

**LES VARIATIONS DU NIVEAU DE LA MER
AU QUATERNAIRE RÉCENT DANS LE SUD
DE L'ÉTAT DE SÃO PAULO (BRÉSIL)**

**UTILISATIONS DES « SAMBAQUIS »
(KJOKKENMODINGS)
DANS LA DÉTERMINATION
DES ANCIENNES LIGNES
DE RIVAGE HOLOCÈNES**

PAR LOUIS MARTIN ET KENITIRO SUGUIO

RÉSUMÉ

Dans la plaine quaternaire d'Iguape-Cananéia (sud de l'état de São Paulo, Brésil), on rencontre des témoins indiscutables de niveaux marins holocènes supérieurs au niveau moyen actuel de la mer. Des datations sur des échantillons provenant de formations naturelles ont permis d'avoir une idée du sens des oscillations du niveau moyen de la mer depuis 6000 ans.

Des datations sur des coquilles de sambaquis (Kjokkenmodings), très nombreux dans cette région, nous ont permis de préciser la position des maxima et minima. Ainsi, il semblerait que le niveau moyen de la mer soit passé par deux maxima. Le premier se serait produit vers 5000 ans B.P. à une époque où le niveau moyen de la mer était supérieur de 3 à 3,5 m au niveau moyen actuel. Le second se serait produit vers 3200 ans B.P. à une époque où le niveau de la mer était supérieur de 3 m au niveau moyen actuel. Entre ces deux maxima, il y aurait eu un minimum vers 3800 ans B.P. au cours duquel le niveau de la mer aurait été légèrement inférieur au niveau actuel.

RESUMO

Na planície quaternária de Iguape-Cananéia (sul do Estado de São Paulo, Brasil) são encontrados testemunhos indiscutíveis de níveis marinhos holocênicos superiores ao atual nível médio do mar. Datações sobre amostras provenientes de formações naturais nos permitem ter uma idéia do sentido das oscilações do nível médio do mar nos últimos 6000 anos.

ORSTOM Fonds Documentaire

17 JULI 1995

N° : 41894 ca 1

Cote : B M

P 20

Datações sobre conchas de sambaquis (Kjokkenmodings), muito numerosos nesta região, permitem precisar as posições dos máximos e mínimos. Destarte, parece que nível médio do mar tenha passado por dois máximos. O primeiro teria ocorrido há cerca de 5000 anos B.P., quando o nível do mar estava 3 a 3,5 m superior ao nível médio atual. O segundo teria acontecido em torno de 3200 anos B.P., quando o nível do mar estava 3 m acima do nível médio atual. Entre estes máximos teria existido um nível mínimo a aproximadamente 3800 anos B.P., quando o nível do mar esteve ligeiramente inferior ao nível atual. Finalmente, a partir de 1800 anos B.P. o nível teria permanecido praticamente igual ao atual.

I. — GÉNÉRALITÉS SUR LE LITTORAL PAULISTE

Le littoral pauliste, de direction approximativement NE-SO, est limité par les 23^e et 25^e degrés de latitude sud et les 45^e et 48^e degrés de longitude ouest (Fig. 1). Il présente des caractéristiques morphologiques mixtes de côte d'émer-sion et de submersion. Dans la moitié nord, le socle antécambrien vient à peu près partout au contact de la mer à l'exception de petites plaines formées de dépôts marins quaternaires. Dans la moitié sud, se développe une série de plaines sédimentaires quaternaires séparées les unes des autres par des avancées du socle qui vient au contact de la mer. Il est intéressant de noter que la superficie des plaines quaternaires augmente assez régulièrement du nord vers le sud. Cette différenciation dans la sédimentation quaternaire peut s'expliquer par une différence dans la dynamique de la sédimentation mais également par une influence de la tectonique. La côte nord aurait dans ce cas une tendance à la submersion et la côte sud à l'émer-sion. Dans cette optique, nous avons récemment proposé un modèle d'évolution (Suguió et Martin, 1975).

Dans la moitié sud du littoral, là où les plaines quaternaires sont le plus développées (Santos, Itanhaem et Iguape), il existe de très nombreux « sambaquis » qui sont des amas coquilliers artificiels pouvant atteindre de très grandes tailles (Villa-Nova : 307 mètres de longueur, 60-75 mètres de largeur et 6 mètres de hauteur, Löfgren, 1893).

Nous allons étudier plus spécialement la plaine quaternaire de Cananéia-Iguape où l'on rencontre le plus grand nombre de « sambaquis ».

II. — LA PLAINE SÉDIMENTAIRE QUATERNAIRE DE CANANÉIA-IGUAPE

La plaine quaternaire de Cananéia-Iguape forme un vaste croissant de plus de 130 kilomètres de longueur sur 40 de largeur, limité au nord-est et au sud-ouest par des avancées du socle (Fig. 2). Son altitude varie de 0 à 9-10 mètres. On rencontre toutefois, isolés au milieu des sédiments, des pointements du cristallin. La partie la plus externe est drainée par un système de lagunes et de cours d'eau qui sont de véritables chenaux de marée.

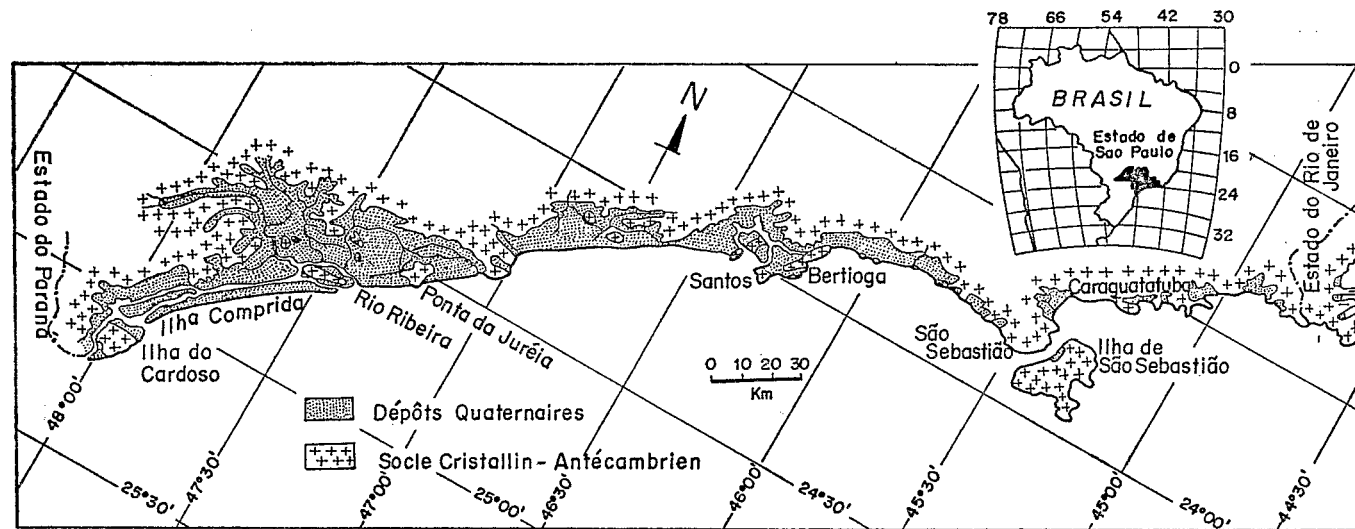


FIG. 1. — Les formations quaternaires du littoral de l'état de São Paulo (Brésil).

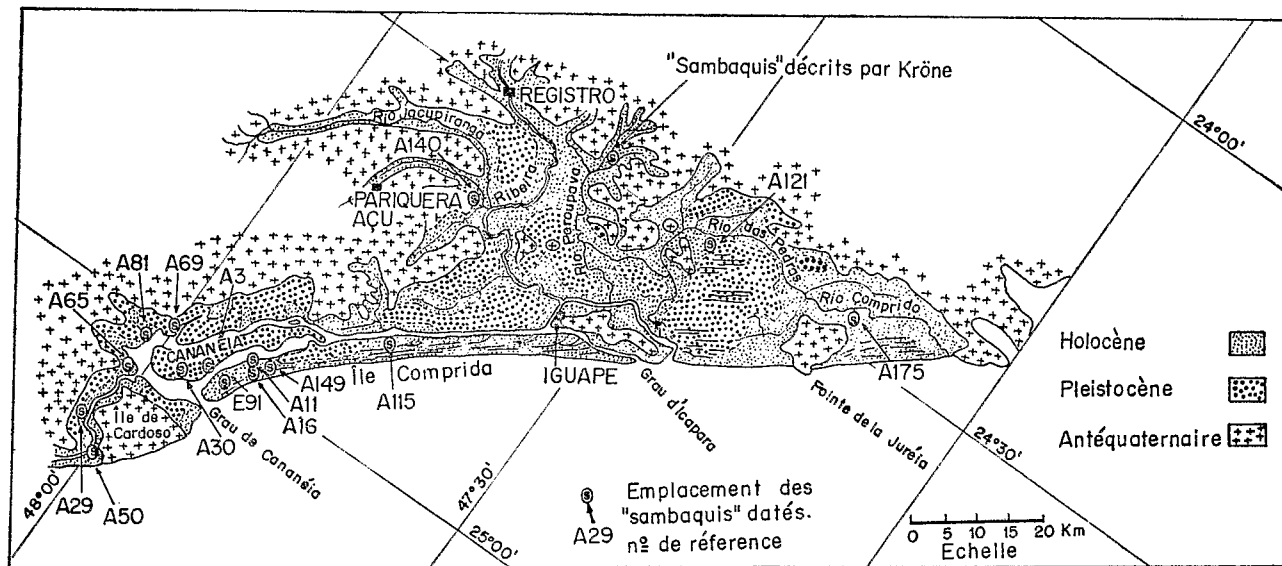


FIG. 2. — Plaine quaternaire d'Iguape-Cananéia. Emplacement des « sambaquis ».

Une cartographie de détail et des datations au ^{14}C ont permis d'identifier un certain nombre de formations (Martin et Suguio, 1975) :

- à la base, au contact du cristallin, se trouve une formation continentale à galets qui a reçu le nom de Formation Pariquera-Açu (Bigarella et Mousinho, 1965) et qui est probablement d'âge Pliocène.
- 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 5-6 mètres dans les zones externes (près de la mer) à 9-10 mètres dans les zones internes (près du cristallin). 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. Dans la formation sableuse, on trouve de nombreux terriers fossilisés de *Callianassas* qui indiquent 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 de *Callianassas* s'élève. Nous pouvons donc penser que nous sommes en période de transgression car ces crustacés ont dû se déplacer vers l'intérieur au fur et à mesure que le niveau s'élevait, afin de conserver les mêmes conditions de vie. Vers le sommet de la formation sableuse, on rencontre des témoins (couches argileuses avec fentes de retrait fossilisées) d'émersion et d'oscillation du niveau de la mer. Au sommet de la Formation, il existe encore des traces de cordons 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 \pm ou $-$ 2000 ans B.P. (Ba. 227). La première indication de cette datation est que la Formation Cananéia n'est pas Holocène. Cependant on n'est pas sûr qu'elle date de l'épisode transgressif de 30000 ans car une légère contamination de l'échantillon pourrait donner la faible activité mesurée et dans ce cas la Formation Cananéia pourrait dater de l'épisode de 100 000 ans.
- nous trouvons ensuite, stratigraphiquement au-dessus de la Formation Cananéia mais en position topographique inférieure, des sables marins littoraux qui ne dépassent pas 3 à 4 mètres d'altitude. Ces sables provenant du remaniement de la Formation Cananéia ont naturellement la même composition que celle-ci. On voit très nettement à la surface de ces sables, des structures d'anciens cordons. Dans les zones basses de la Formation Cananéia, se sont déposés des sédiments argilo-sableux d'origine soit fluviale soit lagunaire. En bordure des lagunes et des « rios » qui drainent la plaine quaternaire, se sont développées d'importantes mangroves.

III. — ÉBAUCHE D'UNE COURBE DES VARIATIONS RELATIVES DU NIVEAU DE LA MER DEPUIS 6000 ANS

Il est bien entendu qu'il s'agit d'une courbe relative qui intègre toutes les causes de variations (eustatisme, tectonisme, etc...).

Un certain nombre de datations sur des échantillons de formations naturelles

et un certain nombre de caractéristiques morphologiques (Martin et Suguio, 1976) montrent (Fig. 3-A) que :

1. vers 6200 ans B.P., le niveau moyen de la mer était à peu près égal au niveau actuel et le sens de la variation était positif ;
2. Vers 5400 ans B.P., le niveau moyen était supérieur d'environ 2 m au niveau actuel et le sens de la variation était encore positif ;
3. vers 4400 ans B.P., le niveau était encore supérieur d'environ 2 m au niveau actuel mais le sens de la variation était négatif. Le niveau de la mer est donc passé par un maximum entre 5400 et 4400 ans B.P. ;
4. vers 3400 ans B.P., le niveau de la mer était légèrement supérieur au niveau actuel et le sens de la variation était positif. Entre 4400 et 3400 ans B.P. Le niveau moyen de la mer est donc passé par un minimum ;
5. après 3400 ans B.P., le niveau de la mer est passé par un second maximum se situant 3 mètres au-dessus du niveau moyen actuel.

Nous savons donc que depuis 6200 ans B.P., le niveau moyen de la mer est passé par deux maxima. Le premier s'est situé entre 5400 et 4400 ans B.P. et le second après 3400 ans B.P. Entre ces deux maxima il s'est produit un minimum qui s'est situé entre 4400 et 3400 ans B.P. (Fig. 3-A).

Pour essayer de préciser la position de ces maxima, nous allons utiliser les datations des « sambaquis » que l'on rencontre disséminés dans la plaine quaternaire.

IV. — UTILISATION DES SAMBAQUIS DANS LA CONSTRUCTION DES COURBES DE VARIATIONS RELATIVES DU NIVEAU MOYEN DE LA MER

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 sa 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, confrontées 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 de connaître leur capacité à vivre dans des eaux plus ou moins salées. Par exemple les « berbigões » (*Anomalocardia brasiliiana*) vivent dans des eaux pratiquement salées tandis que les huîtres 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 (Fig. 2).

A. — « 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, 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 Pedras et Peroupava à des distances allant de 20 à 40 kilomètres 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 kilomètres de la côte, ont été datées de 5040 + ou — 110 ans B.P. (Ba. 295). Les coquilles de la base du second (A-121), localisé près du « rio » das Pedras à 20 kilomètres de la côte, ont été datées de 4750 + ou — 110 ans B.P. (Gif. 3641). Malheureusement, les sambaquis décrits par Krone (1914) près de la source du « rio » Peroupava, à près de 40 kilomètres de la côte, n'ont pu être échantillonnés. Il est vraisemblable que leurs âges sont voisins de celui du maximum.

Un « sambaqui » (A-175) localisé sur une colline du cristallin près du « rio » Comprido (région du « rio » das Pedras) à environ 8 kilomètres de la côte actuelle, a été daté de 4560 + ou — 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 « rios » das Pedras et Pariquera-Açu).

Dans le sud de l'île Comprida, la Formation Cananéia a été arasée par un épisode transgressif correspondant à un des maxima dont nous avons parlé plus haut. On trouve dans cette région deux « sambaquis » à proximité de la zone drainée par le « rio » Nóbrega. Les coquilles de la base de l'un d'eux (E-91)

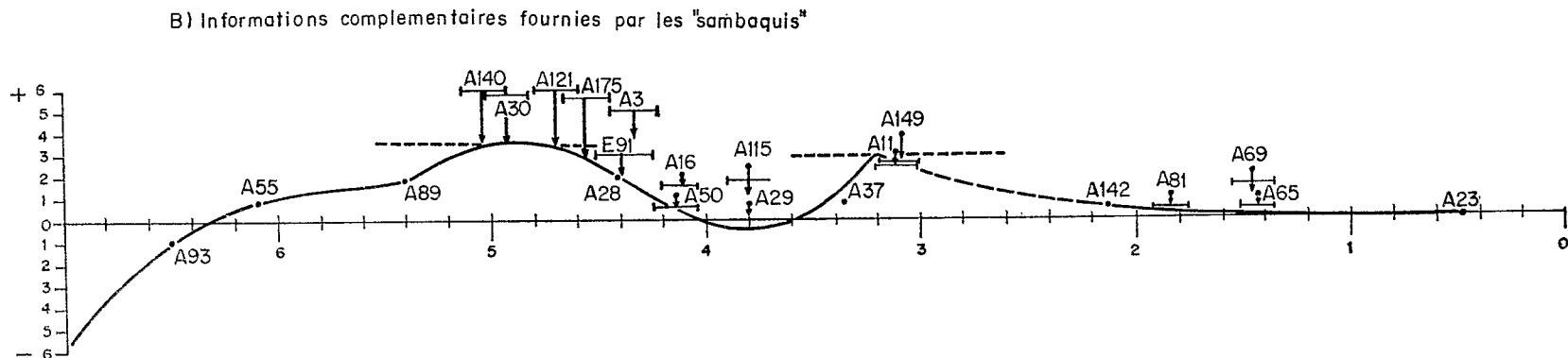
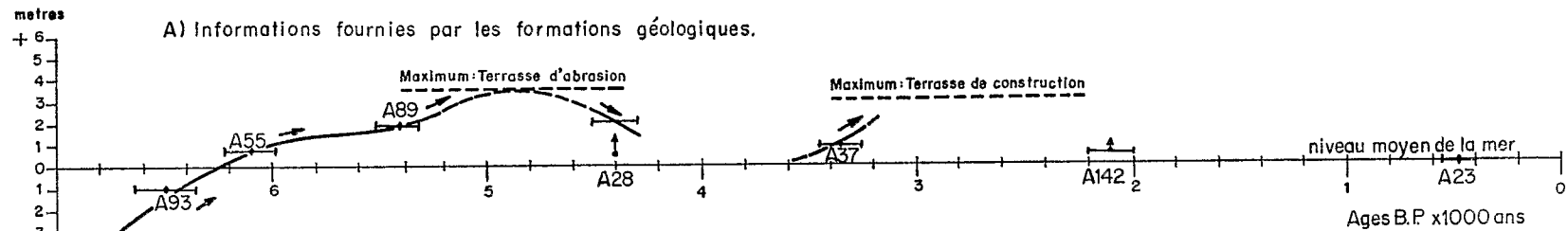


FIG. 3. — Variations relatives du niveau de la mer (région de Cananéia-Iguape).

ont été datées de 4380 + ou — 160 ans B.P. (SPC-21). La position de ces « sambaquis » implique qu'ils aient été construits après le haut niveau qui a arasé le sud de l'île Comprida. Ce haut niveau ne peut être que celui correspondant 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 mètres, nous savons que, lors du maximum, le niveau moyen de la mer était au moins supérieur de 3 à 3,5 mètres 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 mètres. Nous possédons deux datations de ces « sambaquis ». La première (A-30) a été effectuée sur les coquilles provenant de la base d'un « sambaqui » situé en bordure de la paléobaie du « rio » Batatal et a indiqué un âge de 4920 + ou — 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 + ou — 110 ans B.P. (Gif. 3435). Ces datations se placent logiquement dans le schéma.

B. — « SAMBAQUIS » LOCALISÉS 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 » Bogaçu 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 kilomètres de largeur. Ce « sambaqui » est composé de coquilles de mollusques récoltés dans la paléobaie du « rio » Bogaçu 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 + ou — 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 mètres au niveau actuel. La datation de ce « sambaqui » nous permet de penser que ce maximum s'est produit légèrement avant 3090 ans B.P.

Dans la même région, à l'entrée du « rio » Bogaçu, il existe un reste de « sambaqui » (A-11) dont la base repose sur une formation sableuse Holocène située 2,5 mètres au-dessus du niveau de la marée haute actuelle. Les coquilles de la

base ont été datées de 3100 + ou — 80 ans B.P. (Ba. 285). A cette époque il est évident que le niveau de la mer ne pouvait être supérieur de plus de 2,5 mètres au niveau actuel. Ceci confirme bien que le maximum de 3 mètres 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 qui s'est situé entre 5040 et 4750 ans B.P., le niveau de la mer a atteint une hauteur supérieure d'au moins 3 à 3,5 mètres au niveau actuel. Au cours du second qui s'est situé légèrement avant 3100 ans B.P., le niveau de la mer atteint une hauteur de 3 mètres au-dessus du niveau actuel (Fig. 3-B). Or un certain nombre de « sambaquis » ont leurs bases situées à des altitudes inférieures à 3 mètres. Il est donc évident qu'ils n'ont pu être construits qu'après l'un de ces maxima.

Le long du Canal d'Ararapira (séparant l'île du Cardoso du Continent), on rencontre un « sambaqui » (A-29) dont la base est située au niveau de la marée haute actuelle. Des coquilles prélevées à ce niveau ont été datées de 3790 + ou — 100 ans B.P. (Gif. 3430). Ceci nous indique qu'à cette époque le niveau de la mer ne pouvait être supérieur au niveau actuel et que probablement il était légèrement inférieur. Un autre « sambaqui » (A-50) également en bordure du canal d'Ararapira, possède sa base 0,5 mètre au-dessus du niveau de la marée haute actuelle. Les coquilles datées ont indiqué un âge de 4130 + ou — 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. 3-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, de 4120 + ou — 110 ans B.P. (Gif. 3436), A-58, de 3960 + ou — 90 ans B.P. (Ba. 291), et A-115 de 3800 + ou — 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 0,5 m, 0,5 m et 1,6 m au-dessus du niveau de la marée haute actuelle ont été datés A-81 de 1850 + ou — 110 ans B.P. (Gif. 3643), A-65 de 1440 + ou — 90 ans B.P. (Ba. 295) et A-69 de 1460 + ou — 90 ans B.P. (Ba. 293). Ceci nous montre que depuis 1850 ans B.P., le niveau moyen de la mer a dû rester assez proche du niveau actuel.

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 du 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 de la mer devrait être égal au niveau actuel ; vers 5000 ans B.P., le niveau de la mer a atteint un maximum situé au moins 3 à 3,5 mètres au-dessus du niveau actuel ; vers 3800 ans B.P., le niveau moyen de la mer était probablement légèrement inférieur au niveau actuel ; vers 3200 ans B.P. s'est produit un second maximum au cours duquel le niveau de la mer était supérieur de 3 mètres au niveau moyen actuel. Enfin après 1800 ans B.P., le niveau de la mer a dû être très proche du niveau actuel.

REMERCIEMENTS

Ce travail fait partie d'une étude générale du Quaternaire du littoral de l'État de São Paulo, étude financée par la « Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo ». Les auteurs remercient cette institution pour l'aide financière qu'elle leur a apportée.

BIBLIOGRAPHIE

- BIGARELLA, J. J., M. R. MOUSINHO, 1965. Contribuição ao estudo da formação Pariquera-Açu (Estado de São Paulo — *Bol. Paran. Geogr.*, n° 16/17 : 17-41.
- KRÖNE, R., 1914. Informações etnográficas do valle do rio Ribeira de Iguape. *Comissão Geogr. e Geol. do Estado de São Paulo*.
- LÖFGREN, A., 1893. Os sambaquis de São Paulo. *Bol. da Comissão Geogr. e Geol. do Estado de São Paulo*, n° 9.
- MARTIN, L., K. SUGUIO, 1975. The state of São Paulo Coastal Marine Quaternary geology. The Ancient Shorelines. *International Symposium on the Quaternary, Curitiba*, juillet, 1975 (sous presse).
- MARTIN, L., K. SUGUIO, 1976. Premiers résultats de l'étude du Quaternaire marin du littoral de l'état de São Paulo (Brésil). Schéma de l'évolution structurale de la zone littorale comparée à celle de Salvador de Bahia. *Cahiers ORSTOM, série géologie* (à paraître).
- PETRI, S., K. SUGUIO, 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., Instituto de Geociências, USP*, vol. 4, pp. 71-85, São Paulo.
- SUGUIO, K., S. PETRI, 1973. Stratigraphy of the Iguape-Cananéia Lagoonal Region Sedimentary Deposits, São Paulo State (Brazil). Part I : Field Observations and Grain Size Analysis. *Bol. IG. Instituto de Geociências USP*, Vol. 4, pp. 1-20, São Paulo.
- SUGUIO, K., L. MARTIN, 1975. Brazilian coastline quaternary formations. The states of São Paulo and Bahia Littoral Zone Evolutive Scheme. *International Symposium on Continental Margins of Atlantic Type, São Paulo*, octobre 1975 (sous presse).
- SUGUIO, K., L. MARTIN, 1976. Presença de tubos fósseis de Callianassa nas formações quaternárias do litoral do Estado de São Paulo e sua utilização na reconstrução de paleoambiente. *Bol. IG. Instituto de Geociências USP*, São Paulo (sous presse).

ACTES
DU
XLII^e CONGRÈS INTERNATIONAL
DES AMÉRICANISTES

Congrès du Centenaire

Paris, 2-9 Septembre 1976

VOLUME IX-A

EXTRAIT

Publié avec le concours de la Fondation Singer-Polignac

