

## LE QUATERNAIRE MARIN BRÉSILIEN (LITTORAL PAULISTE, SUD FLUMINENSE ET BAHIANAIS)

Louis MARTIN\*, Kenitiro SUGUIO\*\*, Jean-Marie FLEXOR\*\*\*,  
Abilio BITTENCOURT\*\*\*\*, Geraldo VILAS-BOAS\*\*\*\*

\* *Mission O.R.S.T.O.M. Instituto de Física, Universidade Federal da Bahia. 40.000 Salvador (Brésil).*

\*\* *Instituto de Geociências, Universidade Federal de São Paulo Cidade Universitária. São Paulo (Brésil).*

\*\*\* *Instituto de Física, Universidade Federal da Bahia. 40.000 Salvador (Brésil).*

\*\*\*\* *Programa de Pesquisa e Pós-Graduação em Geofísica e Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia. 40.000 Salvador (Brésil).*

### RÉSUMÉ

*Il existe, le long du littoral des états de Bahia et São-Paulo, des témoins indiscutables des deux dernières grandes transgressions. Dans la partie sud du littoral de l'état de Rio de Janeiro, on connaît seulement des témoins de la dernière transgression. L'époque du maximum de l'avant-dernière transgression qui a atteint une côte de +8 à +10 m, n'est pas encore connue avec précision, mais des coraux, en cours de datation par la méthode de U/Th, devraient nous permettre de la préciser. On ne note pas de décalage entre le sommet des terrasses de l'avant-dernière transgression du sud de l'état de São-Paulo et celles de l'état de Bahia. La partie terminale de la dernière transgression est bien connue grâce à de nombreuses datations au 14C. A partir de ces données, on a pu construire plusieurs courbes de variation du niveau relatif de la mer sur plusieurs secteurs du littoral. Ces courbes montrent des oscillations et des décalages entre elles qui sont trop constants pour être fortuits. Des variations de la surface du géoïde, au cours de l'Holocène, semblent être la meilleure explication de ces oscillations et décalages. Sur cette partie du littoral brésilien, les variations du niveau relatif de la mer ont été le facteur principal de la sédimentation littorale.*

MOTS-CLÉS : Brésil. Quaternaire. Variations du niveau marin. Coraux. Géochronologie. Sédimentation littorale.

### ABSTRACT

THE BRAZILIAN MARINE QUATERNARY (THE COASTLINES OF THE STATES OF SÃO PAULO, RIO DE JANEIRO AND BAHIA)

*Along the coastline of the states of Bahia and São Paulo, there are some geological records which without any doubt result from the two last major transgressions. In the Southern coastline of the state of Rio de Janeiro, there are only some geological records from the last transgression. The age of the last but one transgression which reached a peak of +8 to +10 m is not still well known. But the dating of corals through U/Th method should give some precise details about it. No displacement is observed between the top of the terraces from the last but one transgression in the Southern part of the São Paulo state and those of the Bahia state. Numerous 14C datings made it possible to know precisely the end portion of the last transgression. From these data, it was possible to draw several variation curves about the relative sea level in several coastal areas. Those curves show fluctuations and displacements between each other which are too constant to be of a casual type. The best explanation for these fluctuations and displacements seems to lie in the variations of the geoid surface which occurred during Holocene. On this part of the Brazilian coastline, the variations in the relative sea level were the main factor in the coastal sedimentation.*

KEY WORDS: Brazil. Quaternary. Variations of relative sea level. Corals. Geochronology. Coastal sedimentation.

## RESUMO

Existem os longo do litoral dos estados da Bahia e de São Paulo, testemunhos indiscutíveis das duas últimas grandes transgressões. Na parte sul do litoral do estado do Rio de Janeiro, são conhecidos apenas testemunhos da última transgressão. A época do máximo da penúltima transgressão que atingiu uma cota de +8 a +10 m não é ainda conhecida com precisão, mas as datações de corais, pelo método do U/Th que estão em curso, poderão fornecer uma idade mais precisa. Não se observa diferenças de altitude entre os topos dos terraços da penúltima transgressão situados no sul do estado de São Paulo e no estado da Bahia. A parte terminal da última transgressão é bem conhecida graças a numerosas datações com o I<sup>4</sup>C. A partir desses dados, foi possível construir diversas curvas de variação do nível relativo do mar, em diferentes setores do litoral. Essas curvas mostram oscilações e defasagens entre elas que são muito constantes para serem fortuitas. As variações da superfície do geoide, durante o Holoceno, parecem ser a melhor explicação para essas oscilações e defasagens. Nesta parte do litoral brasileiro, as variações do nível relativo do mar foram o fator principal da sedimentação litoral.

## AVANT-PROPOS

Depuis 1974, des recherches sur le Quaternaire marin brésilien sont menées par L. MARTIN dans le cadre de conventions passées entre l'O.R.S.T.O.M. et les universités de São Paulo et Salvador. Ces recherches ont d'abord été effectuées sur le littoral pauliste et sud fluminense (fig. 1) en collaboration avec le Professeur K. SUGUIO de l'université de São Paulo et le Professeur J.-M. FLEXOR de l'université de Bahia qui s'est chargé des datations au I<sup>4</sup>C et des problèmes de géochimie isotopiques. Elles se sont poursuivies sur le littoral de l'état de Bahia (fig. 1) en collaboration avec les Professeurs A. G. S. BITTENCOURT et G. S. VILAS-BOAS de l'université de Bahia, le Professeur FLEXOR continuant à se charger des datations.

## CARACTÉRISTIQUES DU LITTORAL PAULISTE ET SUD-FLUMINENSE

La région considérée, de direction approximativement NE-SO, est comprise entre 23° et 25° de latitude sud et 43° 30' et 48° de longitude ouest. Ceci représente (en ligne droite) un secteur d'environ 600 km du littoral brésilien (fig. 4).

## Schéma structural (fig. 2)

Toute cette région, à l'exception des petits bassins sédimentaires cénozoïques et des plaines littorales quaternaires, est composée de roches métamorphiques précambriennes pénétrées par des granites dont les âges remontent jusqu'à l'Ordovicien. Dans cette partie du littoral brésilien, la marge continentale est caractérisée par :

a. La présence du bassin sédimentaire de Santos qui est une dépression tectonique méso-cénozoïque remplie par des coulées de basaltes et des dépôts sédimentaires. Le bassin est limité, vers le continent, par la faille de Santos qui a un rejet de 3 000 m dans la région de Santos et qui passe graduellement, vers le sud, à une grande flexure faillée. L'épaisseur maximum des sédiments au-dessus du soubassement semble être d'environ 8 000 m.

b. La présence du plateau atlantique brésilien du sud-est qui est un escarpement de 900 à 2 000 m de hauteur s'étendant sur 1 200 km et formant la Serra do Mar. Des études de sismique ont montré que le socle cristallin s'étendait sur le plateau continental avec une inclinaison en direction de la faille de Santos. La surface cristalline représente probablement la surface d'érosion de la Serra do Mar primitive depuis son origine en bordure de la faille de Santos jusqu'à sa position actuelle.

La marge continentale brésilienne sud-atlantique a subi un certain nombre de réactivations après la séparation de l'Afrique et de l'Amérique du Sud

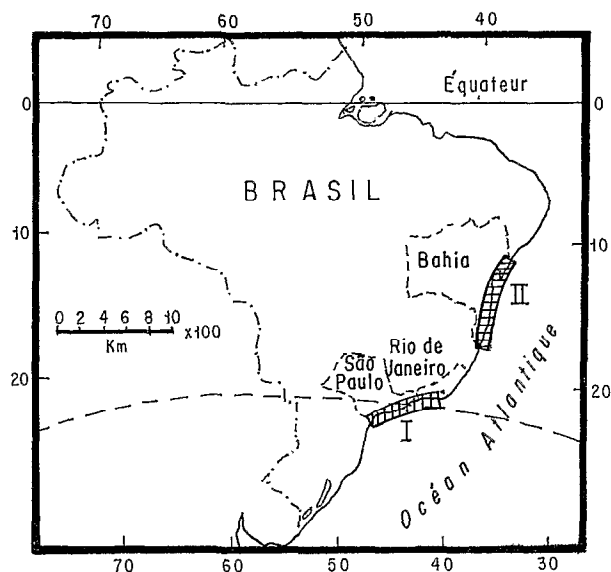


Fig. 1. — Carte de situation.

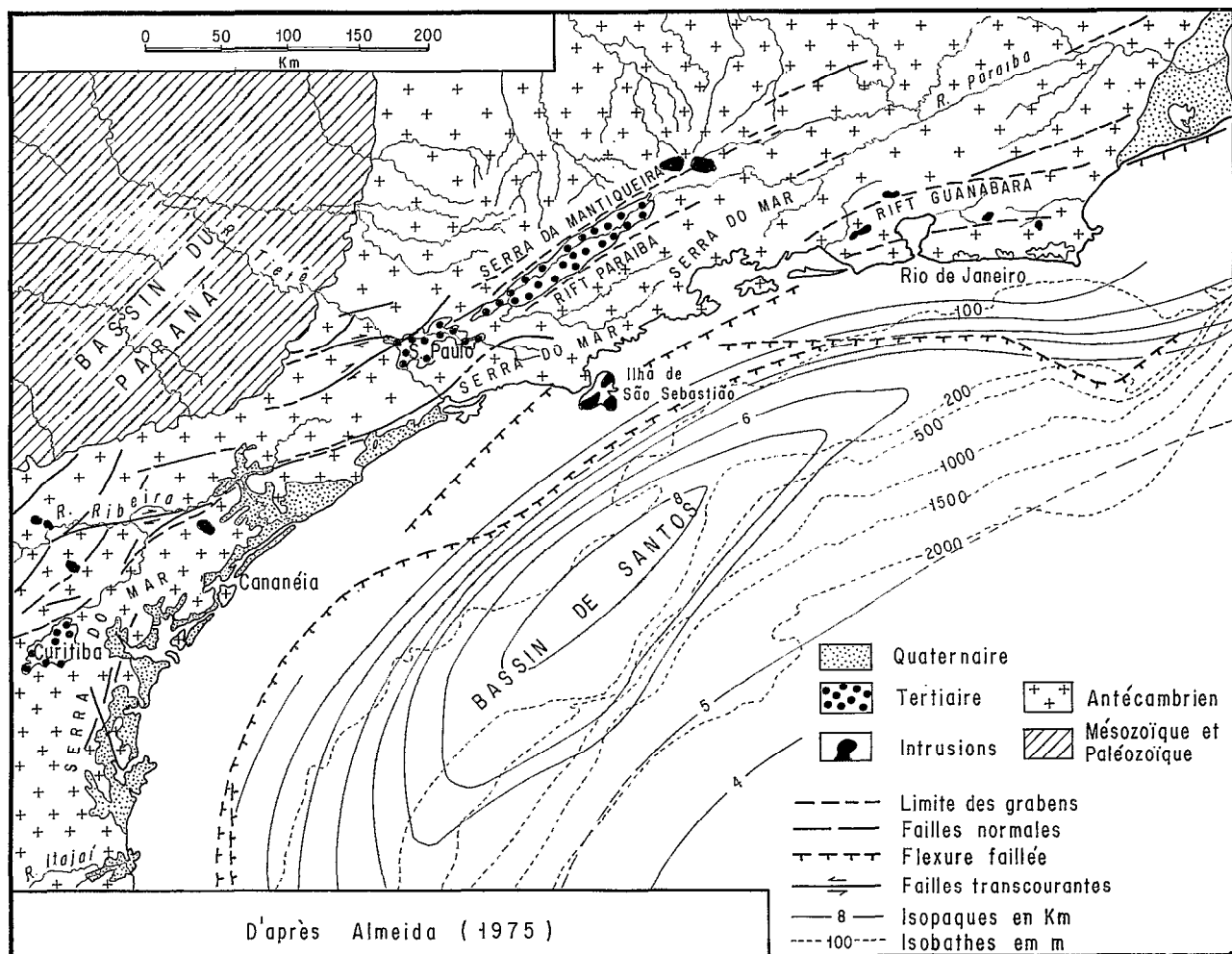


Fig. 2. — Schéma structural de la marge continentale sud-est du Brésil.

(fig. 3). Ces réactivations se sont traduites, sur le continent, par plusieurs événements tels que le soulèvement de la Serra do Mar et la formation des grabens du Paraíba et de Guanabara et, en mer, par la subsidence du bassin de Santos. Il semble que ce mécanisme se soit poursuivi au Quaternaire. En effet, des failles bordières du Graben du Paraíba recoupent des sédiments quaternaires (SUGURO, 1969). De plus, dans cette région, la sismicité, bien que faible, n'est pas négligeable (FULFARO et PONCANO, 1974).

*Schéma morphologique (fig. 4)*

Du point de vue morphologique, cette région peut être divisée en deux parties présentant des caractéristiques très différentes. Au nord, le socle pré-

cambrien vient à peu près partout au contact de la mer, à l'exception de petites plaines formées, dans leur partie externe, de sédiments marins et, dans leur partie interne, de sédiments continentaux. Au sud, se développent de grandes plaines essentiellement formées de dépôts marins ou fluvio-lagunaires. Ces plaines sont séparées les unes des autres par des avancées du socle précambrien qui vient au contact de la mer. Si nous considérons les zones délimitées par ces avancées du socle, nous pouvons définir 5 unités de dimensions à peu près égales. Du sud vers le nord, se sont :

1. L'unité de Cananea - Iguape ;
2. L'unité d'Itanhaem - Santos ;
3. L'unité de Bertioga - Ilha de São-Sebastião ;
4. L'unité de Ilha de São-Sebastião - Serra do Parati ;

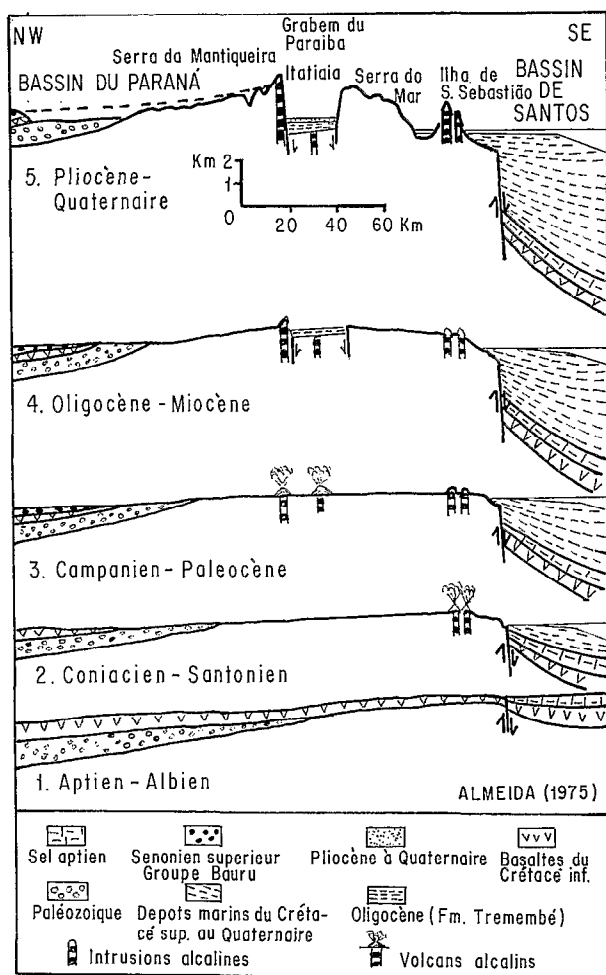


Fig. 3. — Schéma évolutif de la marge continentale à partir de l'Albo-aptien.

### 5. L'unité de la baie d'Ilha Grande.

La première de ces unités est pratiquement remplie par des sédiments quaternaires. Quand on se déplace vers le nord, on constate que les différentes unités sont de moins en moins remplies. Dans la dernière unité (Baie d'Ilha Grande), les dépôts sont très peu développés. Si on éliminait les sédiments quaternaires du sud, le littoral présenterait des caractéristiques morphologiques très voisines de celles du littoral nord. Les collines de roches précambriennes que l'on rencontre au sud, isolées au milieu des sédiments quaternaires, correspondraient aux îles du littoral nord.

La différence morphologique que l'on constate aujourd'hui entre le littoral nord et le littoral sud peut s'expliquer, soit par des différences dans la dynamique de la sédimentation, soit par une influence de la tectonique (SUGUIO et MARTIN, 1976 ; MARTIN et SUGUIO, 1979 ; SUGUIO et MARTIN, 1980). En effet, on peut envisager, soit un apport sédimentaire plus important au sud qu'au nord, soit un soulèvement de la moitié sud du littoral et un enfoncement de la moitié nord ou un soulèvement et un enfoncement différentiels. Étant données les caractéristiques hydrographiques de cette région (la majorité des cours d'eau s'écoulent en direction de l'intérieur du continent), la première hypothèse est peu vraisemblable et ne semble pouvoir expliquer à elle seule la différence que nous constatons dans la répartition des sédiments quaternaires. La seconde hypothèse implique un soulèvement ou un enfoncement différentiels entre le sud et le nord. Cette différenciation, entre une province sud et une province nord, apparaît également sur le plateau continental : en face de la Serra do Parati (nord), l'isobathe de 50 m se situe à 8 km de la côte, alors

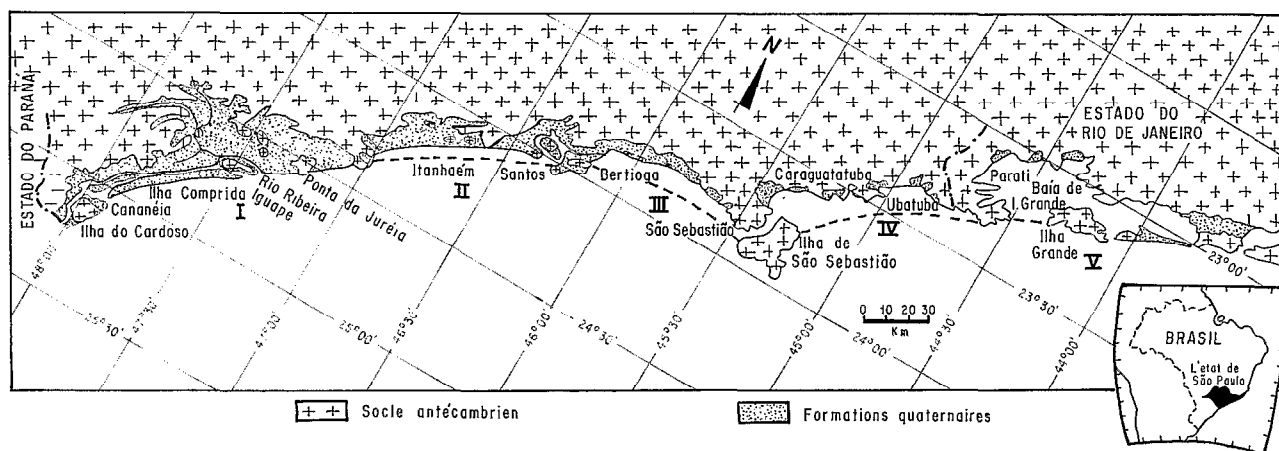


Fig. 4. — Schéma morphologique du littoral pauliste et sud-fluminense.

qu'elle se situe à 30 km au large de Santos (centre) et à 50 km au large de Cananea (sud). On constate également que, sur le continent, les altitudes maxima se rencontrent beaucoup plus près de la côte au nord qu'au sud. Il est intéressant de noter que le passage d'une province à l'autre n'est pas brusque mais progressif. Ceci semble écarter l'hypothèse d'une différenciation morphologique par un accident perpendiculaire à la côte comme cela a été proposé (FULFARO, 1974). Il semble plus logique de chercher le mécanisme de cette différenciation morphologique dans un phénomène de flexure continentale différentielle. Toutefois, le secteur de côte recoupé par le graben de Guanabara peut être une exception à ce schéma. En effet, il est possible que dans ce cas des accidents verticaux aient délimité des secteurs de côte ayant réagi différemment (MARTIN *et al.*, 1979).

CARACTÉRISTIQUES DU LITTORAL DE L'ÉTAT DE BAHIA

La région considérée de direction approximativement N-S s'étend de 11° 20' à 18° 20' sud, ce qui (en ligne droite) représente un secteur d'environ 800 km du littoral brésilien.

Schéma structural (fig. 5)

Le littoral de l'état de Bahia est situé sur la dorsale du Brésil oriental qui est une antéclise allongée du soubassement cristallin située entre l'océan atlantique et les plateaux de couverture sédimentaire de l'intérieur. Celle-ci est constituée par des séries métamorphiques et sédimentaires d'âges variés qui ont été affectées par une tectonique post-Paléozoïque de bombements et de basculements à grands rayons de courbure pouvant passer localement à des failles. Le trait le plus caractéristique est toutefois la présence du bassin d'effondrement du Recôncavo qui recoupe la dorsale selon une direction NNE-SSW. La fosse d'effondrement du Recôncavo a commencé à s'individualiser au Jurassique supérieur comme un diverticule du « rift » qui donna naissance à l'océan Atlantique sud par séparation de l'Afrique et de l'Amérique du Sud. Dans la zone littorale, ce graben est limité à l'est, par la faille de Salvador dont le rejet total est de plus de 4 000 m et à l'ouest, par la faille de Maragogipe d'un rejet de 300 m. La fosse s'est remplie à partir du Jurassique supérieur de sédiments argilo-sableux comportant des variations brusques de faciès. Pendant tout le Crétacé, l'activité tectonique, caractérisée par des jeux de blocs allongés selon une direction NNS-SSW, resta très forte. La fin du Crétacé fut marquée par une diminution

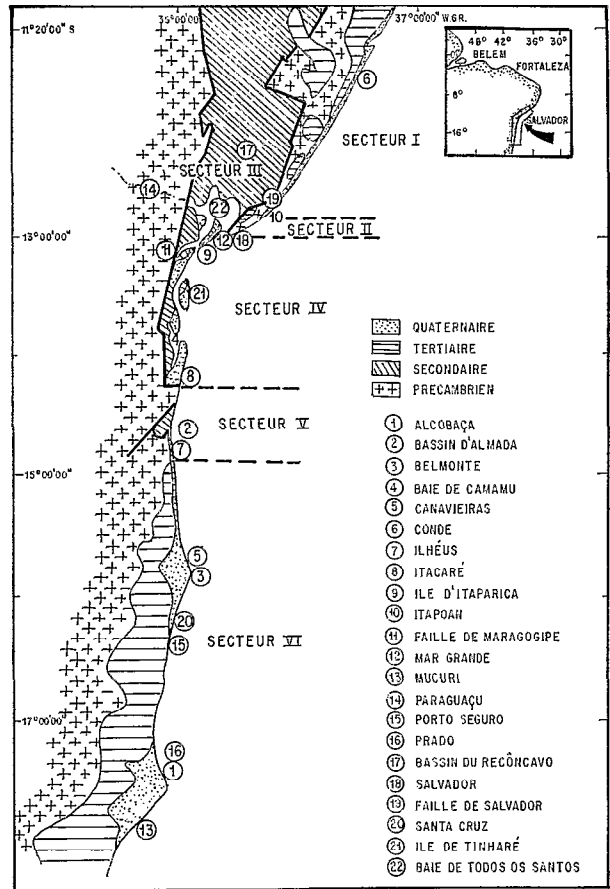


Fig. 5. — Schéma structural et morphologique du littoral de l'état de Bahia. Différents secteurs.

progressive de celle-ci. Peu à peu la fosse cessa de s'individualiser du reste de la dorsale et devint solidaire des mouvements à grands rayons de courbure qui caractérisent cette dernière. Le Tertiaire a été marqué par un épandage détritique très important qui recouvre aussi bien les formations précambriennes que Crétacées. Ces dépôts sont connus sous le nom de Formation Barreiras (BIGARRELA et AB'SABER, 1964 ; MABESONNE *et al.*, 1972). A la fin du Tertiaire, quelques réactivations de failles affectèrent le Crétacé. Par la suite, la fosse s'incorpora chaque fois davantage au reste de la dorsale, et les grandes lignes de fractures qui la caractérisent eurent tendance à se cicatriser et les mouvements verticaux à s'estomper. Bien que des enregistrements systématiques ne soient pas effectués, il existe des indications d'une sismicité non négligeable dans la région de la baie de Todos os Santos. Ainsi SAMPAIO (1916) cite un certain nombre de tremblements de terre dont les effets furent assez importants pour rester dans les mémoires. Il est

évident que certaines parties de la Baie de Todos os Santos ont pu être, au cours du Quaternaire, le siège de mouvements verticaux.

### *Schéma morphologique*

En fonction de leurs caractéristiques morphologiques, il est possible de diviser le littoral de l'état de Bahia en plusieurs secteurs qui sont du nord au sud (fig. 5) :

— Un secteur n° 1, s'étendant de l'état de Sergipe à Itapoã.

Cette partie du littoral est caractérisée par la présence, près de la côte, des sédiments de la Formation Barreiras. La plaine littoral quaternaire qui se situe au pied d'anciennes falaises entaillées dans les sédiments du Barreiras est souvent fragmentée et dans beaucoup de cas se résume à une bande de quelques dizaines ou centaines de m de largeur. Les dépôts quaternaires peuvent prendre une plus grande extension dans les zones en creux résultant de l'érosion des sédiments de la Formation Barreiras. Cette région est également caractérisée par l'existence de bancs de grès de plage continus sur de très grandes distances. Dans la partie sud de ce secteur, il existe un massif de grandes dunes aujourd'hui inactives. Par contre, à la limite nord du secteur, il existe des dunes littorales actives.

— Un secteur n° 2, compris entre Itapoã et l'entrée de la baie de Todos os Santos.

Ce secteur de petites dimensions est caractérisé par la présence des roches du socle antécambrien au contact de la mer. Les dépôts quaternaires y sont peu développés, toutefois les témoins d'anciens niveaux marins supérieurs au niveau actuel (restes biologiques et grès de plage) y sont très nombreux.

— Un secteur n° 3 formé par la baie de Todos os Santos.

Celle-ci est située sur l'extrémité sud du Bassin du Recôncavo. Le fait que la baie soit installée sur des roches sédimentaires encastrées dans les roches cristallines milite en faveur d'une origine de celle-ci par érosion différentielle. Cependant, une étude du réseau hydrographique montre que le drainage en direction de celle-ci est embryonnaire. En effet, la ligne de division des eaux se situe à 1 ou 2 km de ses rives. Une telle disposition est une indication d'une érosion différentielle insignifiante. Il est donc nécessaire d'admettre que la formation de la baie est relativement récente puisque le réseau hydrographique n'a pas profité de sa présence (TRICART et CARDOSO DA SILVA, 1968). Les témoins d'anciens niveaux marins situés au-dessus du niveau actuel de la mer y sont rares, peu développés et limités à certains secteurs bien déterminés.

— Un secteur n° 4 compris entre l'île d'Itaparica et Itacaré.

Cette région est située sur les dépendances sud du Bassin du Recôncavo. Les dépôts quaternaires sableux y sont très développés. Il existe, dans ce secteur, notamment dans les îles d'Itaparica et de Tinharé de grands récifs coraliens aujourd'hui morts.

— Un secteur n° 5 compris entre Itacaré et le sud d'Ilhéus.

Cette partie du littoral est caractérisée par le retour du socle précambrien au contact ou près de la mer. Les dépôts quaternaires y sont peu développés à l'exception de la région du petit bassin l'Almada où une baie dont la lagune d'Itahype est le dernier témoin existait à l'époque des hauts niveaux quaternaires. Il est intéressant de noter que dans la lagune d'Itahype, il existe des récifs de coraux.

— Un secteur n° 6 allant du sud d'Ilhéus au sud de l'état.

Cette partie du littoral est caractérisée par le retour des sédiments de la Formation Barreiras au contact de la mer. Cependant, en certains endroits, les dépôts quaternaires peuvent prendre un développement considérable. C'est notamment le cas de la région de Canavieiras-Belmonte et de Prado-Mucuri. Très souvent, la partie inférieure des grandes vallées entaillées dans les sédiments de la Formation Barreiras à des époques de bas niveaux marins, a été ennoyée aux époques de hauts niveaux marins. Cette partie du littoral est également caractérisée par la présence de récifs coraliens surtout dans la région des Abrolhos. On y connaît également des formations de grès de plage, moins étendues que dans le nord mais tout de même remarquables (Santa Cruz Cabralia, Porto Seguro).

### FORMATIONS SÉDIMENTAIRES DE LA RÉGION LITTORALE

Dans la partie sud du littoral pauliste, on rencontre, reposant directement sur le socle précambrien, une formation argilo-sableuse à galets d'âge probablement pliocène qui a reçu le nom de Formation Pariquera-Açu (BIGARRELA et MOUSINHO, 1965). On la rencontre à l'affleurement, au pied de la Serra do Mar et par sondage, sous les sédiments des plaines du sud du littoral pauliste. Celles-ci sont formées de sédiments sableux déposés au cours des deux dernières transgressions et de sédiments argilo-sableux d'origine fluvio-lagunaire.

Sur le littoral de l'état de Bahia, en dehors du bassin du Recôncavo (remplis de sédiments crétacés) on rencontre également, directement en contact avec les roches précambriennes, une formation argilo-sableuse à galets d'âge probablement Pliocène

(dans le bassin du Recôncavo, elle repose en discordance sur une formation marine d'âge Miocène). Nous avons vu que cette formation qui s'étend de l'état de Rio de Janeiro à l'Amazonie a reçu le nom de Formation Barreiras. Il est vraisemblable qu'elle s'étendait sur la plate-forme continentale comme c'est le cas dans le sud de l'état. On connaît également des témoins d'une deuxième formation continentale plus récente que la Formation Barreiras et plus ancienne que l'époque du maximum de l'avant-dernière transgression. Les plaines littorales sont également formées de sédiments sableux déposés au cours des deux dernières transgressions et de sédiments sablo-argileux d'origine fluvio-lagunaire.

*Formations marines quaternaires situées au-dessus du niveau actuel de la mer*

Des datations au  $^{14}\text{C}$  et une cartographie de détail nous ont permis de mettre en évidence deux générations de terrasses sableuses construites après le maximum de deux épisodes transgressifs différents. Des datations de morceaux de bois, prélevés dans les terrasses les plus anciennes, ont indiqué des âges supérieurs à 35000 ans B.P. Des datations de coraux, prélevées sous ces terrasses le long du littoral bahianais, devraient nous permettre d'avoir une meilleure idée de l'époque à laquelle s'est produit le maximum de cette transgression. Sur le littoral pauliste, celle-ci a reçu le nom de transgression Cananeia (MARTIN et SUGUIO, 1979).

La partie finale de la dernière transgression est parfaitement connue grâce à de nombreuses datations au  $^{14}\text{C}$ , tant sur le littoral pauliste que sur le littoral bahianais. Elle a reçu le nom de transgression Santos (MARTIN et SUGUIO, 1979).

*Dépôts formés au cours de la transgression Cananeia.*

*Caractéristiques.* Dans la plaine de Cananeia, on rencontre, reposant directement sur la formation Pariquera-Açu, une formation argilo-sableuse à la base et sableuse au sommet qui a reçu le nom de Formation Cananeia (SUGUIO et PETRI, 1973). Son altitude varie de 5-6 m dans les zones externes (près de la mer) à 9-10 m dans les zones internes (près du soubassement cristallin). Des études de micro-faune ont montré que la partie argileuse de la base était du type transitionnel, passant d'un milieu continental à un milieu marin (PETRI et SUGUIO, 1973), ce qui caractérise une phase transgressive. Dans la partie sableuse, on rencontre de nombreux terriers fossilisés de *Callianassas*. Ces derniers sont des arthropodes marins qui vivent dans la zone basse de la plage. La présence de leurs terriers

fossilisés témoigne d'un dépôt dans la partie inférieure de la plage (SUGUIO et MARTIN, 1976). Vers le sommet de la formation, on peut rencontrer des intercalations argileuses de quelques centimètres d'épaisseur dont certaines montrent des fentes de dessiccation fossilisées. MARTINS *et al.* (1978) ont observé des dépôts analogues sur une plage de l'état du Rio Grande do Sul. Ces dépôts argileux sont donc également des indicateurs d'un dépôt dans la zone de la plage. Dans certaines régions, on peut voir très nettement sur les photographies aériennes des alignements d'anciens cordons littoraux qui témoignent du début de la phase régressive. Un certain nombre de coupes naturelles le long des cours d'eau et des lagunes, ainsi que des sondages, nous ont montré que la couche argileuse transitionnelle de la base qui est à l'affleurement au pied de la Serra do Mar, se trouve à une profondeur de plus en plus grande au fur et à mesure que l'on va vers la mer. Naturellement, l'épaisseur des sables marins augmente dans le même sens. On peut également remarquer que la zone des terriers de *Callianassas*, qui, par exemple dans l'île Comprida, se situe au niveau de la Lagune, s'élève au fur et à mesure que l'on va vers l'intérieur des terres. Ceci indique que ces animaux qui ont une zone de vie très limitée, se sont déplacés vers le continent au fur et à mesure que le niveau de la mer s'élevait afin de conserver la même zone de vie.

La partie inférieure de la Formation Cananeia présente donc des caractéristiques transgressives et la partie supérieure des caractéristiques régressives.

Sur le littoral de l'état de Bahia, les dépôts sableux formés au cours de la phase finale de l'avant-dernière transgression présentent des caractéristiques très semblables à celle de la Formation Cananeia. Sur le littoral de l'état de Bahia les anciens cordons littoraux apparaissent beaucoup mieux marqués ce qui traduit une faible évolution climatique depuis leur formation. Il est intéressant de noter qu'en moyenne le sommet de ces terrasses se situe, le long du littoral pauliste comme le long du littoral bahianais, à des altitudes comparables.

*Répartition*

*a) Littoral pauliste et sud fluminense*

Dans la plaine de Cananeia-Iguape, les dépôts sableux de cet épisode sont très bien développés et constituent la formation la plus étendue. En allant vers le nord, leur importance va progressivement diminuer. Dans la moitié nord du littoral, on en connaît seulement des témoins certains dans la plaine de Caraguatatuba et peut-être un petit témoin au nord d'Ubatuba. Plus au nord, nous n'en avons pas rencontrés (fig. 4).

## b) Littoral de l'état de Bahia

Le long du littoral bahianais, la répartition des terrasses laissées par l'avant-dernière transgression est fonction des caractéristiques morphologiques et structurales. Au nord, les témoins sont peu étendus et fragmentés. Sur le pourtour de la baie, nous n'en connaissons pas de témoins à l'exception de deux possibles affleurements dans les îles *do Frade* et *das Fontes*. A partir de l'île d'Itaparica et jusqu'à Itacaré, elles couvrent de grandes surfaces. Au sud de Valença, il est intéressant de noter que le réseau hydrographique qui s'est installé sur la Formation Cananeia, est dirigée vers l'intérieur des terres en direction de la zone lagunaire interne. Ceci peut indiquer un basculement vers l'intérieur de cette région. Ce basculement expliquerait l'abaissement des terrasses pléistocènes et l'absence des terrasses holocènes en bordure de la zone lagunaire située au sud de Valença. Plus au sud, on en connaît des témoins peu étendus dans la région d'Ilhéus. Dans la partie sud de l'état de Bahia, les terrasses construites lors de l'avant-dernière transgression, sont bien développées dans la région de Canavieiras-Belmonte et dans celle d'Alcobaça-Caravelas-Mucuri (fig. 5).

### Dépôts formés au cours de la transgression Santos

*Caractéristiques.* Nous distinguons deux sortes de dépôts :

Des sables littoraux. A l'extérieur des terrasses de la Formation Cananeia, il existe d'autres terrasses sableuses dont le sommet peut se situer à plus de 4,5 m au-dessus du niveau de la marée haute actuelle. L'origine marine de ces dépôts est attestée par la présence de coquilles et leur origine littorale par la nature des stratifications que l'on y rencontre et éventuellement par la présence de terriers fossilisés de *Callianassas*. Ces derniers sont toutefois moins nombreux que dans la Formation Cananeia. En surface, il existe d'anciens cordons littoraux qui la plupart du temps sont dans un état de conservation remarquable.

Des sables argileux ou des argiles d'origine fluviolagunaire. Dans les zones basses érodées de la Formation Cananeia, se sont déposés des sédiments argilo-sableux d'origine lagunaire qui se sont mis en place lors des périodes d'extension du réseau lagunaire correspondant à des hauts niveaux marins. On rencontre également, dans les zones basses situées entre les terrasses pléistocènes et holocènes, des sédiments d'origine fluviale.

### Répartition

#### a) Littoral pauliste et sud fluminense

Les témoins de la transgression Santos existent sur toute cette partie du littoral brésilien à l'exception

de la partie de la côte recoupée par le graben de Guanabara. Si en valeur absolue la surface qu'ils occupent diminue du sud vers le nord, le rapport surface des dépôts holocènes/surface des dépôts pléistocènes augmente du sud vers le nord. Dans certaines régions, notamment dans l'île Comprida et dans la région de Caraguatatuba, il est possible de mettre en évidence deux générations de cordons holocènes.

#### b) Littoral de l'état de Bahia

Sauf dans les secteurs n° 2 et 3 où les roches précambriennes et crétacées viennent directement au contact de la mer et dans le secteur n° 6 où les sédiments de la Formation Barreiras peuvent former des falaises vives, les dépôts sableux formés après le maximum de l'avant-dernière transgression constituent une bande continue dont la largeur peut varier de quelques dizaines de mètres à plusieurs kilomètres.

### Autres témoins d'anciens niveaux marins holocènes

« *Sambaquis* ». Dans les plaines sédimentaires du sud de l'état de São Paulo (Cananeia, Itanhaem et Santos), on rencontre de très nombreux amas coquilliers construits par les anciens indiens (MARTIN et SUGUIO, 1976). Au Brésil, ces amas coquilliers artificiels portent le nom de « sambaquis ».

Il est bien évident que les coquilles des « sambaquis » ne constituent pas le matériel idéal pour dater d'anciennes lignes de rivage. En effet, on ne connaît pas la relation qui existait entre le niveau de la mer et la base du « sambaquis » au moment de la construction de celui-ci. Toutefois, on peut admettre qu'à l'époque de la construction, le niveau de la marée haute ne pouvait être supérieur à l'altitude actuelle de la base du « sambaquis ». Ceci est d'autant plus important que l'on connaît des « sambaquis » dont la base est située très près ou en-dessous du niveau de la marée haute. De plus, si nous posons comme postulat que les anciens indiens n'ont pas dû transporter très loin de leur lieu de récolte les mollusques dont les coquilles ont servi à construire les « sambaquis », nous pouvons penser que ceux situés très à l'intérieur des terres (on en connaît à plus de 40 km de la mer) correspondent à des phases de niveaux marins supérieurs au niveau actuel de la mer. Ceci semble d'autant plus vraisemblable que, dans cette partie du littoral brésilien, le recul de la mer ne peut être dû à un apport sédimentaire.

*Encroutements de vermet.* Sur toute la partie du littoral brésilien que nous avons étudié, il existe de nombreux encroutements de vermet situés au-dessus de la zone de vie actuelle de ces mollusques. Le niveau auquel ceux-ci se développent est constant et peut



être aisément reconnu par l'étude de la zonation des peuplements superficiels. Au Brésil, il se situe à la partie supérieure de l'étage infralittoral, immédiatement sous la limite inférieure des *Tetraclita*. Il est donc facile de déterminer avec exactitude l'altitude des vermetes fossiles par rapport au niveau biologique de l'espèce. De plus, l'extension verticale du concrétionnement est faible (de l'ordre de 50 cm) en mode peu battu. Enfin, leur niveau biologique est situé assez près du niveau moyen de la mer pour que les objections faisant appel à une variation récente de l'amplitude de la marée au point considéré, pour expliquer une ligne de vermetes fossile, soit sans fondement (LABOREL, 1967, 1979).

*Récifs de coraux morts dont le sommet se situe au-dessus de la zone de vie des coraux actuels.* Sur le littoral de l'état de Bahia, on rencontre de nombreux récifs morts dont le sommet se situe à un niveau où ne vivent actuellement aucun coraux. Ceux-ci ayant une zone de vie pouvant s'étendre verticalement sur plusieurs dizaines de mètres, il est difficile de reconstruire la position d'un ancien niveau marin à partir de leur position actuelle. Cependant, quand ils sont situés au-dessus de la zone de vie des coraux actuels, on peut être certain qu'à l'époque à laquelle ils vivaient, le niveau de la mer était supérieur au niveau actuel.

*Bancs de grès coquilliers.* Le long du littoral de l'état de Bahia, il existe de nombreuses lignes de bancs de grès (« arrecifes ») en général parallèles à la côte actuelle. Du point de vue pétrographique, ce sont des grès quartzeux riches en restes coquilliers et à ciment calcaire. Ils contiennent plusieurs types de stratifications qui sont caractéristiques des diverses zones de la plage où s'est effectué le dépôt. Selon les cas, cette zone de dépôt peut varier de la haute à la basse plage. Ainsi, dans la région de Salvador, l'étude des stratifications et des caractéristiques granulométriques des grès nous a permis de connaître avec une précision de l'ordre de  $\pm 0,5$  m, la zone de la plage où s'est effectué le dépôt des sables qui, par cimentation, donnèrent naissance aux grès. L'époque du dépôt est indiquée de façon satisfaisante par la datation au  $^{14}\text{C}$  des coquilles, souvent très fraîches, que l'on y rencontre. A partir de ces données, il est possible de reconstruire la position du niveau de la mer à l'époque de la déposition des sables (FLEXOR et MARTIN, 1979).

#### VARIATIONS DU NIVEAU MOYEN RELATIF DE LA MER AU COURS DES 7 000 DERNIÈRES ANNÉES

Les variations du niveau de la mer sont la résultante de phénomènes qui peuvent être globaux, zonaux, régionaux ou locaux. A une même époque, en différents points du globe, les composantes

zonales, régionales ou locales peuvent être positives ou nulles. Au cours des périodes où la composante globale (glacio-eustatique) est faible ou nulle, les autres composantes peuvent prendre relativement plus de valeurs et leurs effets peuvent apparaître plus nettement. Il est donc évident qu'en fonction de la position géographique, les variations du niveau relatif de la mer pourront avoir des amplitudes différentes et même être de sens contraire.

Pour pouvoir reconstruire la position d'un ancien rivage, il est nécessaire de définir un marqueur de celui-ci et dans le temps et dans l'espace. Pour définir le marqueur dans l'espace, il faut connaître l'altitude actuelle du témoin par rapport à un zéro absolu, ensuite il faut comparer cette altitude avec l'altitude originelle du témoin, c'est-à-dire avec sa position par rapport au niveau de la mer au moment de sa formation. La différence entre ces deux altitudes nous donne la position de l'ancien niveau de la mer par rapport au niveau actuel. Pour définir le marqueur dans le temps, il faut connaître l'époque de sa formation ou de sa déposition (méthodes de datations). Un marqueur ainsi défini nous donne une ancienne position du niveau moyen de la mer. Si nous pouvons reconstruire un assez grand nombre d'anciennes positions du niveau de la mer, bien réparties dans le temps, nous pourrions construire une courbe de variation du niveau relatif de la mer. Il est bien évident qu'il s'agira d'une courbe relative qui intégrera toutes les causes de variations. Il est donc non moins évident qu'une courbe homogène ne pourra être construite qu'en utilisant des échantillons provenant d'une zone littorale dans laquelle les phénomènes locaux auront la même valeur. Bien souvent nous nous trouvons confrontés devant le dilemme suivant :

— Construire une courbe à partir d'un grand nombre de données, ce qui impliquera de considérer un secteur de littoral relativement étendu, avec la possibilité que les composantes locales ne soient pas les mêmes ;

— Considérer un secteur très limité de littoral, mais très souvent le nombre de points sera insuffisant pour pouvoir construire une courbe précise.

Dans ce travail, nous avons considéré les secteurs de côte les plus petits qui fournissaient assez de données pour construire une courbe ou des morceaux de courbe relativement précis.

#### *Courbes de variations du niveau relatif moyen de la mer*

##### *Littoral pauliste et sud fluminense*

*Secteur de littoral compris entre Cananeia et Iguape.* Ce secteur s'étend sur environ 100 km. Un certain nombre de datations d'échantillons (coquilles ou morceaux de bois) prélevés dans des dépôts sédimen-

taires marins ou lagunaires, associées à une étude du milieu de dépôts nous ont permis de reconstruire d'anciennes positions du niveau de la mer. Ces données, complétées par des traits morphologiques (hauteur de terrasses de construction ou d'abrasion) et par la datation de certains « sambaquis », nous ont permis de construire une ébauche de courbe. Une étude du rapport isotopique  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  des carbonates des coquilles de certains « sambaquis » nous a fourni des données complémentaires permettant de préciser l'âge du premier maximum (FLEXOR, MARTIN et SUGUIO, 1979). En effet le rapport  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  des carbonates exprimé en  $\delta^{13}\text{C}$  (PDB) (1) présente un spectre de valeurs assez étendu en fonction de la nature plus ou moins continentale de l'environnement où ceux-ci se sont formés. Les carbonates des coquilles d'organismes lagunaires présentent des valeurs de  $\delta^{13}\text{C}$  (PDB) intermédiaires entre celles des carbonates des coquilles des organismes marins et celles des coquilles des organismes d'eau douce. A une même époque, dans une lagune, les valeurs du  $\delta^{13}\text{C}$  (PDB) varient en fonction de la position géographique ; les carbonates des coquilles des zones lagunaires externes présentent des valeurs de  $\delta^{13}\text{C}$  (PDB) peu négatives alors que les carbonates des zones internes présentent des valeurs beaucoup plus négatives. Dans ce cas, les valeurs du  $\delta^{13}\text{C}$  (PDB) sont un bon indicateur du paléomilieu lagunaire. Par contre, en un même point de la lagune mais à des époques différentes, les valeurs du  $\delta^{13}\text{C}$  (PDB) varient en fonction de l'augmentation ou de la diminution de la surface lagunaire. Dans ce cas, les variations du  $\delta^{13}\text{C}$  (PDB) sont un très bon indicateur des oscillations lagunaires. A partir des premières données, il apparaissait qu'un maximum s'était produit entre 5200 et 4800 ans B.P. Les valeurs du  $\delta^{13}\text{C}$  (PDB) des carbonates des coquilles de deux groupes de « sambaquis » situés dans deux zones homogènes différentes de la paléolagune nous a permis de préciser la position de ce maximum :

1<sup>er</sup> exemple (« sambaquis » de la zone externe de la paléolagune).

Nom du « sambaquis »	Âges $^{14}\text{C}$ B.P.	$\delta^{13}\text{C}$ % (PDB)	Position du maximum
Itapoá III.....	5245 ± 125	-0,63	←
Guaxixi.....	5110 ± 70	-0,48	
Juruvaúva I....	5010 ± 115	-0,76	
Juruvaúva II...	4970 ± 150	-1,34	

(1)

$$\delta^{13}\text{C} = \frac{(^{13}\text{C}/^{12}\text{C}) \text{ A} - (^{13}\text{C}/^{12}\text{C}) \text{ P}}{(^{13}\text{C}/^{12}\text{C}) \text{ P}}$$

Où A est l'échantillon et P l'étalon.

PDB : étalon international de référence (carbonate fossile du crétacé : *Belemnitela americana* de la formation PEE DEE (Caroline du Sud, Etats Unis).

Il ressort de ces données que, vers 5245 ans B.P., le maximum n'était pas encore atteint et que vers 5110 ans B.P., il était dépassé. On peut donc penser qu'il s'est produit entre 5200 et 5100 ans B.P.

2<sup>e</sup> exemple (« sambaquis » de la zone interne de la paléolagune).

Nom du « sambaquis »	Âges $^{14}\text{C}$ B.P.	$\delta^{13}\text{C}$ % (PDB)	Position du maximum
A 157.....	5235 ± 150	-3,26	←
A 140.....	5040 ± 140	-3,88	
A 44.....	4790 ± 115	-5,31	

Il ressort de ces données que, vers 5040 ans B.P., le maximum avait été dépassé. Nous pouvons donc penser que celui-ci s'est bien produit entre 5200 et 5100 ans B.P.

Les valeurs de  $\delta^{13}\text{C}$  (PDB) ont également montré que la régression qui a suivi le premier maximum a été très rapide entre 5100 et 4900 ans B.P. et très lente entre 4900 et 4200 ans B.P.

Au vu de ces données, il apparaît que les variations du niveau moyen relatif de la mer, sur ce secteur du littoral, ont été les suivantes (fig. 6) :

— le zéro (niveau moyen actuel) a été coupé pour la première fois vers 6600 ans B.P. ;

— vers 5150 ans B.P., le niveau relatif de la mer est passé par un maximum qui s'est situé environ 4 m au-dessus du niveau actuel ;

— vers 3900 ans B.P., le niveau relatif de la mer est passé par un minimum probablement légèrement inférieur au niveau actuel ;

— vers 3600 ans B.P., le niveau relatif de la mer est passé par un second maximum qui s'est situé environ 3 m au-dessus du niveau actuel ;

— après cette date, nous ne disposons pas de données géologiques précises. Cependant nous savons, grâce à des datations de « sambaquis », que vers 3100 ans B.P., le niveau relatif de la mer ne pouvait être supérieur de 2,3 m au niveau actuel. De même, vers 1800 ans B.P., le niveau relatif de la mer ne pouvait être supérieur de 0,5 m au niveau actuel.

*Secteur du littoral compris entre Praia Grande (Santos) et Morro da Jureia (Bertioga).* Ce secteur s'étend sur environ 60 km. D'assez nombreuses datations de coquilles et de morceaux de bois provenant de formations lagunaires ou marines ainsi que

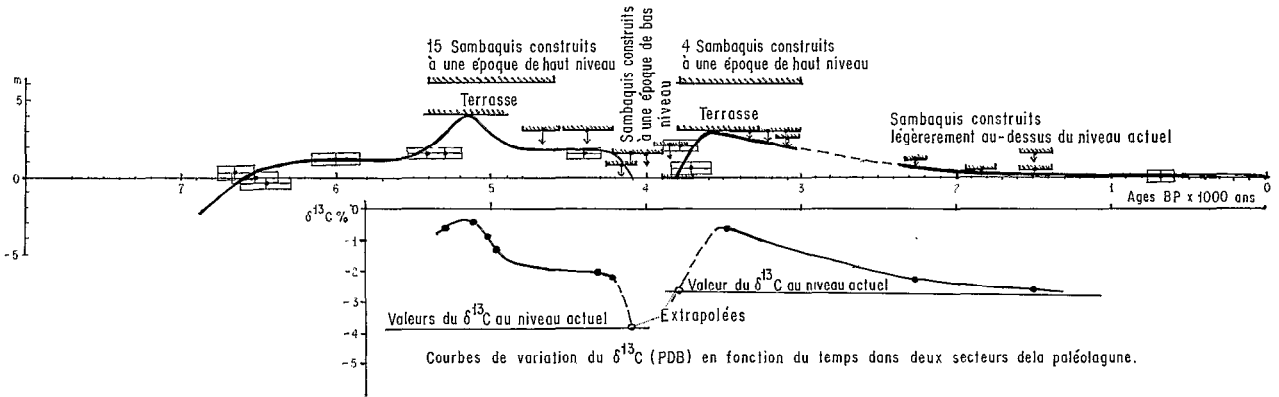


Fig. 6. — Variation du niveau relatif de la mer, au cours des 7000 dernières années, dans le secteur Cananea-Iguape. Variation du  $\delta^{13}C$  (PDB).

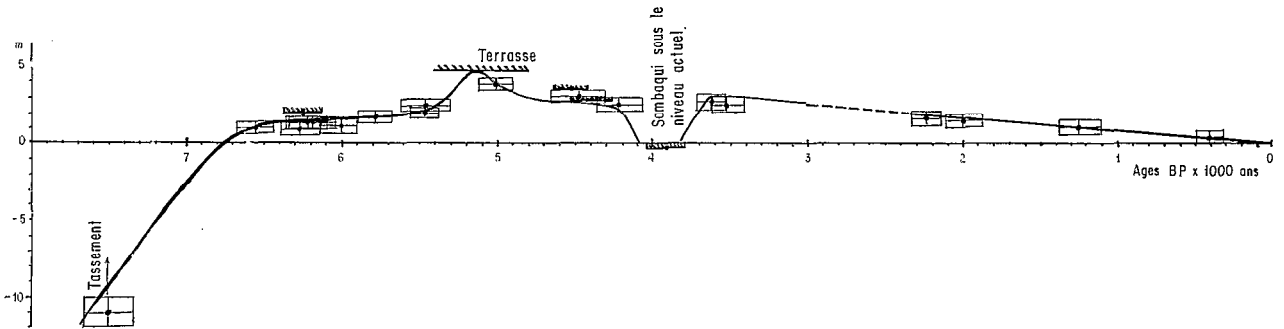


Fig. 7. — Variation du niveau relatif de la mer, au cours des 7500 dernières années, dans le secteur Santos-Bertioga.

de vermetes, associées à l'altitude de terrasses, nous ont permis de construire l'ébauche de courbe suivante (fig. 7).

Nous pouvons constater que cette courbe présente les mêmes oscillations que la courbe précédente mais que celles-ci ont des amplitudes différentes. Ainsi le maximum de 5100 ans B.P., semble avoir atteint la côte +4,6 m et celui de 3600 ans B.P., avoir dépassé la côte +3 m. Vers 1800 ans B.P., le niveau relatif de la mer se situait entre 1,5 et 2 m au-dessus du niveau actuel alors que, dans la région de Cananea, il ne pouvait être supérieur à la côte +0,5 m. De plus le zéro a été coupé légèrement plus tôt (vers 6800 ans B.P.). Il est intéressant de noter qu'il existe une liaison directe entre la côte atteinte par la maximum de 5100 ans B.P., et l'époque à laquelle le zéro a été coupé pour la première fois ; plus le maximum est haut, plus le zéro a été coupé tôt.

*Secteur du littoral compris entre São Sebastião et Ubatuba (fig. 8).* Ce secteur s'étend sur environ 60 km. Le manque de données ne nous a pas permis

de construire une courbe entière. Cependant la partie terminale est assez bien définie et s'apparente à la partie terminale de la courbe précédente. Il existe une présomption d'une période négative vers 2700 ans B.P. Deux datations correspondant à d'anciens niveaux à -12 et -16 m ( $\pm 1$  m) et deux autres datations correspondant à un niveau voisin du niveau actuel nous ont permis d'ébaucher la courbe entre 8000 et 7000 ans B.P. Il semble que le zéro ait été coupé légèrement plus tôt (6900 ans B.P.) que dans la région de Santos. Ceci peut indiquer que le maximum de 5100 ans B.P., ait atteint une côte légèrement supérieure à celle de la région de Santos.

*Secteur du littoral compris entre Parati et Angra dos Reis.* Dans ce secteur d'environ 60 km de longueur, nous n'avons pu construire que la partie terminale de la courbe (fig. 9 A). Celle-ci présente des caractéristiques assez semblables à celles des deux courbes précédentes. Un échantillon d'huîtres collées à la roche a été daté par J. R. CURRAY (communication personnelle) de  $5200 \pm 200$  ans B.P.

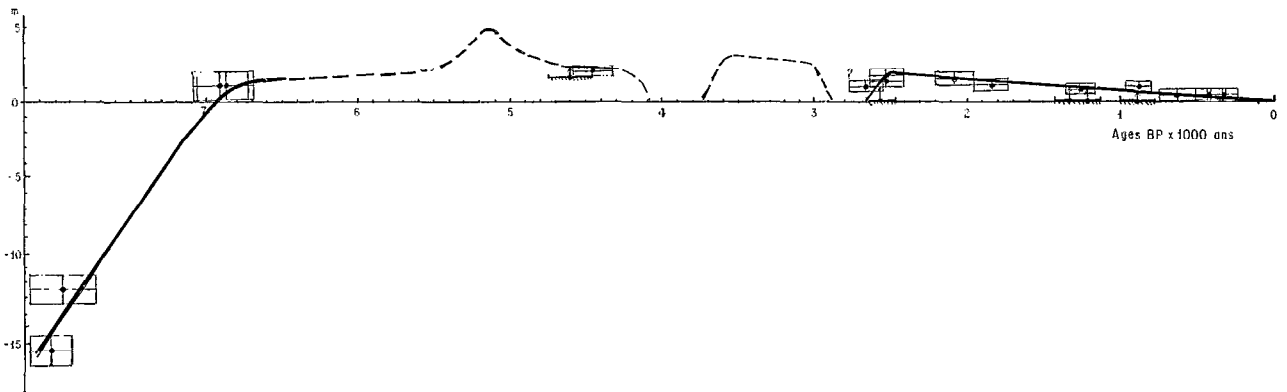


Fig. 8. — Variation du niveau relatif de la mer, au cours des 8000 dernières années, dans le secteur Caraguatatuba-Ubatuba.

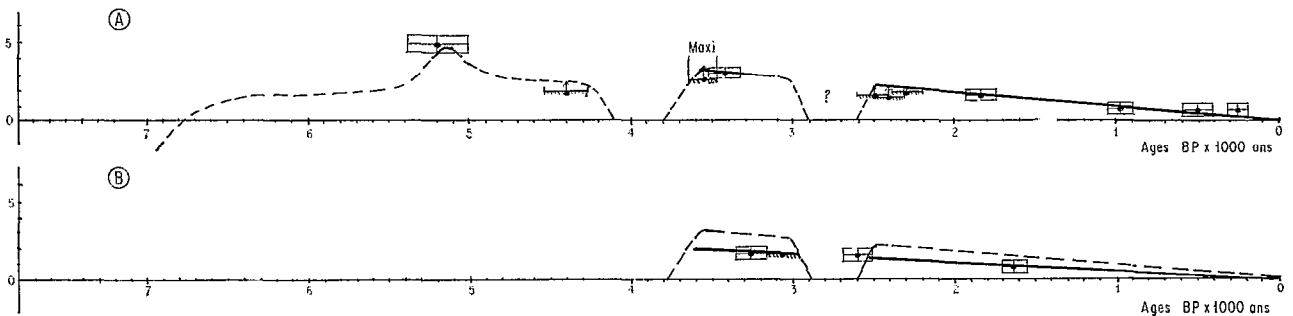


Fig. 9. — A : Variation du niveau relatif de la mer, au cours des 7000 dernières années, dans le secteur Parati-Angra dos Reis ; B : Position d'anciens niveaux marins près du graben de Guanabara par rapport à la courbe précédente.

Ces huîtres indiqueraient un ancien niveau marin situé 4,8 m au-dessus du niveau actuel. Cette altitude serait légèrement supérieure à celle du maximum dans la région de Santos et probablement assez proche du maximum dans la région de São Sebastião.

#### *Secteur du littoral situé sur le graben de Guanabara.*

Le long de la partie de côte située sur le graben de Guanabara, nous n'avons pas rencontré de témoins de niveaux marins situés au-dessus du niveau actuel alors que l'on en connaît de part et d'autre de celui-ci. En surface, il existe seulement des sédiments continentaux. Des sédiments marins à coquilles ont été rencontrés en profondeur par sondage (PONÇANO, 1976). Cependant ces coquilles n'ayant pas été datées, il n'est pas possible de comparer leur position dans l'espace et dans le temps avec celle d'autres témoins situés en dehors du graben. Cependant, des échantillons de vermetes prélevés légèrement à l'ouest du graben proprement dit semblent indiquer un niveau relatif de la mer légèrement inférieur à celui indiqué par la courbe de Parati-Angra dos Reis (fig. 9 B).

*Secteur du littoral situé à l'est du Graben de Guanabara.* Entre Sepetiba et la Barra de Guaratiba, les témoins d'anciens niveaux marins situés au-dessus du niveau actuel de la mer réapparaissent. Des coquilles d'*Anomalocardia Brasiliana* prélevées dans la partie interne d'une petite plaine quaternaire ont été datées de 4900 ans B.P. Vu leur position, il est vraisemblable que ces coquilles se sont déposées à une époque de haut niveau marin. D'autres coquilles correspondant également à une période de haut niveau marin ont été datées de  $3550 \pm 105$  ans B.P. Nous avons donc également dans ce secteur des indices de l'existence des deux maxima que nous avons rencontrés dans les autres secteurs.

#### *Littoral de l'état de Bahia*

*Secteur du littoral situé au nord de Salvador.* Afin que les données utilisées pour construire la courbe restent homogènes, nous avons considéré, dans un premier temps, un secteur de littoral d'une trentaine de km. Nous avons complété la courbe ainsi construite en utilisant les données d'autres parties du littoral

où nous avons pu montrer que celles-ci avaient connu la même évolution que le secteur considéré initialement. Ainsi nous avons pu construire une courbe très précise (fig. 10) qui montre que :

— le zéro a été coupé pour la première fois vers 7000 ans B.P. ;

— vers 5150 ans B.P., le niveau moyen relatif de la mer est passé par un maximum qui s'est situé 4,7 ( $\pm 0,5$ ) m au-dessus du niveau actuel ;

— après ce maximum, une régression rapide jusque vers 4900 ans B.P. puis lente jusque vers 4200 ans B.P. et enfin très rapide s'est produite. Le niveau relatif de la mer est passé par un minimum au cours duquel il fut probablement légèrement inférieur au niveau actuel vers 3900 ans B.P. ;

— entre 3800 et 3600 ans B.P., une rapide transgression s'est produite au cours de laquelle le niveau relatif de la mer est passé par un nouveau maximum qui a atteint la côte +3,5 ( $\pm 0,5$ ) m ;

— entre 3600 et 3000 ans B.P., le niveau relatif de la mer a baissé très lentement. A partir de cette époque une rapide régression s'est produite dont le minimum s'est situé vers 2700 ans B.P. ;

— entre 2600 et 2500 ans B.P., une nouvelle phase transgressive qui a atteint la côte de +2,5 ( $\pm 0,5$ ) m s'est produite ;

— après 2500 ans B.P., le niveau moyen relatif de la mer est revenu progressivement vers le zéro actuel. Vers 1000 ans B.P., il se situait encore 1 m au-dessus du niveau actuel.

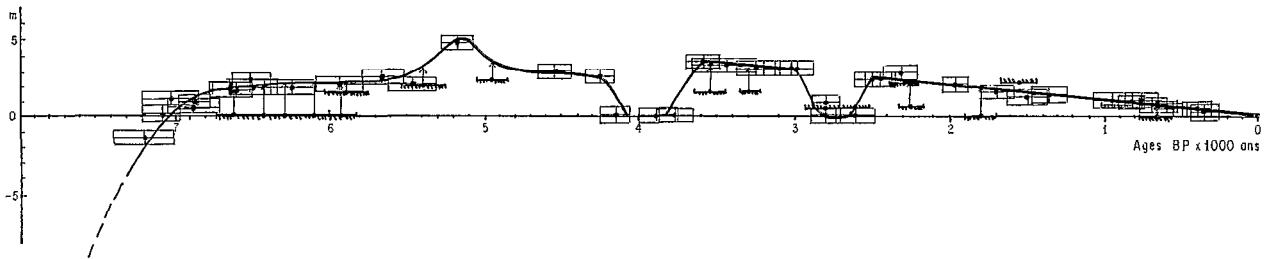


Fig. 10. — Variation du niveau relatif de la mer, au cours des 7000 dernières années, dans la région de Salvador.

Dans les autres secteurs, nous n'avons pas pu récolter assez de données pour pouvoir construire des courbes complètes. Nous avons toutefois pu reconstruire quelques positions d'anciens niveaux marins. La comparaison de ces positions avec la courbe précédente nous permet de savoir si les autres secteurs du littoral de l'état de Bahia ont connu la même évolution que le secteur situé au nord de Salvador.

*Secteur de la baie de Todos os Santos.* Situé sur le bassin du Recôncavo, caractérisé par une série de blocs ayant eu un comportement différent au cours des temps, ce secteur est tout à fait hétérogène du point de vue géologique. Une étude des anciennes lignes de rivage le long de la baie semble montrer que des mouvements verticaux perceptibles se sont produits au cours de l'Holocène en certaines régions, alors que d'autres régions ont connu la même évolution que le secteur du littoral situé au nord de Salvador (hors du bassin).

Ainsi des vermetes prélevés sur des grès créacés au lieu-dit Pedra Oca ont été datés de  $3030 \pm 120$  ans B.P. (Bah. 542) et témoignent d'un ancien niveau marin situé à +3 ( $\pm 0,5$ ) m alors que d'autres vermetes prélevés au Porto da Barra sur des roches

précambriennes ont été datés de  $2990 \pm 135$  (Bah. 568) et témoignent également d'un ancien niveau marin situé à +3 ( $\pm 0,5$ ) m. De même dans l'île de Madre de Deus, un témoin correspondant à un ancien niveau de la mer situé à +3,4 ( $\pm 0,5$ ) m a été daté de  $3470 \pm 100$  ans B.P. (Bah. 24) ce qui est en accord avec la courbe précédente. Par contre, dans la petite plaine de Paripe, il a été possible de reconstruire plusieurs positions d'anciens niveaux marins qui sont nettement décalées vers le bas par rapport aux positions du niveau de la mer aux mêmes époques sur le secteur du littoral situé au nord de Salvador. Dans la partie est de la baie (baie d'Iguape), on ne rencontre aucun témoin d'anciens niveaux marins situés au-dessus du niveau actuel. On peut voir nettement que les vallées sont ennoyées et que la mangrove vient directement au contact des roches créacées sans l'interposition de sédiments quaternaires, ce qui devrait être le cas si le niveau relatif avait été supérieur au niveau actuel au cours des 7000 dernières années dans ce secteur.

*Secteur Itaparica-Itacaré.* Cette partie du littoral située sur les dépendances sud du bassin du Recôncavo semble avoir eu un comportement, durant le Quaternaire, différent de celui de la baie située

sur le bassin du Recôncavo proprement dit. En effet sur cette partie du littoral, les terrasses holocènes sont très bien développées. Malheureusement, cette région d'accès difficile ne présente pas de bons affleurements et il n'y existe pas de pointements rocheux au contact de la mer qui permettraient l'échantillonnage de vermetes et d'algues calcaires. Toutefois, les positions d'anciens niveaux marins que nous avons pu y définir sont en accord avec la courbe de Salvador. Nous avons également une indication d'une phase transgressive avant 2400 ans B.P.

*Secteur Itacaré-Ilhéus.* Dans ce secteur, les roches précambriennes reviennent au contact de la mer ce qui nous a permis de prélever d'assez nombreux échantillons de Vermetes. Malheureusement, cette partie du littoral est très battue et la zone de vie des vermetes a pu subir une élévation parfois difficile à estimer. Nous avons pu reconstruire un certain nombre de positions d'anciens niveaux marins qui nous ont permis d'ébaucher une courbe de variation qui ne semble pas différer de celle de Salvador (fig. 11 A). De plus nous avons rencontré trois sortes de terrasses holocènes : la première correspond à un ancien niveau situé à  $+4,5 (\pm 0,5)$  m, la seconde à  $+3,5 (\pm 0,5)$  m et la troisième à  $+2,5 (\pm 0,5)$  m (fig. 12). Il est logique de penser que ces trois terrasses

correspondent aux trois maxima que nous avons définis dans la région de Salvador.

*Partie sud du littoral de l'état de Bahia.* La région du delta du Jequitinhonha faisant l'objet d'une thèse de « Mestrado » en cours d'achèvement, nous ne possédons pas pour le moment de données publiables sur cette partie du littoral. Dans la région de Caravelas - Nova Viçosa, nous avons pu reconstruire un certain nombre de positions d'anciens niveaux marins. Il semble que dans cette région, le zéro ait été coupé pour la première fois vers 7000 ans B.P. (fig. 11 B) ce qui est tout à fait comparable avec ce qui s'est produit dans la région de Salvador. Nous avons vu qu'il existait une liaison directe entre l'époque à laquelle le zéro a été coupé pour la première fois et la côte atteinte par le premier maximum. On peut donc penser que la courbe de Caravelas présente la même forme que celle de Salvador.

*Considérations Sur La Forme Des Courbes*

Si nous considérons la courbe de Salvador (fig. 10), nous constatons qu'entre 2500 ans B.P. et l'actuel, les points sont alignés. Il en est de même entre 3600 et 3000 ans B.P. La quantité de points est trop grande pour que ce phénomène soit fortuit. Tout

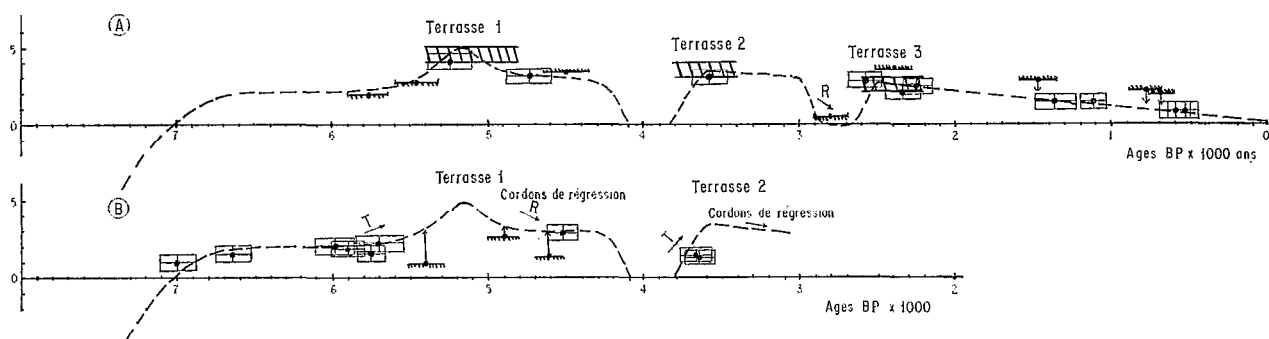


Fig. 11. — A : Position des anciens niveaux marins dans la région d'Ilhéus, par rapport à la courbe de Salvador ; B : Position des anciens niveaux marins, dans la région de Caravelas, par rapport à la courbe de Salvador.

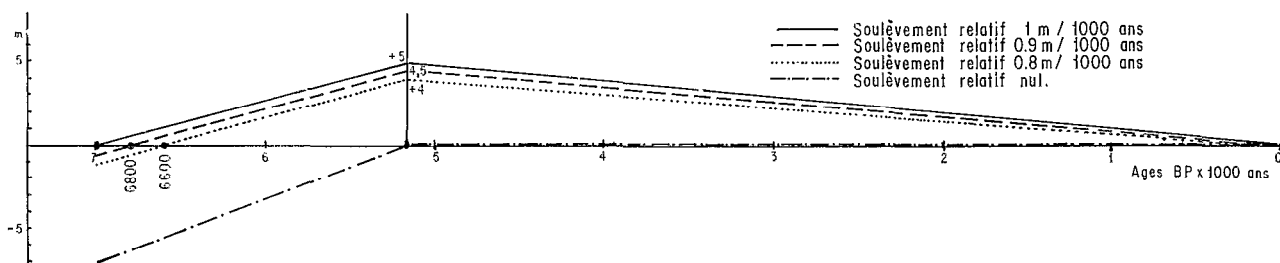


Fig. 12. — Courbes théoriques pour différents soulèvements relatifs du continent.

semble se passer comme s'il se produisait un soulèvement relatif régulier du continent d'environ 1 m/1000 ans. Si on suppose que ce soulèvement relatif se poursuit depuis plus de 5000 ans, on devrait avoir vers cette époque une ancienne position du niveau de la mer se situant vers +5 m. Or expérimentalement, nous constatons que vers 5150 ans B.P., le niveau relatif de la mer se situait effectivement vers +5 m. Dans la région de Salvador, nous avons également constaté expérimentalement que le zéro avait été coupé vers 7000 ans B.P. Considérant ce seul phénomène de soulèvement

relatif régulier, la courbe de Salvador serait représentée par deux droites comme le montre la fig. 12. Si nous considérons un soulèvement relatif de 0,8 m/1000 ans, le niveau relatif de la mer vers 5000 ans devrait se situer vers +4 m et le zéro devrait être coupé vers 6600 ans B.P., De même, si nous considérons un soulèvement relatif de 0,9 m/1000 ans, le maximum devrait se situer à +4,5 m et le zéro devrait être coupé vers 6800 ans B.P. (fig. 12). Or, expérimentalement, nous constatons que dans la région de Cananeia, le maximum se situe à environ +4 m et que le zéro a été coupé vers 6600 ans B.P.

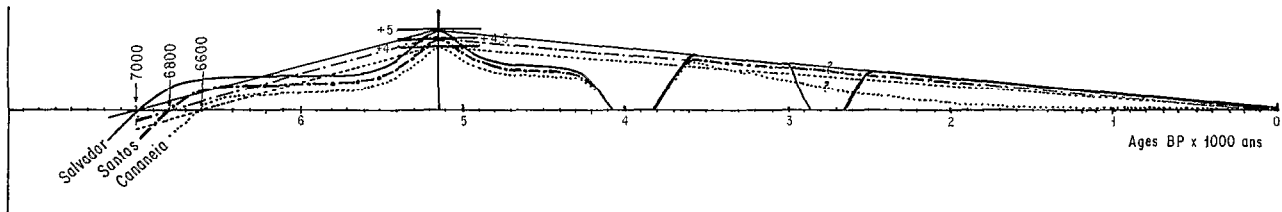


Fig. 13. — Comparaison des courbes expérimentales et théoriques de Cananeia, Santos et Salvador.

(fig. 13). De même dans la région de Santos, le maximum se situe vers 4,5 m et le zéro a été coupé vers 6800 ans B.P. (fig. 13). Il semble donc qu'un même phénomène d'amplitude différente a décalé les courbes de Cananeia, Santos et Salvador.

A partir de travaux théoriques, faisant intervenir un soulèvement de la côte lié à la déglaciation, CLARK et BLOOM (1979) ont calculé des courbes de variations du niveau relatif de la mer pour le littoral pauliste. Ces courbes présentent une forme assez semblable à celles de la fig. 12. Cependant la position du niveau relatif de la mer vers 5000 est inférieure à celle que nous avons trouvée expérimentalement et logiquement le zéro a été coupé plus tard (vers 6000 ans B.P.). De plus, le mécanisme envisagé par CLARK et BLOOM ne peut expliquer les différences d'amplitudes que l'on constate entre les courbes de Cananeia et Santos. En outre, dans certaines parties, les courbes expérimentales s'écartent des courbes théoriques. Par exemple celles-ci ne rendent absolument pas compte des oscillations négatives du niveau relatif de la mer vers 3900 et 2700 ans B.P. Le mécanisme imaginé par CLARK et BLOOM ne peut expliquer de telles oscillations qui d'un autre côté sont basées sur des données expérimentales tout à fait sûres. Pour MÖRNER (communication personnelle) ces oscillations négatives sont beaucoup trop importantes pour être glacio-eustatiques. De même dans cette région, des mouvements inverses de la croûte terrestre peuvent difficilement être envisageables pour expliquer de telles oscillations. MÖRNER

a également remarqué que ces oscillations négatives étaient directement contrebalancées en Scandinavie par des oscillations positives du niveau moyen relatif de la mer. Des déformations de la surface du géoïde au cours de l'Holocène semblent être le seul mécanisme capable d'expliquer ces oscillations rapides et importantes du niveau relatif de la mer.

On peut également s'interroger sur la nature du ou des phénomènes ayant entraîné des décalages de certaines parties des courbes. Le décalage qui existe entre le maximum de 5150 ans B.P. et également entre l'époque à laquelle le zéro a été coupé à Santos et Cananeia pourrait s'expliquer facilement par un phénomène de flexure continentale. Ce mécanisme pourrait également expliquer l'apparente contradiction de trouver des niveaux plus élevés au nord qu'au sud (MARTIN et SUGUIO, 1979). Par contre, le décalage présenté par les deux courbes entre 2000 ans B.P. et l'actuel peut difficilement s'expliquer par un phénomène de flexure continentale différentielle. De plus, si un phénomène de flexure continentale était la cause des décalages d'altitude notés, on devrait constater des décalages importants des témoins de l'avant-dernière transgression dans ces deux régions. Or il n'en est rien. Il est donc évident que le mécanisme qui a provoqué le décalage entre le maximum de 5150 ans B.P. à Cananeia et à Santos est un phénomène qui s'est produit durant l'Holocène. Il pourrait s'agir d'une flexure continentale liée à l'hydro-isostasie mais il nous semble plus facile d'envisager des modifications de la

surface du géoïde. En effet on peut facilement imaginer que Santos et Cananeia étaient situées sur le flanc d'une même « bosse » du Géoïde qui se serait déplacée horizontalement au cours de l'holocène. On peut également imaginer que la surface du géoïde soit restée stable dans la région de Santos et qu'une petite dépression soit apparue dans la région de Cananeia etc. Cependant, il est bon de noter qu'à une échelle de temps plus grande (100 000 ans), le phénomène de flexure continentale semble jouer un rôle non négligeable. En effet, l'importance de la formation Cananeia diminue du sud vers le nord et elle disparaît dans la partie nord du littoral. Il est pratiquement certain qu'un phénomène de flexure continentale a entraîné une différenciation morphologique de la marge continentale. Il est donc possible que le phénomène de flexure continentale joue un rôle dans la composante locale (même à l'échelle de l'holocène) mais son rôle pourrait être masqué par un phénomène beaucoup plus important (déformation de la surface du géoïde).

Dans la partie du littoral située sur le graben de Guanabara, une composante négative due à l'effondrement d'un bloc limité par des failles perpendiculaires à la côte s'est ajouté à la composante locale qui existe sur le reste du littoral. La résultante serait négative, ce qui expliquerait l'absence de dépôts marins situés au-dessus du niveau actuel de la mer.

Sur le littoral de l'état de Bahia, la courbe de Salvador présente la même forme que la courbe de Santos. Le maximum de 5150 ans B.P. semble toutefois avoir atteint une côte légèrement plus élevée. Ici aussi, les témoins laissés par l'avant-dernière transgression sont situés pratiquement à la même altitude que ceux des régions de Cananeia et Santos. Le phénomène qui a provoqué le décalage entre la position du maximum de 5150 ans B.P. ne peut donc être qu'Holocène. Par contre, il est bien évident que les décalages que l'on constate entre les anciennes lignes de rivage de certains secteurs de la baie de Todos os Santos sont dus à des mouvements verticaux relatifs de certaines parties du graben du Recôncavo.

#### MÉCANISMES DE LA SÉDIMENTATION QUATERNAIRE SUR LE LITTORAL

Les variations du niveau relatif de la mer durant le Quaternaire ont été le facteur principal de la sédimentation sur le littoral des états de São Paulo et Bahia. Les dépôts que l'on y rencontre sont liés aux deux derniers épisodes transgressifs ayant dépassé le niveau actuel de la mer. SUGUIO et MARTIN (1976) ont proposé un schéma montrant le mécanisme de formation des plaines quaternaires du littoral

pauliste. Pour illustrer ce mécanisme de formation, nous pouvons prendre le cas de la plaine quaternaire de Cananeia - Iguape. En effet, les différentes étapes de sa formation peuvent se retrouver en partie ou en totalité dans les autres plaines sédimentaires du littoral des états de São Paulo et Bahia. Les différents stades de la formation de la plaine sédimentaire de Cananeia - Iguape sont les suivants (fig. 14).

*1<sup>er</sup> stade.* A l'époque du maximum de la transgression Cananeia, la mer a atteint le pied de la Serra do Mar. Au cours de cette transgression, des sédiments argilo-sableux transitionnels puis des sables littoraux transgressifs ont recouvert la formation Pariquera - Açu.

*2<sup>e</sup> stade.* Avec le début de la régression, des sables régressifs caractérisés par la présence de cordons littoraux, se sont déposés.

*3<sup>e</sup> stade.* Pendant toute la période durant laquelle le niveau relatif de la mer est resté inférieur au niveau actuel, un drainage s'est installé sur la Formation Cananeia et y a creusé des vallées profondes. La superficie originelle de la formation avec ses cordons littoraux a été préservée entre les vallées.

*4<sup>e</sup> stade.* Au cours de la dernière transgression, la mer a pénétré en premier dans les zones basses de la Formation Cananeia en y formant un réseau de lagunes. Dans le même temps, la mer a érodé la partie frontale de la Formation Cananeia et déposé des sables transgressifs.

*5<sup>e</sup> stade.* Au cours de la régression qui a suivi le maximum de la dernière transgression, des sables régressifs, caractérisés par la présence de cordons littoraux se sont déposés. Les oscillations du niveau relatif de la mer ont pu entraîner la formation de plusieurs générations de cordons.

Dans certaines régions, il peut arriver qu'à l'époque des maxima il se forme une île barrière qui isole une zone lagunaire. Au cours de la régression les cordons se formeront à partir de cette île barrière et la lagune s'assèchera. (fig. 14). Ceci explique pourquoi il existe souvent entre la terrasse pléistocène et la terrasse holocène une zone plus basse marécageuse. Le même phénomène a pu se produire durant les petites phases transgressives holocènes.

#### CONCLUSION

L'avant-dernière transgression a laissé, tant sur le littoral pauliste que sur le littoral de l'état de Bahia, des terrasses sableuses très importantes dont le sommet se situe entre 8 et 10 m au-dessus du niveau de la marée haute actuelle. La répartition et l'ampleur de ces terrasses sont souvent liées à



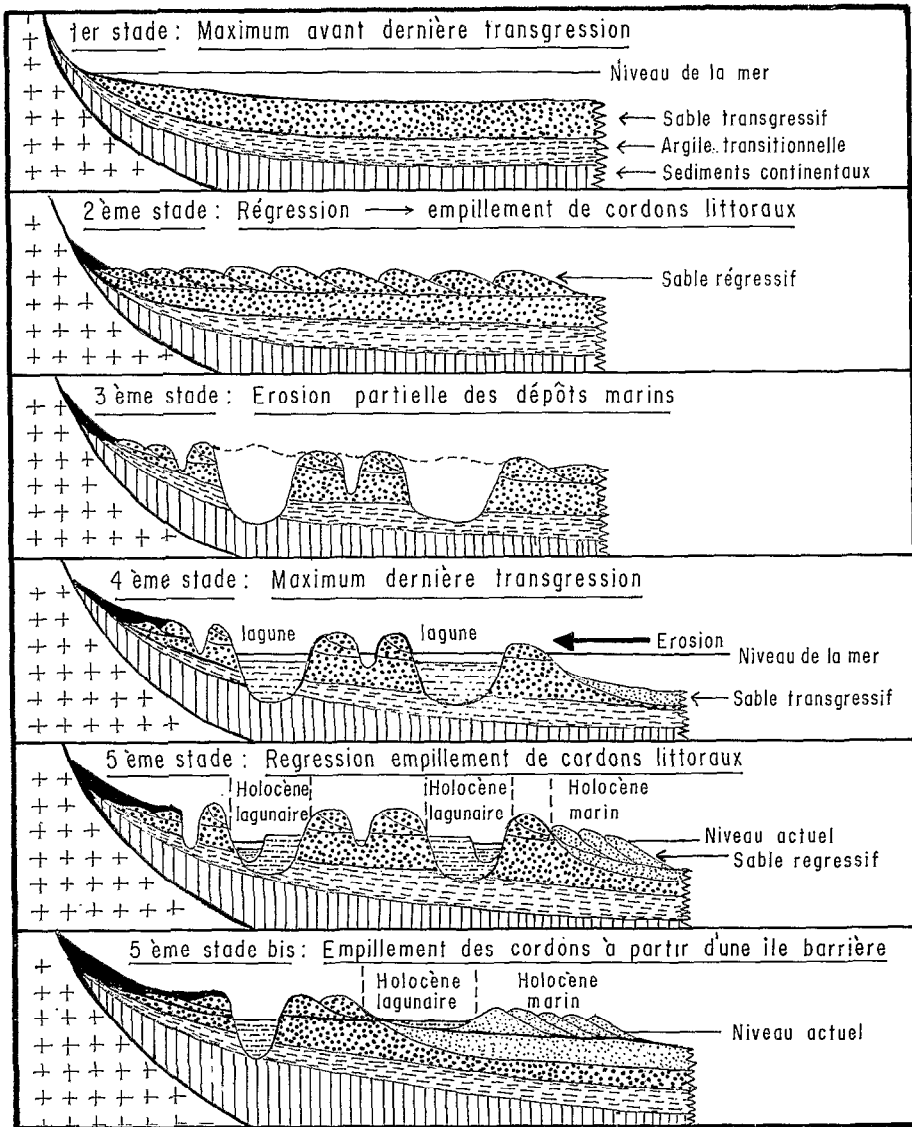


Fig. 14. — Schéma de la sédimentation quaternaire.

des caractéristiques morphologiques, elles-mêmes dépendantes de caractéristiques structurales. La disparition de ces terrasses dans le nord du littoral pauliste et sud fluminense est peut-être la conséquence directe ou indirecte d'un phénomène de flexure continentale différentielle. La partie finale de la dernière transgression est très bien connue grâce à de nombreuses datations au  $^{14}\text{C}$ . Aussi a-t-il été possible de reconstruire, dans l'espace et dans le temps, d'anciennes positions du niveau relatif de la mer. A partir de ces données, nous avons pu établir, pour plusieurs secteurs du littoral, des courbes de variation du niveau relatif de la mer

au cours des 7000 dernières années. Dans les secteurs où les données n'ont pas été assez nombreuses pour établir des courbes complètes, nous avons construit des morceaux de courbes. La comparaison de ces diverses courbes ou morceaux de courbes montre que celles-ci présentent de grandes similitudes de forme ; par contre, on note la présence de décalage trop constants pour être fortuits. Au vu de ces courbes, il apparaît que le niveau moyen relatif de la mer a oscillé, passant par deux maxima et un minimum sur le littoral pauliste et 3 maxima et 2 minima sur le littoral de l'état de Bahia. La non confirmation de l'existence d'un 2<sup>e</sup> minimum et

d'un 3<sup>e</sup> maximum sur le littoral pauliste est peut-être due à l'absence de bons marqueurs entre 3000 et 2500 ans B.P. Le fait que les terrasses pléistocènes des régions de Cananeia, de Santos et du littoral de l'état de Bahia n'aient pas été décalées d'une façon notable, montre que le phénomène qui a provoqué le décalage des niveaux de la dernière transgression est d'âge holocène. Des déformations de la surface du géoïde semblent être le mécanisme qui explique le mieux les fortes oscillations négatives que l'on note et les décalages de niveaux qui apparaissent sur les courbes. Cependant, dans certains secteurs

tel la partie du littoral recoupée par le graben de Guanabara et certains secteurs de la baie de Todos os Santos, des mouvements verticaux de la croûte terrestre ont engendré une composante négative supérieure à la composante locale des autres régions. Enfin, sur le littoral brésilien que nous avons étudié, les variations du niveau relatif de la mer ont été le facteur principal de la sédimentation quaternaire.

*Manuscrit reçu au Service des Publications de l'O.R.S.T.O.M.  
le 14 mars 1980.*

## BIBLIOGRAPHIE

- ALMEIDA (F. F. de), 1975. — The system of continental rifts bordering the Santos Basin, Brazil. *Anais Acad. Bras. Ciênc.*, vol. 48 (suplemento) : 15-26, São Paulo.
- BIGARELLA (J. J.), AB'SABER (A. N.), 1964. — Paläogeographische und paläoklimatische Aspekte des Kanozoikums in Südbrazilien. *Zeitscher. Geomorph.*, NF 8 : 286-312.
- BIGARELLA (J. J.), MOUSINHO (M. R.), 1965. — Contribuição ao estudo da formação Pariquera. *Agu, Estado de São Paulo. Bol. Paran. Geografia*, n° 16/17 : 17-41, Curitiba.
- BITTENCOURT (A. C. S. P.), VILAS BOAS (G. S.), FLEXOR (J. M.), MARTIN (L.), 1978. — Excursion sur le littoral de la région de Salvador. Livre Guide. « 1978 International symposium on coastal evolution in the Quaternary » : 115 p. *multigr.* (Portugais, Français et Anglais). São Paulo.
- BITTENCOURT (A. C. S. P.), MARTIN (L.), VILAS BOAS (G. S.), FLEXOR (J. M.), 1979. — The marine Quaternary formations of the Coast of the state of Bahia (Brazil). Proceedings of the « 1978 International symposium on coastal evolution in the Quaternary », Suguio, Fairchild, Martin et Flexor ed. : 232, 253, São Paulo.
- BITTENCOURT (A. C. S. P.), VILAS BOAS (G. S.), FLEXOR (J. M.), MARTIN (L.), 1979. — Geologia dos depósitos quaternários no litoral do Estado da Bahia. Geologia e recursos minerais do Estado da Bahia. Textos Básicos, vol. 1 : 2-21, Secretaria das Minas e Energia, Salvador.
- CLARK (J. A.), BLOOM (A. L.), 1979. — Hydro-isostasy and holocene emergence of South America. Proceedings of the « 1978 International symposium on coastal evolution in the Quaternary », Suguio, Fairchild, Martin et Flexor ed. : 41-60, São Paulo.
- FLEXOR (J. M.), MARTIN (L.), 1978. — Sobre a utilização da razão  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  no estudo da origem do cimento dos arenitos de praia da região de Salvador (Bahia). *Anais do XXX Congresso Brasileiro de Geologia*, vol. 2 : 880-886, Recife.
- FLEXOR (J. M.), MARTIN (L.), SUGUIO (K.), 1978. — Sobre a utilização da razão isotópica  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  na determinação de paleoambientes marinhos e lagunares. *Anais do XXX Congresso Brasileiro de Geologia*, vol. 2 : 887-896, Recife.
- FLEXOR (J. M.), MARTIN (L.), 1979. — Sur l'utilisation des grès coquilliers de la région de Salvador (Brésil) dans la reconstruction des lignes de rivage holocènes. Proceedings of the « 1978 International symposium on coastal evolution in the Quaternary », Suguio, Fairchild, Martin et Flexor ed. : 343-355, São Paulo.
- FLEXOR (J. M.), MARTIN (L.), SUGUIO (K.), 1979. — Utilisation du rapport isotopique  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  comme indicateur d'oscillations lagunaires. Proceedings of the « 1978 International Symposium on coastal evolution in the Quaternary », Suguio, Fairchild, Martin et Flexor ed. : 356-375, São Paulo.
- FULFARO (V. J.), 1974. — Tectônica do alinhamento estrutural do Paranapanema. *Bol. IG Inst. de Geociências*, U SP, vol. 5 : 129-138, São Paulo.
- FULFARO (V. J.), PONÇANO (W. L.), 1974. — Recent tectonic features in the Serra do Mar region, State of São Paulo, Brazil, and their importance to engineering geology. 2nd Congress of the Intern. Assoc. of Engineering Geology, Proceedings, vol. I : 107-117, São Paulo.
- GUIMARÃES (M. M. M.), MARTIN (L.), 1978. — Diferenciação morfológica das areias da região nordeste de Salvador. Cronologia da deposição. *Anais do XXX Congresso Brasileiro de Geologia*, vol. 2 : 897-904, Recife.
- LABOREL (J.), 1967. — Les peuplements de Madréporaires des côtes tropicales du Brésil. Thèse d'État, Marseille : 313 p.
- LABOREL (J.), 1979. — Fixed marine organisms as Biological indicators for the study of recent sea level and climatic variations along the Brazilian tropical coast. Proceedings of the 1978 International Symposium on coastal evolution in the Quaternary Suguio, Fairchild, Martin, Flexor ed. : 193-211, São Paulo.
- MABESONE (J. M.), CAMPOS E SILVA (A.) et BEURLEN (K.), 1972. — Estratigrafia e Origem do Grupo Barreiras em Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte. *Rev. Bras. Geociênc.* 2 (3) : 173-188.
- MARTIN (L.), SUGUIO (K.), 1975. — The State of São Paulo coastal marine quaternary geology. The ancient shorelines. *An. Ac. Brasil. Ciênc.*, vol. 47 : (suplemento) 249-263.

- MARTIN (L.), SUGUIO (K.), 1976. — Étude préliminaire du Quaternaire marin : comparaison du littoral de São Paulo et de Salvador de Bahia (Bresil). *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Géol.*, vol. VIII, n° 1 : 33-47.
- MARTIN (L.), SUGUIO (K.), 1976. — O Quaternário marinho do Estado de São Paulo. *Anais do XXIX Congresso Brasileiro de Geologia*, Belo Horizonte (sous presse).
- MARTIN (L.), SUGUIO (K.), 1976. — Les variations du niveau de la mer au Quaternaire récent dans le sud de l'état de São Paulo (Brésil). Utilisation des « sambaquis » dans la détermination des anciennes lignes de rivage holocènes. Actes du XLII Congrès Intern. des Americanistes, vol. IX, 73-83, Paris.
- MARTIN (L.), SUGUIO (K.), 1978. — Excursion route along the coastline between the town of Cananeia (State of São Paulo) and Guaratiba outlet (state of Rio de Janeiro). « 1978 International symposium on coastal evolution in the Quaternary », Special publication n° 2, 98 p. *multigr.*, São Paulo.
- MARTIN (L.), SUGUIO (K.), 1978. — Ilha Comprida : um exemplo de ilha barreira ligado as flutuações do nível marinho durante o Quaternário. *Anais do XXX Congresso Brasileiro de Geologia*, vol. 2 : 905-912, Recife.
- MARTIN (L.), SUGUIO (K.), FLEXOR (J. M.), 1979. — Le Quaternaire marin entre Cananeia (São Paulo) et Barra de Guaratinga (Rio de Janeiro). Proceedings of the « 1978 International symposium on coastal evolution in the Quaternary », Suguio, Fairchild, Martin et Flexor ed. : 296-331, São Paulo.
- MARTIN (L.), SUGUIO (K.), FLEXOR (J. M.), 1979. — Précautions sur l'utilisation des datations par le radiocarbone pour la reconstruction des anciens niveaux marins (additif et correctif à : « Le Quaternaire marin du littoral brésilien entre Cananeia et Barra de Guaratiba. Proceedings of the « 1978 International symposium on coastal evolution in the Quaternary », Suguio, Fairchild, Martin et Suguio ed. : 332-342, São Paulo.
- MARTIN (L.), BITTENCOURT (A. C. S. P.), VILAS BOAS (G. S.), FLEXOR (J. M.), 1979. — Introdução ao estudo do Quaternário do litoral do Estado da Bahia. Trecho Salvador-Ilheus. *Revista Brasileira de Geociências*, vol. 9, n° 4, 309-320.
- MARTIN (L.), FLEXOR (J. M.), VILAS BOAS (G. S.), BITTENCOURT (A. C. S. P.), GUIMARÃES (M. M. M.), 1979. — Courbe de variation du niveau relatif de la mer au cours des 7000 dernières années sur un secteur homogène du littoral brésilien (nord de Salvador). — Proceedings of the « 1978 International symposium on coastal evolution in the Quaternary », Suguio, Fairchild, Martin et Flexor ed. : 264-274, São Paulo.
- MARTINS (L. R.), MARTINS (I. R.), CALLIARI (L. J.), WILLWOCK (J. A.), 1978. A ocorrência de lama na praia do Cassino, R.S. XXX Congresso Brasileiro de Geologia, resumos das comunicações : 177, Recife.
- PETRI (S.), SUGUIO (K.), 1973. — Stratigraphy of the Iguape-Cananeia lagoonal region sedimentary deposits, São Paulo State, Brazil. Part II : heavy mineral studies, microorganisms inventories and stratigraphical interpretations. *Bol. IG Inst. de Geociências*, USP, vol. 4 : 71-85, São Paulo.
- PONÇANO (W. L.), 1976. — Sedimentos atual na baía de Sepetiba, Estado do Rio de Janeiro. Um estudo para avaliação da viabilidade geotécnica de implantação de um porto. Dissert. de Mestrado. Inst. Geociências U. S.-P., 2 vol., 44 p. São Paulo.
- SAMPAIO (T. F.), 1916. — Movimentos sísmicos na Bahia de Todos os Santos e seus anedores. Congr. Bras. Geogr., 5º, Salvador : 355-367.
- SAMPAIO (T. F.), 1920. — Tremores de terra na Bahia em 1919. *Inst. Geogr. Hist. Bahia, Rev. anno XXVII*, n° 46 : 183-195.
- SUGUIO (K.), 1969. — Contribuição à geologia da bacia de Taubaté, Vale da Paraíba, Estado de São Paulo. Bol. n° especial, Fac. Fil. Ciênc. e Letras, USP : 106 p., São Paulo.
- SUGUIO (K.), MARTIN (L.), 1976. — Brazilian coastline quaternary formations. The states of São Paulo and Bahia littoral evolutive schemes. *An. Ac. brasil. Ciênc.*, vol. 48 (suplemento) : 325-334.
- SUGUIO (K.), MARTIN (L.), 1976. — Presença de tubos fósseis de « *Callianassa* » nas formações quaternárias do litoral paulista e sua utilização na reconstrução paleoambiental. *Bol. IG Inst. Geociências*, USP, vol. 7 : 17-26, São Paulo.
- SUGUIO (K.), MARTIN (L.), FLEXOR (J. M.), 1976. — Les variations relatives du niveau de la mer au Quaternaire récent dans la région de Cananeia-Iguape (São Paulo). *Bol. IG Inst. de Geociências* USP, vol. 7 : 113-129, São Paulo.
- SUGUIO (K.), MARTIN (L.), 1976. — Mecanismos de gênese das planícies sedimentares quaternárias do litoral do Estado de São Paulo. *Anais do XXIX Congresso Brasileiro de Geologia* : (sous presse), Belo Horizonte.
- SUGUIO (K.), MARTIN (L.), 1978. — Quaternary marine formations of the state of São Paulo and southern Rio de Janeiro. Special publication n° 1 « 1978 International symposium on coastal evolution in the Quaternary » : 55 p. *multigr.* (anglais, portugais), 8 cartes en couleurs au 1/100 000<sup>e</sup>, São Paulo.
- SUGUIO (K.), MARTIN (L.), FLEXOR (J. M.), 1980. — Sea-level fluctuations during the past 6000 years along the coast of the state of São Paulo, Brazil. X<sup>e</sup> Congrès INQUA, Birmingham 1977, *In : Earth Rheology, Isostasy and Eustasy*, Morner ed., John Willey and sons : 471-486.
- SUGUIO (K.) et PETRI (S.), 1973. — Stratigraphy of the Iguape-Cananeia Lagoonal region sedimentary deposits, São Paulo State, Brazil. Part I : Field Observations and grain size analysis. *Bol. IG, Inst. Geociências*, JUSP, vol. 4 : 1-20, São Paulo.
- TRICART (S.), CARDOSO DA SILVA (T.), 1968. — Estudo de Geomorfologia da Bahia e Sergipe. Publ. da Fundação para o desenvolvimento da Ciência na Bahia : 167 p.
- VILAS BOAS (G. S.), MARTIN (L.), BITTENCOURT (A. C. S. P.), FLEXOR (J. M.), 1979. — Paleogeographic and paleoclimatic evolution during the Quaternary in the northern half of the coast of the State of Bahia, Brazil. Proceedings of the « 1978 International symposium on coastal evolution in the Quaternary », Suguio, Fairchild, Martin et Flexor ed. : 254-263, São Paulo.

## ADDENDUM

LISTE DES DATATIONS AU  $^{14}\text{C}$ 

## 1. LITTORAL PAULISTE

## 1.1. Plaine de Cananeia-Iguape

## a. Échantillons géologiques

RÉF.	NATURE ÉCHANTILLON	POSITION DU NIVEAU MARIN FOSSILE PAR RAPPORT AU ZÉRO ACTUEL.	AGES B.P.	REF. LAB.	COORDONNÉES
A. 73	Bois	# 0	$\geq 32000$	Bah. 227	25° 00, 0' S 48° 00, 0' W
A. 334	Bois	> 0	$\geq 32000$	Bah. 627	24° 52, 5' S 47° 55, 0' W
A. 86	Bois	+ 0,3 ( $\pm 0,4$ ) m	6650 $\pm$ 120	Bah. 228	25° 00, 0' S 47° 54, 0' W
A. 335	Bois	0 ( $\pm 0,4$ ) m	6520 $\pm$ 150	Bah. 628	25° 00, 0' S 47° 54, 0' W
A. 93	Bois	- 0,4 ( $\pm 0,4$ ) m	6450 $\pm$ 170	Bah. 230	24° 59, 7' S 47° 53, 7' W
A. 138	Bois	> 0	6190 $\pm$ 175	Bah. 231	24° 39, 7' S 47° 43, 0' W
A. 55	Bois	+ 1,2 ( $\pm 0,4$ ) m	6000 $\pm$ 160	Bah. 226	25° 12, 7' S 48° 01, 7' W
A. 89	Coquilles	+ 1,5 ( $\pm 0,4$ ) m	5410 $\pm$ 120	Gif. 3444	25° 00, 0' S 47° 53, 8' W
A. 90	Bois	+ 1,5 ( $\pm 0,4$ ) m	5290 $\pm$ 110	Bah. 229	25° 00, 0' S 47° 53, 8' W
A. 28	Coquilles	+ 1,5 ( $\pm 0,4$ ) m	4400 $\pm$ 110	Gif. 3439	25° 09, 2' S 47° 02, 1' W
A. 337	Bois	+ 2,0 ( $\pm 0,4$ ) m	3780 $\pm$ 110	Bah. 630	24° 51, 9' S 47° 47, 8' W
A. 131	Débris	+ 0,5 ( $\pm 0,4$ ) m	3710 $\pm$ 140	Bah. 445	24° 51, 2' S 47° 28, 5' W
A. 23	Bois	# 0	690 $\pm$ 90	Gif. 3438	25° 01, 9' S 47° 55, 0' W

## b. Échantillons de « sambaquis »

RÉF.	NOMS	POSITION DU NIVEAU MARIN FOSSILE PAR RAPPORT AU ZÉRO ACTUEL.	AGES B.P.	RÉF. LAB.	COORDONNÉES
I Ph 7*	Itapoã III	> 0	5245 $\pm$ 135	Bah. 365	24° 53, 0' S 47° 53, 0' W
A 137	Jataituba	Près d'un maximum	5240 $\pm$ 150	Bah. 346	24° 38, 0' S 47° 42, 8' W
I Ph 1*	Guaxixi	> 0	5110 $\pm$ 100	Bah. 370	24° 55, 0' S 47° 52, 0' W
I Ph 4*	Vapumaúva		5080 $\pm$ 60	Bah. 365	24° 52, 9' S 47° 53, 8' W
A 140	Pariquera-Açu	Près d'un maximum	5035 $\pm$ 140	Bah. 295	24° 37, 6' S 47° 43, 5' W
I Ph 9*	Juruvaúva I	> 0	5010 $\pm$ 115	Bah. 359	24° 56, 0' S 47° 50, 0' W
I Ph 11*	Juruvaúva III	> 0	4970 $\pm$ 110	Bah. 361	24° 56, 0' S 47° 50, 0' W

RÉF.	NOMS	POSITION DU NIVEAU MARIN FOSSILE PAR RAPPORT AU ZÉRO ACTUEL.	AGES B.P.	RÉF. LAB.	COORDONNÉES
A 30	Batatal	> 0	4920 ± 100	I. 9186	25° 02, 7' W 47° 58, 2' W
A 123	Roi das Pedras III	Près d'un maximum	4860 ± 100	Bah. 343	24° 28, 0' S 47° 23, 0' W
A 44	Momuna	> 0	4790 ± 115	Bah. 308	24° 41, 5' S 47° 37, 5' W
A 121	Rio das Pedras I	> 0	4750 ± 110 4710 ± 145	Gif. 3641 Bah. 300	24° 30, 0' S 47° 28, 0' W
I Ph 8*	Vapumaúva II	Inférieur à +3 m	4680 ± 110	Bah. 362	24° 53, 0' S 47° 53, 6' W
A 175	Rio Comprido	> 0	4560 ± 110	Gif. 3646	24° 27, 8' S 47° 13, 4' W
E 91	Rio Nóbrega	Inférieur à +3 m	4380 ± 160	SPC 21	25° 00, 0' S 47° 55, 5' W
A 3	Cananeia	> 0	4340 ± 110 4300 ± 140	Gif. 3435 Bah. 302	25° 01, 5' S 48° 03, 5' W
I Ph 10*	Juruvaúva II	> 0	4305 ± 140	Bah. 360	24° 56, 0' S 47° 50, 0' W
I Ph 6*	Itapoá II	?	4215 ± 140	Bah. 364	24° 52, 0' S 47° 53, 0' W
A 50	Arapira II	Inférieur à +0,5 m	4175 ± 100	Bah. 290	25° 01, 5' S 48° 03, 5' W
A 16	Boguaçu II	Inférieur à +1,5 m	4160 ± 95 4120 ± 110	Bah. 303 Gif. 3436	24° 59, 0' S 48° 03, 5' W
I Ph 5*	Itapoá I		4100 ± 110	Bah. 365	24° 12, 0' S 47° 59, 0' W
A 58	Tapera	Inférieur à +1,5 m	4010 ± 110	Bah. 291	25° 02, 0' S 47° 59, 0' W
A 115	Ubatuba	Inférieur à +2 m	3870 ± 100	Bah. 294	24° 51, 5' S 47° 45, 5' W
A 29	Arapira I	Égal ou inférieur à 0	3790 ± 110	Gif. 3437	25° 08, 2' S 48° 02, 1' W
I Ph 3 (*)	Estaleiro		3690 ± 80	Bah. 367	25° 03, 0' S 48° 03, 0' W
A 47	Fosfasa	> 0	3350 ± 135	Bah. 340	25° 01, 5' S 48° 03, 5' W
A 25	Pererinha	Après un maximum	3330 ± 125	Bah. 286	25° 05, 0' S 48° 01, 0' W
A 149	Boguaçu III	Après un maximum	3220 ± 90 3090 ± 110	Bah. 307 Gif. 3645	24° 58, 4' S 47° 51, 7' W
A 11	Boguaçu I	Inférieur à +2,5 m	3080 ± 55	Bah. 285	24° 58, 6' S 47° 53, 4' W
A 154	Pindu	> 0	3090 ± 120	Bah. 348	24° 39, 0' S 47° 29, 0' W
I Ph 2*	Guarapari	Inférieur à +1 m	2285 ± 45	Bah. 368	25° 03, 0' S 48° 01, 0' W
A 81	Rio das Minas	Inférieur à +0,5 m	1850 ± 100	Gif. 3643	25° 01, 5' S 48° 02, 0' W
A 144	São Bernardo	Inférieur à +4,0 m	1840 ± 150	Bah. 347	24° 47, 0' S 47° 40, 0' W
A 65	Sambaquinho	Inférieur à +0,5 m	1500 ± 120	Bah. 292	25° 04, 0' S 48° 02, 0' W
A 69*	Itapitangui	Inférieur à +1,5 m	1490 ± 120	Bah. 293	25° 00, 7' S 48° 00, 0' W

(\*) Échantillons prélevés par CAIO DEL RIO GARCIA et Dorath PINTO UCHOA de l'Institut de Préhistoire de l'Université de São Paulo.

1.2. *Plathe d'Ilhanhaen*a. *Échantillons géologiques*

RÉF.	NATURE ÉCHANTILLON	POSITION DU NIVEAU MARIN FOSSILE PAR RAPPORT AU ZÉRO ACTUEL	AGES B.P.	RÉF. LAB.	COORDONNÉES
A 205	Vermets	+ 1,3 ( $\pm 0,4$ ) m	6280 $\pm$ 135	Bah. 350	24° 12, 0' S 46° 48, 6' W
A 186	Bois	> 0	5275 $\pm$ 125	Bah. 349	24° 12, 5' S 46° 26, 2' W
A 203	Vermets	Transgression + 1,6 ( $\pm 0,4$ ) m	1105 $\pm$ 115	Bah. 325	24° 12, 0' S 46° 48, 6' W

b. *Échantillons de « Sambaquis »*

RÉF.	NOMS	POSITION DU NIVEAU MARIN FOSSILE PAR RAPPORT AU ZÉRO ACTUEL	AGES B.P.	RÉF. LAB.	COORDONNÉES
A 170	Rio Branco	> 0	5970 $\pm$ 140	Bah. 297	24° 04, 3' S 46° 48, 0' W
A 196	Rio Preto	> 0	4635 $\pm$ 100	Bah. 331	24° 08, 0' S 46° 54, 0' W
A 169	Araraú	> 0	4630 $\pm$ 130	Bah. 269	24° 08, 3' S 46° 55, 8' W
A 269	Mundo Novo	> 0	4575 $\pm$ 110	Bah. 446	24° 08, 1' S 46° 57, 1' W

I. 3. *Plaine de Santos*a. *Échantillons géologiques*

RÉF.	NATURE ÉCHANTILLON	POSITION DU NIVEAU MARIN FOSSILE PAR RAPPORT AU ZÉRO ACTUEL	AGES B.P.	RÉF. LAB.	COORDONNÉES
A 225	Bois	> 0	> 35000	Gif. 3844	23° 58, 0' S 46° 25, 0' W
A 988	Bois	- 11 ( $\pm 1$ ) m	7550 $\pm$ 170	Bah. 233	23° 52, 7' S 46° 26, 1' W
A 272	Bois	+ 1 ( $\pm 0,4$ ) m	6565 $\pm$ 115	Bah. 449	24° 00, 8' S 46° 23, 3' W
A 234	Bois	Inférieur à +2 m	6480 $\pm$ 75 6250 $\pm$ 130	Bah. 327 Gif. 3845	24° 00, 8' S 46° 23, 8' W
A 242	Bois	+ 1,5 ( $\pm 0,4$ ) m	6380 $\pm$ 110	Bah. 354	24° 00, 5' S 46° 30, 9' W
A 238	Bois	+ 0,8 ( $\pm 0,4$ ) m	6280 $\pm$ 130	Gif. 3646	23° 57, 2' S 46° 26, 3' W
A 237	Coquilles	+ 1,3 ( $\pm 0,4$ ) m	6200 $\pm$ 165	Bah. 392	24° 00, 8' S 46° 23, 3' W
A 273	Bois	+ 1,7 ( $\pm 0,4$ ) m	5795 $\pm$ 125	Bah. 450	24° 00, 8' S 46° 23, 3' W
A 232	Bois	+ 2,4 ( $\pm 0,4$ ) m	5455 $\pm$ 170	Bah. 326	24° 00, 8' S 46° 23, 3' W

RÉF.	NATURE ÉCHANTILLON	POSITION DU NIVEAU MARIN FOSSILE PAR RAPPORT AU ZÉRO ACTUEL	AGES B.P.	RÉF. LAB.	COORDONNÉES
A 254	Vermets+algues	+ 3,8 (± 0,4) m	5010 ± 120	Bah. 354	23° 52, 3' W 46° 50, 8' W
Lab. 1	Vermets	+ 3,0 (± 0,4) m	4480 ± 180	Gif. 2147	23° 55, 0' S 46° 14, 0' W
A 247	Coquilles	+ 2,5 (± 0,5) m	4210 ± 145	Bah. 353	23° 57, 2' S 46° 26, 4' W
A 244	Vermets	+ 2,6 (± 0,4) m	3625 ± 100	Bah. 352	24° 00, 9' S 46° 17, 7' W
A 249	Vermets	+ 1,4 (± 0,4) m	790 ± 90	Gif. 3848	23° 58, 4' S 46° 11, 3' W
A 270	Bois	+ 0,4 (± 0,4) m	330 ± 80	Bah. 447	24° 00, 8' S 46° 23, 3' W

## b. Échantillons de « Sambaquis »

RÉF.	POSITION DU NIVEAU MARIN FOSSILE PAR RAPPORT AU ZÉRO ACTUEL	AGES B.P.	RÉF. LAB.	COORDONNÉES
Piaçaguera (1)	> 0	4930 ± 110	I. 4491	23° 51, 8' S 46° 22, 1' W
A 229	Inférieur à +3,5 m	4520 ± 150	Bah. 328	24° 00, 1' S 46° 26, 2' W
Mar Casado (2)	Inférieur à +3,0 m	4400 ± 130	Gif. 1194	23° 57, 9' S 46° 11, 5' W
Casquerinho (3)	Indifférent	4300 ± 180	SPC. 15	23° 53, 0' S 46° 23, 2' W
Maratuá (4)	Inférieur au niveau actuel	3925 ± 145 3865 ± 95	Bah. 382 I. 9185	23° 57, 0' S 46° 15, 0' W
A 219	Inférieur à 1 m	545 ± 90	Bah. 330	23° 55, 8' S 46° 24, 8' W

## I.4. Plaine de Bertioaga

RÉF.	NATURE ÉCHANTILLON	POSITION DU NIVEAU MARIN FOSSILE PAR RAPPORT AU ZÉRO ACTUEL	AGES B.P.	RÉF. LAB.	COORDONNÉES
A 256	Bois	+ 1 (± 0,5) m	6020 ± 130	Gif. 3850	23° 50, 5' S 46° 08, 6' W
A 262	Coquilles	+ 1,9 (± 0,5) m	5470 ± 100	Bah. 609	23° 49, 1' S 46° 02, 2' W
A 274	Bois	+ 2,5 (± 0,5) m	3520 ± 130	Bah. 498	23° 49, 8' S 46° 08, 1' W
A 266	Vermets	+ 1,6 (± 0,4) m	2240 ± 90	Bah. 357	23° 47, 8' S 45° 59, 7' W
A 267	Vermets	+ 1,5 (± 0,4) m	1985 ± 120	Bah. 358	23° 45, 9' S 45° 48, 1' W
A 264	Vermets	+ 1 (± 0,4) m	1270 ± 130	Bah. 356	23° 49, 2' S 46° 02, 2' W

(1) Prélevé par CAIO DEL RIO GARCIA et Dorath PINTO UGHOA.

(2) Prélevé par Paulo DUARTE.

(3) Prélevé par J. A. de MORAES PASSOS.

(4) Prélevé par J. EMPERAIRE.

1.5. *Partie du littoral entre São Sebastião et la Serra do Parati*

RÉF.	NATURE ÉCHANTILLON	POSITION DU NIVEAU MARIN FOSSILE PAR RAPPORT AU ZÉRO ACTUEL	AGES B.P.	RÉF. LAB.	COORDONNÉES
SPO 5.2.	Bois	- 16,5 ( $\pm 1$ ) m	8030 $\pm$ 150	Gif. 3434	23° 39, 3' S 45° 29, 0' W
SPO 5.1	Bois	- 12,5 ( $\pm 1$ ) m	7950 $\pm$ 220	Gif. 3433	23° 39, 3' S 45° 29, 0' W
A 300	Coquilles	+ 1 ( $\pm 1$ ) m	6905 $\pm$ 185	Bah. 455	23° 40, 6' S 45° 28, 6' W
A 302	Coquilles	+ 1 ( $\pm 1$ ) m	6890 $\pm$ 175	Bah. 456	23° 41, 3' S 45° 28, 6' W
A 282	Huitres fixées	Supérieur à +1,6 m	4605 $\pm$ 150	Bah. 462	23° 44, 9' S 45° 28, 8' W
A 281	Vermets	+ (1,9 $\pm$ 0,5) m	4455 $\pm$ 145	Bah. 461	23° 44, 9' S
A 293	Coquilles	> 0	4405 $\pm$ 110	Bah. 454	45° 28, 8' W 23° 38, 8' S 45° 27, 2' W
A 290	Coquilles	> 0 Période Transg.	2750 $\pm$ 130	Bah. 452	23° 38, 5' S 45° 26, 1' W
A 280	Vermets	+ 0,8 ( $\pm 0,4$ ) m	2665 $\pm$ 130	Bah. 460	23° 44, 9' S 45° 20, 8' W
A 295	Coquilles	> 0 Régression	2565 $\pm$ 130	Bah. 476	23° 39, 9' S 45° 26, 6' W
A 309	Vermets	+ 1,2 ( $\pm 0,4$ ) m	2530 $\pm$ 130	Bah. 469	23° 29, 6' S 45° 05, 9' W
A 307	Coquilles	+ 1,5 ( $\pm 0,4$ ) m	2085 $\pm$ 140	Bah. 457	23° 34, 4' S 45° 17, 5' W
A 308	Vermets	+ 1,2 ( $\pm 0,4$ ) m	1840 $\pm$ 140	Bah. 468	23° 30, 0' S 45° 08, 5' W
A 311	Vermets	+ 0,7 ( $\pm 0,4$ ) m	1265 $\pm$ 140	Bah. 481	23° 19, 9' S 45° 54, 8' W
A 296	Coquilles	> 0 Régression	1325 $\pm$ 140	Bah. 477	23° 39, 8' S 45° 26, 1' W
A 288	Coquilles	> 0	1225 $\pm$ 85	Bah. 475	23° 39, 6' S 45° 25, 8' W
A 291	Coquilles	> 0	885 $\pm$ 115	Bah. 453	23° 38, 5' S 45° 26, 1' W
A 305	Vermets	+ 1,0 ( $\pm 0,4$ ) m	865 $\pm$ 90	Bah. 463	23° 37, 9' S 45° 23, 4' W
A 312	Vermets	+ 0,3 ( $\pm 0,4$ ) m	620 $\pm$ 120	Bah. 487	23° 22, 6' S 45° 50, 4' W
A 304	Vermets	+ 0,4 ( $\pm 0,4$ ) m	325 $\pm$ 100	Bah. 480	23° 37, 9' S 45° 23, 4' W



## 2. LITTORAL SUD FLUMINENSE

Serra do Parati. Barra de Guaratiba

RÉF.	NATURE ÉCHANTILLON	POSITION DU NIVEAU MARIN FOSSILE PAR RAPPORT AU ZÉRO ACTUEL	AGES B.P.	RÉF. LAB.	COORDONNÉES
Curray	Huitres fixées	+ 4,8 (± ?)	5200 ± 200	Lj. 1364	22° 57, 0' S 44° 25, 6' W
A 333	Coquilles	> 0	4900 ± 120	Bah. 493	23° 01, 0' S 43° 36, 0' W
Curray II	Huitres fixées	+ 4,8 (± ?)	4800 ± 200	Lj. 970	22° 57, 0' S 44° 25, 6' W
A 340	Coquilles	Supérieur à +1,8 m	4395 ± 140	Bah. 631	22° 58, 7' S 44° 27, 0' W
Laborel II	Vermets	+ 3,0 (± 0,4) m	3420 ± 110	Gif. 1059	23° 00' S 45° 00' W
A 332	Coquilles	Supérieur à +2,5 m	3550 ± 105	Bah. 492	22° 59, 8' S 43° 39, 0' W
A 327	Vermets	+ 1,7 (± 0,4)	3255 ± 100	Bah. 472	22° 57, 8' S 44° 02, 6' W
A 330	Huitres fixées	Supérieur à +1,6 m	3055 ± 140	Bah. 474	22° 55, 7' S 43° 50, 5' W
A 321	Vermets	+ 1,5 (± 0,4) m	2695 ± 130	Bah. 465	22° 58, 7' S 44° 26, 3' W
A 329	Vermets	+ 1,6 (± 0,4) m	2595 ± 130	Bah. 473	22° 55, 7' S 43° 50, 6' W
A 322	Huitres fixées	Supérieur à +1,5 m	2510 ± 125	Bah. 466	22° 58, 7' S 44° 26, 3' W
A 178	Coquilles	Supérieur à +1,5 m	2390 ± 100	Gif. 3647	23° 08, 2' S 44° 42, 0' W
A 316	Vermets	+ 1,4 (± 0,4) m	2300 ± 95	Bah. 470	23° 09, 2' S 43° 41, 8' W
A 315	Huitres fixées	Supérieur à +1,7 m	2300 ± 95	Bah. 464	23° 14, 0' S 44° 42, 0' W
A 320	Vermets	+ 1,5 (± 0,4) m	1840 ± 90	Bah. 471	23° 09, 2' S 43° 41, 8' W
Laborel III	Vermets	+ 1,5 (± 0,4) m	1670 ± 100	Gif. 1060	23° 00' S 45° 00' W
A 328	Vermets	+ 0,8 (± 0,4) m	1630 ± 65	Bah. 499	22° 58, 2' S 44° 02, 8' W
A 325	Vermets	+ 1,0 (± 0,4) m	1490 ± 80	Bah. 482	23° 14, 8' S 44° 37, 6' W
A 318	Vermets	+ 0,7 (± 0,4) m	975 ± 80	Bah. 478	23° 02, 9' S 44° 36, 7' W
A 314	Huitres fixées	Supérieur à +0,9 m	960 ± 110	Bah. 467	23° 14, 4' S 44° 37, 9' W
A 317	Vermets	+ 0,5 (± 0,4) m	500 ± 80	Bah. 489	23° 09, 2' S 43° 41, 8' W
A 313	Vermets	+ 0,4 (± 0,4) m	390 ± 100	Bah. 488	23° 21, 2' S 44° 43, 3' W
Laborel IV	Vermets	+ 0,5 (± 0,4) m	380 ± 90	Gif. 1061	23° 00' S 45° 00' W
A 236	Vermets	+ 0,5 (± 0,4) m	230 ± 60	Bah. 483	23° 01, 0' S 44° 13, 3' W

Les échantillons Curray I et II ont été datés par J. CURRAY (communication personnelle). Les échantillons Laborel II, III, IV ont été prélevés par J. LABOREL (1967).

## 3. LITTORAL DE L'ÉTAT DE BAHIA

## 3.1. Secteur n° 1: Sergipe Ilapoá

RÉF.	NATURE ÉCHANTILLON	POSITION DU NIVEAU MARIN FOSSILE PAR RAPPORT AU ZÉRO ACTUEL	AGES B.P.	RÉF. LAB.	COORDONNÉES
B 145	Bois	- 1,4 ( $\pm 0,5$ ) m	7205 $\pm$ 200	Bah. 614	11° 00, 7' S 37° 38, 2' W
B 156	Coquilles B-R.	+ 1,0 ( $\pm 0,5$ ) m	7025 $\pm$ 195	Bah. 619	11° 58, 2' S 37° 36, 3' W
B 131	Coquilles B-R.	+ 2,2 ( $\pm 0,5$ ) m	6515 $\pm$ 130	Bah. 601	12° 47, 7' S 38° 11, 3' W
B 54	Coquilles B-R.	+ 2,0 ( $\pm 0,5$ ) m	5940 $\pm$ 155	Bah. 543	12° 47, 7' S 38° 11, 3' W
B 44	Coquilles B-R.	+ 2,0 ( $\pm 0,5$ ) m	5470 $\pm$ 160	Bah. 524	12° 22' S 37° 53' W
B 4	Coquilles B-R.	0 ( $\pm 0,5$ ) m	3880 $\pm$ 130	Bah. 497	12° 48, 1' S 38° 12, 0' W
T.C.	Coquilles B-R.	0 ( $\pm 0,5$ ) m	3780 $\pm$ 130	Gif. 2150	12° 47, 7' S 38° 11, 3' W
B 167	Corail	Supérieur à +1,5 m	3545 $\pm$ 105	Bah. 621	12° 34, 8' S 38° 00, 1' W
B 27	Corail	Supérieur à +1,6 m	3290 $\pm$ 55	Bah. 512	12° 40, 0' S 38° 05, 0' W
B 152	Coquilles	0 ( $\pm 0,5$ ) m	2815 $\pm$ 100	Bah. 617	11° 45, 8' S 37° 32, 7' W
B 46	Coquilles B-R.	+ 0,8 ( $\pm 0,5$ ) m	2805 $\pm$ 90	Bah. 525	12° 14' S 37° 58' W
B 3	Coquilles B-R.	0 ( $\pm 0,5$ ) m	2605 $\pm$ 140	Bah. 496	12° 48, 1' S 38° 12, 0' W
B 2	Algues Calc.	Supérieur à 0	1785 $\pm$ 80	Bah. 495	12° 48, 1' S 38° 12, 0' W
B 170	Vermets	+ 0,7 ( $\pm 0,5$ ) m	760 $\pm$ 80	Bah. 622	12° 38, 0' S 38° 03, 0' W

## 3.2. Secteur n° 2: Ilapoá-Barra

RÉF.	NATURE ÉCHANTILLON	POSITION DU NIVEAU MARIN FOSSILE PAR RAPPORT AU ZÉRO ACTUEL	AGES B.P.	RÉF. LAB.	COORDONNÉES
B 112	Coquilles B-R.	0,0 ( $\pm 0,5$ ) m	7095 $\pm$ 125	Bah. 571	13° 00, 4' S 38° 32, 1' W
B 118	Coquilles B-R.	+ 0,6 ( $\pm 0,5$ ) m	6880 $\pm$ 185	Bah. 578	13° 00, 6' S 38° 30, 3' W
B 120	Coquilles B-R.	+ 0,8 ( $\pm 0,5$ ) m	6880 $\pm$ 120	Bah. 586	13° 00, 9' S 38° 29, 1' W
R.V.	Coquilles B-R.	+ 1,7 ( $\pm 0,5$ ) m	6645 $\pm$ 130	Bah. 235	13° 00, 6' S 38° 30, 0' W
B 64	Coquilles	> 0. Trans.	6630 $\pm$ 175	Bah. 558	12° 56, 7' S 38° 24, 3' W
B 25	Coquilles B-R.	+ 1,7 ( $\pm 0,5$ ) m	6610 $\pm$ 180	Bah. 510	13° 00, 6' S 38° 30, 0' W
B 19	Coquilles	+ 1,8 ( $\pm 0,5$ ) m	6500 $\pm$ 175	Bah. 687	12° 57' S 38° 23' W
B 63	Coquilles	> 0. Trans.	6440 $\pm$ 170	Bah. 557	12° 56, 5' S 38° 23, 6' W
B 116	Coquilles	> 0	6300 $\pm$ 170	Bah. 576	13° 00, 5' S 38° 31, 0' W

RÉF.	NATURE ÉCHANTILLON	POSITION DU NIVEAU MARIN FOSSILE PAR RAPPORT AU ZÉRO ACTUEL	AGES B.P.	RÉF. LAB.	COORDONNÉES
B 20	Coquilles	+ 1,8 ( $\pm$ 0,5) m	6240 $\pm$ 155	Bah. 505	12° 57' S 38° 23' W
B 59	Coquilles	> 0. Trans.	6110 $\pm$ 115	Bah. 553	12° 56, 5' S 38° 23, 6' W
B 65	Coquilles	> 0. Trans.	5970 $\pm$ 170	Bah. 559	12° 56, 8' S 38° 25, 7' W
B <sub>3</sub> 18	Coquilles	+ 2,8 ( $\pm$ 0,5) m	5675 $\pm$ 145	Bah. 504	12° 57' S 38° 23' W
B 17	Coquilles	+ 3,0 ( $\pm$ 0,5) m	5265 $\pm$ 150	Bah. 675	12° 57' S 38° 23' W
B 107	Vermets	+ 4,7 ( $\pm$ 0,5) m	5195 $\pm$ 110	Bah. 567	13° 00, 1' S 38° 32, 1' W
B 267	Corail	Supérieur à +2,2 m	4960 $\pm$ 90	Bah. 776	13° 00, 3' S 38° 32, 1' W
B 123	Coquilles B-R.	0,0 ( $\pm$ 0,5) m	4175 $\pm$ 85	Bah. 589	13° 00, 7' S 38° 29, 5' W
B 108	Vermets	+ 3 ( $\pm$ 0,5) m	2990 $\pm$ 135	Bah. 568	13° 00, 1' S 38° 32, 1' W
B 23	Vermets	+ 2,8 ( $\pm$ 0,5) m	2310 $\pm$ 115	Bah. 508	13° 00, 6' S 38° 30, 0' W
B 1	Algues Calc.	Supérieur à +2,1 m	2295 $\pm$ 85	Bah. 494	12° 58, 5' S 38° 25, 3' W
B 115	Algues Calc.	Supérieur à +0,5 m	2250 $\pm$ 80	Bah. 575	13° 00, 5' S 38° 30, 8' W
B 21	Vermets	+ 2,0 ( $\pm$ 0,5) m	1975 $\pm$ 80	Bah. 506	13° 00, 6' S 38° 30, 0' W
B 268	Vermets	+ 1,5 ( $\pm$ 0,5) m	1705 $\pm$ 120	Bah. 777	13° 00, 3' S 38° 32, 1' W
B 174	Algues Calc.	Supérieur à 0,0 m	1565 $\pm$ 120	Bah. 626	12° 45, 0' S 38° 30, 1' W
B 113	Vermets	Inférieur à +2 m	1560 $\pm$ 80	Bah. 573	13° 00, 6' S 38° 31, 5' W
B 126	Algues+Vermets	+ 1,2 ( $\pm$ 0,5) m	1495 $\pm$ 140	Bah. 597	13° 00, 9' S 38° 28, 4' W
B 122	Vermets	+ 0,7 ( $\pm$ 0,5) m	1360 $\pm$ 120	Bah. 588	13° 00, 7' S 38° 29, 5' W
B 110	Vermets	+ 1,0 ( $\pm$ 0,5) m	950 $\pm$ 125	Bah. 569	13° 00, 1' S 38° 32, 1' W
B 117	Corail	Supérieur à +0,7 m	905 $\pm$ 75	Bah. 577	13° 00, 6' S 38° 30, 3' W
B 114	Vermets	+ 0,8 ( $\pm$ 0,5) m	830 $\pm$ 90	Bah. 574	13° 00, 6' S 38° 31, 5' W
B 111	Vermets	+ 1,0 ( $\pm$ 0,5) m	770 $\pm$ 125	Bah. 570	13° 00, 1' S 38° 32, 1' W
B 24	Vermets	+ 0,7 ( $\pm$ 0,5) m	700 $\pm$ 110	Bah. 509	13° 00, 6' S 38° 30, 0' W
B 125	Algues	Supérieur à +0,5 m	675 $\pm$ 125	Bah. 596	13° 00, 9' S 38° 28, 4' W
B 124	Tetraclita, Vermets + Algues	+ 0,7 ( $\pm$ 0,5) m	660 $\pm$ 80	Bah. 595	13° 00' 9' S 38° 28, 4' W
B 172	Algues+Vermets	+ 0,5 ( $\pm$ 0,5) m	610 $\pm$ 80	Bah. 624	12° 57, 3' S 38° 21, 3' W
B 173	Algues+Vermets	+ 0,5 ( $\pm$ 0,5) m	570 $\pm$ 100	Bah. 626	12° 57, 3' S 38° 21, 3' W
B 171	Algues+Vermets	+ 0,5 ( $\pm$ 0,5) m	400 $\pm$ 80	Bah. 623	12° 57, 3' S 38° 22, 8' W
B 22	Vermets	+ 0,3 ( $\pm$ 0,5) m	365 $\pm$ 115	Bah. 507	13° 00, 6' S 38° 30, 0' W

## 3.3. Secteur n° 3: Baie de Todos os Santos

RÉF.	NATURE ÉCHANTILLON	POSITION DU NIVEAU MARIN FOSSILE PAR RAPPORT AU ZÉRO ACTUEL	AGES B.P.	RÉF. LAB.	COORDONNÉES
B 29	Coquilles	- 1 ( $\pm 0,5$ ) m	6600 $\pm$ 180	Bah. 517	12° 49, 9' S 38° 28, 8' W
B 31	Coquilles	0,0 ( $\pm 0,5$ ) m	5120 $\pm$ 115	Bah. 538	12° 50, 2' S 38° 27, 2' W
B 30	Coquilles	Voisin de 0	4840 $\pm$ 120	Bah. 534	12° 49, 9' S 38° 28, 8' W
B 43	Coquilles	+ 2,8 ( $\pm 0,5$ ) m	4545 $\pm$ 120	Bah. 523	13° 54, 2' S 38° 38, 0' W
B 15	Coquilles	Voisin de 0	4405 $\pm$ 115	Bah. 674	12° 48, 8' S 38° 29, 0' W
B 49-A	Vermets	+ 2,5 ( $\pm 0,5$ ) m	4245 $\pm$ 95	Bah. 519	12° 44, 3' S 38° 35, 8' W
B 28	Coquilles	+ 0,5 ( $\pm 0,5$ ) m	4210 $\pm$ 115	Bah. 673	12° 49, 9' S 38° 28, 8' W
B 178	Coquilles	+ 3,5 ( $\pm 0,5$ ) m	3595 $\pm$ 120	Bah. 704	12° 36, 0' S 38° 38, 6' W
M.D. 1	Coquilles	+ 3,3 ( $\pm 0,5$ ) m	3550 $\pm$ 130	Bah. 269-1	12° 44, 3' S 38° 35, 8' W
M.D. 2	Coquilles	+ 3,3 ( $\pm 0,5$ ) m	3450 $\pm$ 120	Bah. 270	12° 44, 3' S 38° 35, 8' W
B 13	Coquilles	Supérieur ou égal à + 1,5 m	3265 $\pm$ 145	Bah. 415	12° 54, 7' S 38° 30, 0' W
B 50	Coquilles	+ 3,0 ( $\pm 0,5$ ) m	3260 $\pm$ 100	Bah. 539	12° 51, 5' S 38° 28, 8' W
B 176	Coquilles	+ 2,3 ( $\pm 0,5$ ) m	3110 $\pm$ 105	Bah. 701	12° 46, 4' S 38° 31, 8' W
B 51	Coquilles	+ 3,0 ( $\pm 0,5$ ) m	3100 $\pm$ 120	Bah. 540	12° 51, 5' S 38° 28, 8' W
B 53	Vermets	+ 3,0 ( $\pm 0,5$ ) m	3030 $\pm$ 120	Bah. 542	12° 51, 5' S 38° 28, 8' W
B 52	Coquilles	+ 3,0 ( $\pm 0,5$ ) m	2990 $\pm$ 120	Bah. 541	12° 51, 5' S 38° 28, 8' W
P.O. 1	Coquilles	Inférieur à +0,5 m	2830 $\pm$ 130	Si 470	12° 51, 5' S 38° 28, 8' W
P.O. 2	Sambaquis Coquilles Sambaquis	Inférieur à +0,5 m	2630 $\pm$ 110	Gif. 878	12° 51, 5' S 38° 28, 8' W
B 38	Coquilles	+ 2,3 ( $\pm 0,5$ ) m	2495 $\pm$ 125	Bah. 676	12° 44, 3' S 38° 35, 8' W
B 10	Coquilles	0,0 ( $\pm 0,5$ ) m	2105 $\pm$ 70	Bah. 413	12° 48, 7' S 38° 29, 5' W
B 7	Coquilles	0,0 ( $\pm 0,5$ ) m	2060 $\pm$ 100	Bah. 410	12° 49, 9' S 38° 28, 8' W
B 174	Coquilles	0,8 ( $\pm 0,5$ ) m	1685 $\pm$ 85	Bah. 700	12° 45, 0' S 38° 30, 1' W

## 3.4. Secteur n° 4: Mar Grande (Itaparica). Itacaré

RÉF.	NATURE ÉCHANTILLON	POSITION DU NIVEAU MARIN FOSSILE PAR RAPPORT AU ZÉRO ACTUEL	AGES B.P.	RÉF. LAB.	COORDONNÉES
B 91	Bois	> 0	≥ 32000	Bah. 562	13° 44, 5' S 39° 03, 6' W
B 102	Bois	> 0	≥ 32000	Bah. 563	14° 06, 3' S 39° 03, 6' W
B 175	Corail	Supérieur à +1,5 m	5890 ± 150	Bah. 632	13° 01, 2' S 38° 38, 8' W
B 36	Coquilles	+ 2,3 (± 0,5) m	5745 ± 140	Bah. 516	13° 12, 3' S 38° 56, 3' W
B 42	Corail	Supérieur à +2 m	5410 ± 150	Bah. 521	13° 01, 2' S 38° 39, 0' W
B 33	Coquilles	> 0	4765 ± 100	Bah. 514	13° 21, 4' S 38° 02, 4' W
B 32	Bois	+ 2,7 (± 0,5) m	4700 ± 160	Bah. 513	13° 21, 8' S 38° 02, 4' W
B 35	Corail	Supérieur à +1 m	3180 ± 60	Bah. 515	13° 28, 4' S 38° 55, 0' W
B 41	Coquilles	+ 0,5 (± 0,5) m	2830 ± 90	Bah. 522	13° 01, 2' S 38° 39, 0' W
Lab.	Vermets	+ 2,3 (± 0,5) m	2450 ± 95	Gif. 1933	12° 54, 0' S 38° 37, 0' W
B 87	Bois	+ 2,3 (± 0,6) m	2405 ±	Bah. 561	13° 49, 3' S 39° 03, 1' W

## 3.5. Secteur n° 5: Itacaré, sud d'Ilhéus

RÉF.	NATURE ÉCHANTILLON	POSITION DU NIVEAU MARIN FOSSILE PAR RAPPORT AU ZÉRO ACTUEL	AGES B.P.	RÉF. LAB.	COORDONNÉES
B 207	Corail	> 0	> 32000	Bah. 709	14° 58, 7' S 39° 00, 1' W
B 209	Coquilles B-R.	+ 1,5 (± 0,5) m	6035 ± 160	Bah. 708	15° 17, 7' S 39° 00, 7' W
B 191	Algues Calc.	Supérieur à +1,8 m	5770 ± 170	Bah. 714	14° 28, 6' S 39° 01, 7' W
B 107	Coquilles B-R.	+ 1,3 (± 0,5) m	5710 ± 150	Bah. 565	14° 47, 0' S 39° 03, 1' W
B 106	Algues Calc.	Supérieur à +2,6 m	5460 ± 155	Bah. 564	14° 47, 0' S 39° 02, 2' W
B 190	Algues+Vermets	+ 4,0 (± 0,5) m	5250 ± 150	Bah. 714	14° 28, 6' S 39° 01, 7' W
B 192	Algues Calc.	Supérieur à +2,8 m	4730 ± 140	Bah. 716	14° 28, 8' S 39° 01, 7' W
B 194	Corail	> 0	4670 ± 110	Bah. 717	14° 40, 6' S 39° 04, 2' W
B 235	Vermets	Inférieur à +3,3 m	4510 ± 130	Bah. 754	14° 17' S 38° 59' W
B 201	Algues Calc.	Supérieur à +0,5 m	3815 ± 110	Bah. 720	14° 55, 8' S 39° 00, 9' W
B 234	Vermets	Inférieur à +3,0 m	2580 ± 115	Bah. 753	14° 17' S 38° 59' W
B 238	Vermets	Inférieur à 3,4 m	2400 ± 90	Bah. 757	14° 17' S 38° 59' W

RÉF.	NATURE ÉCHANTILLON	POSITION DU NIVEAU MARIN FOSSILE PAR RAPPORT AU ZÉRO ACTUEL	AGES B.P.	RÉF. LAB.	COORDONNÉES
B 204	Vermets	+ 2,1 ( $\pm 0,5$ ) m	2335 $\pm$ 115	Bah. 722	14° 56, 4' S 39° 00, 7' W
B 232	Vermets	+ 2,4 ( $\pm 0,5$ ) m	2250 $\pm$ 90	Bah. 751	14° 17' S 38° 59' W
B 233	Vermets	Inférieur à +3 m	2120 $\pm$ 90	Bah. 752	14° 17' S 38° 59' W
B 239	Vermets	Inférieur à +2,5 m	1475 $\pm$ 120	Bah. 758	14° 17' S 38° 59' W
B 203	Vermets	+ 1,4 ( $\pm 0,5$ ) m	1370 $\pm$ 130	Bah. 721	14° 55, 8' S 39° 00, 9' W
B 236	Vermets	Inférieur à +1,4 m	1115 $\pm$ 80	Bah. 755	14° 17' S 38° 59' W
B 189	Vermets	+ 0,7 ( $\pm 0,5$ ) m	760 $\pm$ 115	Bah. 713	14° 28, 6' S 39° 01, 7' W
B 188	Vermets	+ 0,6 ( $\pm 0,5$ ) m	680 $\pm$ 90	Bah. 712	14° 28, 6' S 39° 01, 7' W
B 199	Vermets	+ 0,8 ( $\pm 0,5$ ) m	575 $\pm$ 80	Bah. 719	14° 52, 4, S 39° 01, 4' W
B 198	Vermets	Inférieur à +1,2 m	530 $\pm$ 80	Bah. 718	14° 52, 4' S 39° 01, 4' W

## 3.6. Secteur n° 6: Barra do Comanduluba-Caravelas

RÉF.	NATURE ÉCHANTILLON	POSITION DU NIVEAU MARIN FOSSILE PAR RAPPORT AU ZÉRO ACTUEL	AGES B.P.	RÉF. LAB.	COORDONNÉES
B 246	Coquilles	> 0	> 32000	Bah. 765	17° 41, 4' S 39° 14, 8' W
B 255	Coquilles	+ 1,0 ( $\pm 0,5$ ) m	7010 $\pm$ 120	Bah. 768	17° 41, 0' S 39° 18, 2' W
B 254	Coquilles	+ 1,5 ( $\pm 0,5$ ) m	6650 $\pm$ 120	Bah. 767	17° 41, 0' S 39° 18, 2' W
B 224	Coquilles B-R.	+ 1,8 ( $\pm 0,5$ ) m	5950 $\pm$ 130	Bah. 710	16° 16, 2' S 39° 01, 2' W
B 263	Coquilles	+ 1,8 ( $\pm 0,5$ ) m	5890 $\pm$ 110	Bah. 773	17° 50, 5' S 39° 19, 2' W
B 262	Coquilles	+ 1,5 ( $\pm 0,5$ ) m	5760 $\pm$ 160	Bah. 772	17° 50, 5' S 39° 19, 2' W
B 258	Coquilles	+ 2,1 ( $\pm 0,5$ ) m	5700 $\pm$ 100	Bah. 769	17° 49, 5' S 39° 20, 2' W
B 227	Corail	Supérieur à + 0,8 m	5400 $\pm$ 160	Bah. 726	16° 19, 0' S 39° 00, 0' W
B 241	Bois	> 0 Trans.	5400 $\pm$ 120	Bah. 761	17° 45, 0' S 39° 15, 8' W
B 241	Bois	> 0 Trans.	5300 $\pm$ 100	Bah. 760	17° 45, 0' S 39° 15, 8' W
B 261	Coquilles	Supérieur à +2,6 m	4910 $\pm$ 110	Bah. 771	17° 50, 5' S 39° 19, 2' W
B 260	Coquilles	+ 2,6 ( $\pm 0,5$ ) m	4520	Bah. 770	17° 50, 5' S 39° 19, 2' W
B 307	Corail	Supérieur à +1,3 m	4600 $\pm$ 100	Bah. 802	17° 58, 1' S 39° 12, 4' W
B 316	Coquilles	+ 1,5 ( $\pm 0,5$ ) m	3675 $\pm$ 100	Bah. 808	17° 54, 6' S 39° 20, 4' W
B 265	Bois	+ 1,3 ( $\pm 0,5$ ) m	3640 $\pm$ 110	Bah. 775	17° 51, 7' S 39° 21, 2' W
B 317	Coquilles	> 0 Après maximum	3310 $\pm$ 100	Bah. 809	17° 53, 5' S 39° 20, 3' W