

X GÉOLOGIE. — *Datations Io-U du plus haut niveau marin du dernier interglaciaire sur la côte du Brésil. Utilisation du ^{229}Th comme traceur.* Note (*) de **Michel Bernat, Louis Martin, Abilio Bittencourt et Geraldo Vilas Boas**, présentée par Georges Millot.

Les coraux analysés appartiennent à un niveau récifal situé à la base d'une formation de plages intertidales et de dunes. L'analyse radiométrique en a été faite par dilution isotopique, en utilisant le ^{229}Th et le ^{232}U comme traceurs, et par spectrométrie α . La moyenne d'âge obtenue est de $123\,500 \pm 9\,000$ ans. Ce résultat, comparé à l'altitude actuelle de ces formations, permet de conclure à la stabilité générale de cette côte depuis cette époque.

GEOLOGY. — *Io-U Dates of a Coral Formation from the Last Interglacial Age on the Brazilian Coast. Use of ^{229}Th as a Tracer.*

Four coral samples taken in a quarry near the town of Ilheus (Bahia State, Brazil) analysed by an α spectrometry method for ^{230}Th and uranium isotopes (using ^{229}Th and ^{232}U as tracers) gave a mean age of 123,500 years. These first datings confirm the general stability of the atlantic coast since that time.

SITUATION DES ÉCHANTILLONS. — Martin et coll. ([1], [2]) ont signalé la présence de trois plages émergées le long de la côte brésilienne, en particulier dans les états du Parana, de São Paulo, d'Espirito Santo, de Bahia, de Sergipe et d'Alagoas. De nombreuses datations au ^{14}C ont été publiées pour les plus récentes de ces formations ([3], [4]). L'âge de la troisième n'avait pu être obtenu : les âges au ^{14}C calculés, généralement supérieurs à 35 000 ans, montraient seulement que la limite de la méthode était atteinte. Ces formations sont des dépôts de plages ou des dunes qui peuvent culminer à 6 ou 10 m d'altitude. On y trouve des restes de lidos et des traces d'animaux fouisseurs tel *Calliamassas* (Martin et coll. [1]). Nos échantillons ont été prélevés dans le Sud de l'État de Bahia, près de la ville d'Ilheus. Les affleurements de récifs coralliens sont rares et, dans ce cas, il s'agissait de restes d'un de ces récifs, autrefois exploités en carrière. La surface du récif apparaît comme étant légèrement au-dessus du niveau actuel le plus haut de la mer.

TECHNIQUE ANALYTIQUE. — Les échantillons, coraux du genre *Siderastrea*, étaient constitués d'aragonite à 100%. Ils ont été datés par la méthode à l'ionium (^{230}Th -uranium).

L'analyse quantitative des isotopes de l'uranium et du thorium est faite par dilution isotopique. Pour les isotopes de l'uranium, on utilise le ^{232}U comme traceur. Pour ceux du thorium, on se sert habituellement, soit du ^{228}Th , soit du ^{234}Th . Ces deux derniers isotopes présentent certains inconvénients. Le ^{234}Th est un émetteur β : il faut donc, pour une analyse complète, faire un double comptage α et β dont les erreurs s'additionnent. L'utilisation du ^{228}Th aboutit au même résultat : en effet, cet isotope naturel est descendant de ^{232}Th par l'intermédiaire du ^{228}Ra , qui est, dans la nature, la cause de fréquents fractionnements géochimiques entre le ^{232}Th qui aurait pu servir de témoin et le ^{228}Th . On ne peut donc départager le ^{228}Th originel et celui que l'on ajoute, si l'on ne fait pas une double analyse de l'échantillon ; une aliquote étant tracée et l'autre non. Enfin, le ^{228}Th pollue les diodes détectrices, ce qui oblige à faire des corrections de bruit de fond de plus en plus importantes. Pour tenter de pallier ces inconvénients, nous avons utilisé l'isotope artificiel ^{229}Th , déjà proposé par Rosholt [6]. L'intérêt de cet isotope est d'avoir des énergies d'émission différentes de celles des autres isotopes naturels du thorium. Cependant, et c'est sans doute une des raisons de son peu d'utilisation, l'énergie la plus basse d'émission des α les plus abondants est proche de celle des α émis par ^{230}Th . La différence étant d'une centaine de kilo-électron-volts, la résolution des pics du spectre d'énergie ne doit pas être supérieure à 50 keV.

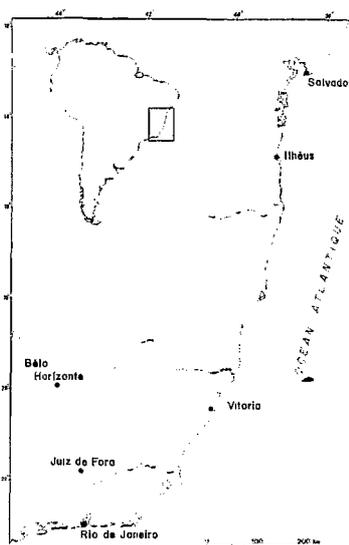


Fig. 1. — Carte de localisation.

Fig. 1. — Map.

Les échantillons ont donc été tracés par une solution mixte contenant des quantités connues de ^{229}Th et de ^{232}U . Le ^{232}U produit le ^{228}Th que certains utilisent comme traceur. Dans la nature, les déséquilibres $^{232}\text{Th}/^{228}\text{Th}$ sont le signe d'une ouverture du système : par conséquent, ils sont utiles à connaître. Il faut donc soustraire l'activité de ^{228}Th total de celle de ^{228}Th ajouté dans la solution, en même temps que ^{232}U (le rapport d'activité de ces deux isotopes était alors proche de 0,98). La solution traceur est calibrée et vérifiée périodiquement grâce à des solutions standards de concentration connue [8]. Le traitement chimique de séparation et de purification de l'uranium et du thorium a été publié par ailleurs [7].

RÉSULTATS ET COMMENTAIRES. — Les résultats sont reportés sur le tableau. Les concentrations en uranium des échantillons, de 2,6 à 3 $\mu\text{g/g}$, sont normales pour des coraux dont l'âge est d'environ 120 000 ans. Les rapports initiaux d'activité $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ sont proches de 1,15, valeur que l'on trouve dans l'eau de mer, ce qui permet de supposer que ces échantillons n'ont pas subi d'enrichissement en uranium par des eaux continentales.

TABLEAU

Résultat des analyses.

Results.

Échantillons	$^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$	U $\mu\text{g/g}$	^{234}U (dpm/g)	Io (dpm/g)	Ages
CP1	1,076	2,59	2,08	1,43	122 000 \pm 6 100
CP2	1,08	2,70	2,17	1,42	116 000 \pm 6 900
CP6	1,11	3,09	2,57	1,85	132 000 \pm 9 000
CP7	1,11	2,58	2,14	1,61	142 000 \pm 9 700
CP8	1,08	2,86	2,30	1,60	124 000 \pm 8 700

Les activités en ^{232}Th et ^{238}Th ne se distinguent pas du bruit de fond. Les échantillons CP1, CP2, CP6 et CP8 ont des âges comparables, leur moyenne est de 123 500 ans; avec un écart-type de 5 700 ans. L'échantillon CP7 (142 000 ans) est significativement plus vieux, la différence d'âge par rapport à l'âge moyen est de 15 %, et donc plus grande que l'erreur analytique, surtout statistique, que l'on peut estimer à moins de 6 %. Ces restes de récifs, couverts de sable, n'affleurent que difficilement ce qui ne permet pas une étude stratigraphique détaillée, d'autre part, il est quelquefois malaisé de s'assurer que certains blocs sont en place : cet échantillon pourrait donc appartenir à une formation plus ancienne. Pourtant, cet âge ne correspondant pas à un haut niveau de la mer : il est sans doute plus logique de supposer que cette différence d'âge n'est que la conséquence d'une légère contamination.

CONCLUSION. — La formation récifale étudiée est contemporaine du haut niveau à 120 000 ans, ainsi que, par conséquent, les formations de plages ~~et les dunes~~ qui avaient donné des âges à la limite des possibilités du ^{14}C et qui appartiennent au même ensemble. Pour la plupart des auteurs ([9] à [13]) le niveau à 120 000 ans, le plus ancien des trois hauts niveaux marins du dernier Interglaciaire, aurait culminé à une altitude comprise entre 3 et 6 m. L'ensemble littoral — formation récifale, sables de plage, ~~dunes~~ — s'étage actuellement entre 0 et 10 m; on peut donc penser qu'il n'y a pas eu, dans cette région, de mouvements verticaux depuis 120 000 ans. Cette conclusion peut être étendue à la presque totalité de la côte brésilienne : les ~~dunes qui couronnent ce plus ancien niveau~~ se suivent sur près de 2 000 km, entre le 10° et le 26° parallèle sud (seules font exception les plaines côtières de l'État de Rio de Janeiro et de Bahia de Todos os Santos).

En résumé, l'utilisation du ^{229}Th comme traceur s'est révélée bien adaptée à la méthode de datation à l'ionium : les âges obtenus sont plus précis. Nos résultats permettent d'attribuer, avec une quasi-certitude, les formations littorales étudiées à l'épisode de haute mer de 120 000 ans et confirment donc que la côte brésilienne est restée tectoniquement inactive sur sa plus grande longueur depuis cette époque.

(*) Remise le 20 décembre 1982.

[1] L. MARTIN, K. SURGUIO et J. M. FLEXOR, *Proceedings of the "1978 International Symposium on coastal evolution in the Quaternary"*, São Paulo, 1979, p. 231-296.

[2] L. MARTIN, A. BITTENCOURT, G. VILAS BOAS et J. M. FLEXOR, *Mapa geológico do Quaternario costeiro do estado da Bahia*, Governo do estado da Bahia, Secretaria das Minas e Energia, 1980.

[3] L. MARTIN, K. SURGUIO, J. M. FLEXOR, A. BITTENCOURT et G. VILAS BOAS, *Cah. O.R.S.T.O.M.*, sér. Géol., XI, n° 1, 1980, p. 95-124.

[4] K. SURGUIO et L. MARTIN, *Bol. IG, Inst. Geociências USP*, 7, Sao Paulo, 1976, p. 113-129.

[5] K. SURGUIO, J. M. MARTIN et J. M. FLEXOR, in: *Earth rheology, isostasy and eustasy*, MORNER, éd., John Wiley and sons, 1977, p. 474-486.

[6] J. N. ROSHOLT, *Symposium on radioactive dating and methods of low-levels counting*, Monaco, 1967.

[7] M. BERNAT, J. C. BOUSQUET et R. DARS, *Nature*, 257, 1978, p. 302-303.

[8] Programme interlaboratoire de comparaison, Coordonnateur T.L. KU, University of Southern California, Los Angeles, California 90007 U.S.A.

[9] W. S. BROECKER, D. L. THURBER, J. GODDARD, T. L. KU, R. K. MATTHEWS et K. J. MESOLELLA, *Science*, 159, 1968, p. 297-300.

-
- [10] A. L. BLOOM, W. S. BROECKER, J. CHAPPELL, R. S. MATTHEWS et K. L. MESOLELLA, *Quaternary Research*, 4, 1974, p. 185-205.
- [11] J. CHAPPELL et H. H. VEEH, *Geol. Soc. Amer. Bull.*, 89, 1978, p. 356-368.
- [12] C. E. STEARNS, *Quaternary research*, 6, 1976, p. 445-499.
- [13] J. T. HOLLIN, *Nature*, 283, 1980, p. 629-633.

M. B. : *O.R.S.T.O.M. et Laboratoire de Géologie-Géochimie, E.R.A. au C.N.R.S. 888, Université de Nice, 06034 Cedex.*

L. M. : *Mission O.R.S.T.O.M., Instituto de Fisica, Universidade Federal da Bahia, 40 000 Salvador, Brésil;*

A. B. et G. V. B. : *Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, 40 000 Salvador, Brésil.*