niveau actuel (Fig. 4-B). Or un certain nombre de "sambaquis" ont leurs bases situées à des altitudes inférieures à 3 m. Il est donc évident qu'ils n'ont pu être construits qu'après l'un des ces maxima.

Nous avons vu plus haut qu'il existait le long du Canal d'Ararapira un "sambaqui" (A-29) dont la base se situe au niveau de la marée haute actuelle (Fig. 8). Des coquilles prélevées à ce niveau ont été datées de 3790 ± 100 ans B.P. (Gif. 3430). Ceci nous indique qu'à cette époque, le niveau moyen de la mer ne pouvait être supérieur au niveau actuel et que probablement il était légèrement inférieur. Un autre "sambaqui" (A-50) également localisé en bordure du Canal d'Ararapira, possède sa base 0,5 m au-dessus du niveau de la marée haute actuelle. Les coquilles datées ont indiqué un âge de 4130 ± 100 ans B.P. (Ba. 290). A cette époque, le niveau de la mer ne pouvait être que légèrement supérieur au niveau actuel. Au vu de ces deux datations, on peut penser que la période de bas niveau, comprise entre les deux maxima, s'est produite vers 3800 ans B.P. alors que le niveau de la mer était légèrement inférieur au niveau actuel (Fig. 4-B).

D'autres "sambaquis" (A-16, A-58 et A-115), dont les bases sont situées 1,5 m, 1,7 m et 2 m au-dessus du niveau de la marée

haute, ont des âges: A-16 = 4120 ± 110 ans B.P. (Gif. 3436); A-58 = 3960 ± 90 ans B.P. (Ba. 291) et A-115 = 3800 ± 90 ans B.P. (Ba. 291) et A-115 = 3800 ± 90 ans B.P. (Ba.294) qui se situent bien entre les deux maxima.

Enfin, trois autres "sambaquis" (A-81, A-65 et A-69), dont les bases sont situées 0,5m, 0,5 m et 1,6 m au-dessus du niveau de la marée haute actuelle ont été datés: A-81 de 1850 ± 110 ans B.P. (Gif. 3643); A-69 de 1460 ± 90 ans B.P. (Ba. 293) et A-65 de 1440 ± 90 ans B.P. (Ba. 295). Ceci nous montre que depuis 1850 ans B.P., le niveau de la mer a dû rester assez voisin du niveau actuel.

IV. CONCLUSION

Un certain nombre de datations au ^{14}C d'échantillons provenant de dépôts naturels et des données morphologiques nous ont permis d'avoir une idée des oscillations de niveau de la mer depuis 6000 ans. Les datations d'un certain nombre de "sambaquis" nous ont permis de préciser la position dans le temps de ces oscillations.

Ainsi, nous pouvons penser que dans la plaine quaternaire de Cananéia-Iguape, les variations relatives du niveau de la mer depuis 6000 ans ont été les suivantes. Vers 6200 ans B.P., le niveau moyen de la mer devait être voisin du niveau actuel. Vers 5000 ans B.P., le niveau moyen de la mer a atteint un maximum situé au moins 3 à 3,5 m au-dessus du niveau actuel. Vers 3800 ans B.P., le niveau moyen était probablement inférieur au niveau actuel. Vers 3200 ans B.P., il s'est produit un second maximum au cours duquel le niveau moyen de la mer était supérieur de 3 m au niveau moyen actuel. Enfin, après 1800 ans B.P., le niveau de la mer a dû être très proche du niveau actuel.

BIBLIOGRAPHIE

- BIGARELLA, J.J. e MOUSINHO, M.R. (1965) *Contribuição ao estudo da Formação Pariquera-Açu (Estado de São Paulo)* Bol. Paran. Geogr. n^o 16/17 : 17-41, Curitiba, PR.
- KRONE, R (1914) - *Informações ethnográficas do valle do Rio Ribeira de Iguape* - Bol. Comissão Geogr. Geol. do Estado de São Paulo.
- LÖFGREN, A (1893) - *Os sambaquis de São Paulo* - Bol. Comissão Geogr. e Geol. do Estado de São Paulo n^o 9.
- MARTIN, L. e SUGUIO, K. (1975) - *The State of São Paulo Coastal Marine Quaternary Geology - The ancient strandlines* - Intern. Symposium on the Quaternary, Julho 1975, Curitiba (no prelo).
- MARTIN, L. e SUGUIO, K. (1976) *Étude préliminaire du Quaternaire Marin: Comparaison du Littoral de São Paulo et de Salvador de Bahia (Brésil)* - Cahiers ORSTOM, Série Géologie, Vol. VIII, n^o1:33-47, France.
- MÖRNER, N.A. (1971) - *The position of the ocean level during the interstadial at about 30000 B.P. - A discussion for climatic point of view* Canadian J. Earth Science, 6(3/4) : 139-368.
- PETRI, S. e SUGUIO, K. (1973) - *Stratigraphy of the Iguape-Cananéia Lagoonal Region Sedimentary Deposits, São Paulo State (Brazil) - Part II : Heavy Minerals Studies, Microorganisms Inventories and Stratigraphy* - Bol. IG, Inst Geociências, USP, vol. 4 : 71-85, São Paulo.
- SUGUIO, K. e PETRI, S. (1973) - *Stratigraphy of the Iguape-Cananéia Lagoonal Region Sedimentary Deposits, São Paulo State (Brazil) - Part I : Field Observations and Grain Size Analysis* - Bol. IG, Inst. de Geociências, USP, vol. 4 : 1-20, São Paulo.
- SUGUIO, K. e MARTIN, L. (1975) - *Brazilian coastline quaternary formations. The State of São Paulo and Bahia littoral zone evolutive scheme* - International Symposium on Continental Margins of Atlantic Type, São Paulo. Anais Acad. Bras. Ciências. vol. 48 (suplemento): 325-334.
- SUGUIO, K. e MARTIN L. (1976) - *Presença de tubos fósseis de Callianassa nas formações quaternárias do litoral do Estado de São Paulo e sua utilização na reconstrução paleoambiental* - Bol. IG, Instituto de Geociências, USP. Vol.7: 17-26.