

In: Neotectonics and sea level variations in the Gulf of California area, a Symposium (Hermosillo, Son., April 21-23, 1984), Malpica-Cruz, V., Celis-Gutiérrez, S., Guerrero-García, J. & Ortlieb, L. (eds.), Univ. Nat. Autón. México, Inst. Geología, México, D. F.

DONNEES CHRONOLOGIQUES (^{238}U - ^{234}U - ^{230}Th) SUR DES MOLLUSQUES
LITTORAUX QUATERNAIRES DE LA COTE ORIENTALE DE BASSE
CALIFORNIE, MEXIQUE.

CAUSSE, Christiane C.N.R.S. (France), and
Lab. de Géochimie isotopique et de
Géochronologie (GEOTOP), Univ. du
Québec à Montréal, CP 8888, succ.A,
Montréal, H3C-3P8, CANADA.

ORTLIEB, Luc O.R.S.T.O.M. (Inst. Français Rech.
Scientif. pour le Dévelop. en Coop.)
24, rue Bayard
75008 Paris, FRANCE.

ABSTRACT

Fossil mollusc shells (*Dosinia ponderosa*) collected in low-lying marine terraces deposits from three distinct localities in east-central Baja California peninsula, Mexico, have been submitted to U-series dating. The calculated ages (87-53 ka) have a mean of 65 ka.

If these age measurements were correct, then the previous regional chronostratigraphic interpretations should be reconsidered, altogether with their neotectonic implications.

RESUMEN

Conchas fósiles de moluscos (*Dosinia ponderosa*) colectadas en depósitos de terrazas marinas poco elevadas, en tres localidades de la parte centro-oriental de Baja California, han sido fechadas por el método Uranio-Torio. Las edades calculadas (87-53 ka) tienen un promedio de 65 ka.

Si las edades calculadas fueran correctas, las interpretaciones cronoestratigráficas de esta región deberían ser reconsideradas, así como sus implicaciones neotectónicas.

INTRODUCTION

Le Golfe de Californie, long de 1300 km, sépare la péninsule de Basse Californie du reste du continent nord-américain. Situé entre la terminaison de la Dorsale du Pacifique Oriental au sud, et le système de failles de San Andres au nord, le Golfe de Californie, limite entre les plaques Amérique du Nord et

16 AOUT 1984
O. R. S. T. O. M. Fonds Documentaire
N° : 15447 ex 1
Cote : B

15447 ex 1

Pacifique, constitue une zone tectoniquement active.

Depuis le début de l'ouverture du Golfe, au Miocène, les sédiments marins se sont accumulés sur la côte orientale de Basse Californie. Ces séries marines essentiellement d'âge pliocène, et affleurant jusqu'à des altitudes de l'ordre de la centaine de mètres, témoignent de soulèvements régionaux, ou locaux, d'importance relativement faible par rapport aux mouvements verticaux enregistrés plus au nord, en Californie (américaine). Les dépôts marins quaternaires se présentent généralement en minces dépôts irrégulièrement préservés de l'érosion et recouvrant des surfaces d'abrasion littorale. En dehors de la région de Santa Rosalia, où les terrasses marines sont disposées en marches d'escalier et atteignent des altitudes exceptionnelles, à la suite d'un soulèvement volcano-tectonique local (Wilson, 1948; Demant & Ortlieb, 1981; Ortlieb, 1981a), les lignes de rivages quaternaires se trouvent à des côtes altimétriques de plusieurs mètres à quelques dizaines de mètres (Anderson, 1950; Durham, 1950; Ortlieb & Malpica, 1978; Ortlieb, 1978, 1979, 1981b). On interprète les terrasses marines comme ayant été formées lors des périodes de haut niveau marin qui caractérisèrent chaque période interglaciaire depuis la fin du Pléistocène inférieur (Shackleton & Opdyke, 1973).

Une vaste étude des terrasses marines et des dépôts littoraux quaternaires sur les côtes du Golfe de Californie et de la façade pacifique de la péninsule de Basse Californie a permis d'identifier les témoins de la transgression marine la plus récente (Ortlieb, 1982b). La basse terrasse marine la mieux représentée, dont les dépôts, peu érodés, contiennent une faune fossile bien préservée, est attribuée au haut niveau marin du dernier interglaciaire (stade isotopique 5e) (voir références in Ortlieb, 1982b). On sait que cette période de haut niveau marin a été datée radiométriquement de 120 ka environ (ka = kilo anno) dans de nombreuses localités du monde (abondantes références in Annotated bibliography of Quaternary shorelines, Richards, 1970, 1974 et Richards & Shapiro, 1979).

Dans le nord-ouest mexicain, les datations radiométriques permettant de confirmer un tel âge de 120 ka environ pour la basse terrasse marine sont encore rares (fig.1). Sur la côte orientale du Golfe de Californie, une série de datations U/Th concernant des mollusques (*Dosinia ponderosa*) a été antérieurement publiée (Bernat et al., 1980). Sur la côte pacifique de Basse Californie, deux ensembles de données radiométriques sont disponibles jusqu'à présent: d'une part neuf datations U/Th et Pa/U, obtenues sur des coraux et échinodermes dans une même localité, à Bahia Magdalena (Omura et al., 1979), et d'autre part, deux datations U/Th dans les régions de Bahia Tortugas et de Punta Baja, sur des coraux et mollusques (Ortlieb et al., 1984). En dehors du territoire mexicain mais à proximité immédiate de la frontière, les terrasses Nestor (San Diego) et Eel Point (Ile San Clemente) ont également été datées par des méthodes radiométriques (Ku & Kern, 1974; Muhs & Szabo, 1982). Dans la majorité des cas cités, les résultats des datations sont proches de la valeur de 120 ka. Cependant sur les côtes de Sonora et de la péninsule de Vizcaino, plusieurs échantillons que l'on pensait également être attribuables à ce haut niveau marin de

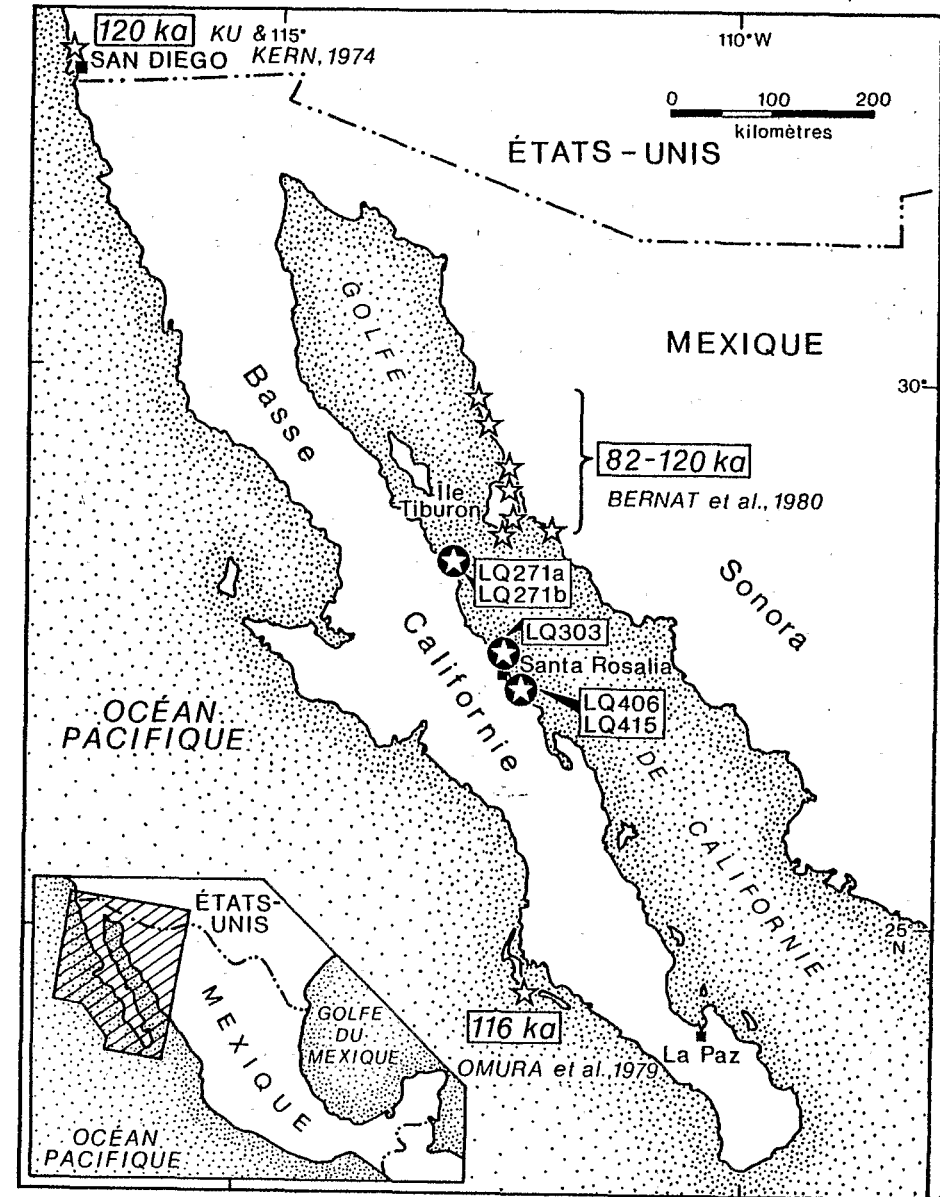


Fig.1. Localisation des échantillons de mollusques fossiles étudiés sur la côte orientale de Basse Californie, et indication des données radiochronologiques antérieures concernant le dernier interglaciaire dans le nord-ouest mexicain.

120 ka ont fourni des âges U/Th souvent plus jeunes, ou parfois plus vieux.

Cette étude présente les premiers résultats radiométriques obtenus sur des mollusques de basses terrasses marines sur la côte occidentale du Golfe de Californie.

DESCRIPTION DES SITES ETUDIES

(L.O)

Cinq tests de mollusques fossiles ont été analysés radiométriquement. Ces lamellibranches fossiles appartiennent tous à l'espèce *Dosinia ponderosa* (Gray, 1938), et proviennent de trois localités de la partie centrale de la côte orientale de Basse Californie (Fig.1).

1. San Francisquito.

Dans la région de San Francisquito, au sud-est de l'Etat de Basse Californie Sud, plusieurs unités lithostratigraphiques pliocènes et pléistocènes peuvent être identifiées. Localement, la chronologie relative des diverses unités pléistocènes est délicate à établir par suite de conditions défavorables d'affleurement (extension limitée, remaniements de certains sédiments, etc.). Néanmoins, le dépôt marin pléistocène le plus récent peut être distingué sans difficulté. Il affleure dans le talus bordant une lagune asséchée, à une altitude comprise entre +8 et +10 m (Fig. 2A). L'unité stratigraphique étudiée repose sur des sables limoneux gris vert, de faciès lagunaire, et elle est recouverte par un manteau de sables fins continentaux. Cette unité, dont on n'observe que les deux mètres supérieurs, est constituée de sables gris clair, à graviers et petits galets marins et contient une faune de lamellibranches en position de vie. Le faciès, de type infralittoral, correspond à celui d'une baie sableuse de faible profondeur. Le niveau moyen de la mer à l'époque de la sédimentation se situait à peine au-dessus du toit du dépôt (altitude : +11 m au-dessus du N.M.M. actuel).

La faune fossile de l'unité étudiée contient de nombreux tests de *Dosinia ponderosa* en connexion anatomique. Deux individus de ces lamellibranches (LQ 271a et LQ 271b) ont été analysés.

2. Caleta Santa Maria.

A proximité de la Caleta Santa Maria, à 10 km au nord de Santa Rosalia, se trouve l'une des séries de terrasses marines étagées les plus complètes de l'ensemble du Golfe de Californie. Sur la bordure nord-occidentale de cette petite baie, sept terrasses d'abrasion marine, bien marquées, sont distinguées à : +13, +25, +40, +62, +110, +138 et +166 m d'altitude (Ortlieb, 1981a, fig.3 et tabl. 4). Des corrélations entre plusieurs séries de terrasses dans la zone côtière de Santa Rosalia-Cabo Virgenes et la chronologie paléoclimatique du Pléistocène moyen et supérieur proposée par Shackleton et Opdyke (1973, 1976) permettent de supposer que les lignes de rivage de +13, +25 et +40m,

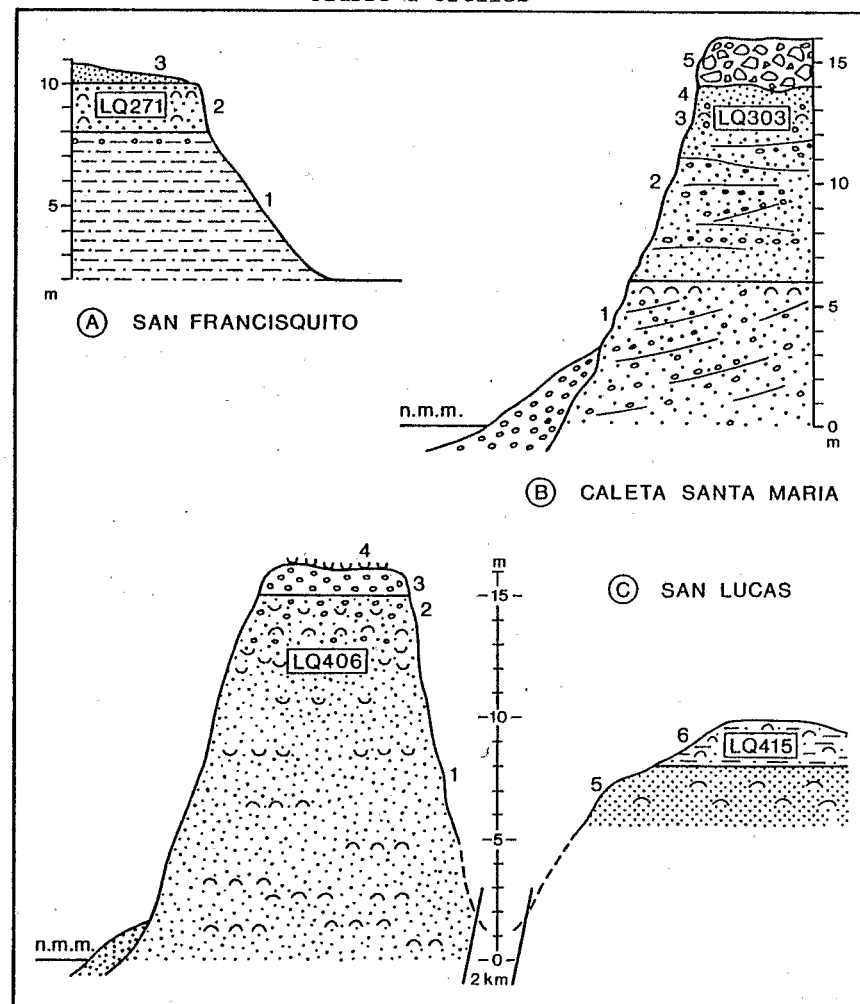


Fig.2 Contexte stratigraphique des échantillons de *Dosinia ponderosa* analysés.
 A. (San Francisquito): 1- Sables limoneux gris vert, lagunaires (LQ 269); 2-Sables et graviers infralittoraux, fossilifères (LQ 270); 3- Sable beige, continental.
 B - (Caleta Santa Maria): 1- Sables grossiers et graviers à stratification oblique, peu fossilifères sauf au toit (niveau à *Pecten vogdesi*) (LQ 298); 2- Sables, graviers et galets fluvio-marins, à passées fossilifères (LQ 299, 301); 3- Sables et galets littoraux fossilifères (LQ 303, LU 1105); 4- Sables et graviers fluviaux, 5 - Conglomérat continental encroûté (LQ 300).
 C. (San Lucas): 1- Sables infralittoraux, à faune abondante et variée; 2- sables et graviers à *Chione* sp. et *Cardita affinis*, de milieu intertidal (LQ 407); 3- Galets, graviers et limons supralittoraux; 4 -Accumulation anthropique de coquilles; 5-Sables jaunes à *Dosinia ponderosa* infralittoraux; 6-Sables limoneux beiges, fossilifères, lagunaires (LQ 414).

à Punta Santa Maria, correspondent respectivement aux maxima marins des trois derniers interglaciaires (vers 120, 200 ? et 300 ? ka) (Ortlieb, 1981a, 1981b, 1982a).

Sur la rive méridionale de la même baie, on observe deux séries de dépôts marins pléistocènes, en discordance sur des sables argileux pliocènes. L'unité la plus ancienne, de 5 m de puissance, très fossilifère, affleure à environ +20 m d'altitude; il s'agit probablement du témoin de l'avant dernière transgression interglaciaire. La seconde unité, d'extension plus réduite, est visible dans le talus côtier, entre +4 + 14 m d'altitude (2B). Cette unité plus récente se décompose en deux lits séparés par une discontinuité stratigraphique; le lit inférieur est formé de sables et graviers littoraux et le lit supérieur de sédiments plus grossiers, probablement mis en place dans un environnement estuarien (Fig.2B). Le sommet de la coupe de ce talus littoral est formé par un horizon de blocs et de galets, non ordonnés, et encroûtés, de 2 m de puissance.

Le dépôt de type estuarien, affleurant entre +6 et +14m, est composé par une alternance d'horizons, souvent lenticulaires, de granulométrie variable. Dans l'ensemble de ce lit, les coquilles marines sont assez rares, probablement transportées et re-sédimentées, sauf au toit du lit où s'observe un horizon fossilifère, à faune *in situ*. C'est dans ce dernier horizon qu'a été prélevé le test de *Dosinia ponderosa* étudié ici (LQ 303). Un autre échantillon (identifié LU 1105 c), de la même espèce et provenant du même horizon, a été daté dans un autre laboratoire (GEOTOP, Univ. du Québec à Montréal). D'après le contexte stratigraphique régional, l'unité étudiée correspond probablement à un dépôt du paléo-estuaire de l'arroyo Infierno, lors du maximum de l'avancée marine du dernier interglaciaire (Ortlieb, 1978, p. 207; 1981a, p.285).

3. Laguna San Lucas.

La région de San Lucas, à 15 km au sud de Santa Rosalia, n'a pas subi de mouvements verticaux quaternaires aussi importants que ceux qui ont été mis en évidence dans la zone de Santa Rosalia et sur la bordure du massif volcanique de la Reforma. Le toit des formations pliocènes et les terrasses marines quaternaires se trouvent à des altitudes inférieures à la cinquantaine de mètres au-dessus du N.M.M.

Plusieurs terrasses pléistocènes, d'âges apparemment divers, ont été conservées sur les rivages septentrionaux de la lagune San Lucas (Ortlieb & Malpica, 1978). Sur les terrasses les plus anciennes et les plus élevées, les sédiments marins, de faciès littoral, sont fortement cimentés, et les débris fossilifères très altérés par des dissolutions, recristallisations et encroûtements superficiels. Les formations marines les plus récentes sont généralement peu indurées, et leurs fossiles bien conservés; ces caractéristiques sont en particulier celles de deux dépôts dans lesquels ont été prélevés les échantillons de *Dosinia ponderosa*, LQ 406 et LQ 415, datés dans cette étude (Fig. 2C).

Le premier affleurement se présente en butte-témoin isolée, immédiatement au nord de la langue de sable qui ferme la lagune San Lucas (Ortlieb, 1978, fig.15; Ortlieb & Malpica, 1978, fig.14). Ce monticule, de 16 mètres de haut, au sommet plat, est

formé presque entièrement de sables marins et lagunaires fossilifères; ces sédiments sont surmontés par un horizon de graviers et galets à matrice limoneuse et d'un amas de coquilles d'origine anthropique. De la base au sommet de la séquence laguno-marine, on distingue:

- des sables fins, à faune d'*Anomia adamas* (prédominantes), d'huîtres et de pectens;
- des sables fins, riches en débris biodétritiques, et très fossilifères (faune variée, souvent *in situ*, de type infralittoral);

- un horizon de graviers et petits galets arrondis;
- un nouvel horizon de sables fins fossilifères;
- des graviers et galets arrondis, avec matrice sableuse, fossilifères (faune de type littoral), passant progressivement, vers le haut, à une accumulation de galets, azoïques, à matrice limoneuse brun clair, d'origine continentale.

Une telle séquence correspond à un demi-cycle transgressif, durant lequel le niveau marin se serait élevé jusqu'à une cote maximale située aujourd'hui à une quinzaine de mètres au-dessus du zéro actuel.

Le second affleurement de sédiments marins pléistocènes étudié n'est distant que d'environ 2 km à l'ouest du premier. Ce dépôt est composé de deux lits sableux se différenciant par leur granulométrie et leur contenu faunistique. A la base, entre +3 et +8 m, ce sont des sables jaunes à *Dosinia ponderosa* (*in situ*), et au sommet des sables très fins, beige clair, à faune variée mais surtout riche en *Tagelus californianus*. Ce sont des faciès infralittoraux de fond de baie peu agitée. Ces dépôts constituent très vraisemblablement un équivalent latéral de ceux de la butte témoin du premier affleurement. Dans cet affleurement qui culmine à environ +10 m, n'ont pas été préservés de l'érosion les niveaux qui matérialiseraient la cote maximale atteinte par la mer à cette époque. Des lambeaux de terrasses marines voisins des affleurements en question et un peu plus élevés en altitude (Ortlieb & Malpica, 1978, fig.14), présentent des caractères d'altération tels qu'ils ne peuvent être considérés que comme antérieurs aux dépôts étudiés ici. Les observations de terrain permettent de conclure que les dépôts dont on analyse les fossiles sont attribuables à un haut (+ 15 m) niveau marin pléistocène d'âge récent.

RADIOCHRONOLOGIE ^{230}Th - ^{234}U - ^{238}U (Ch.C.)

La méthode de datation utilisée est fondée sur le déséquilibre thorium/uranium dans la famille de ^{238}U (Broecker, 1963). Le protocole expérimental classique fait intervenir le couple de traceurs ^{232}U - ^{228}Th à l'équilibre radioactif. Mais, étant donné l'incertitude qui pèse toujours sur le rapport $^{228}\text{Th}/^{232}\text{Th}$, nous avons utilisé ^{234}Th , émetteur bêta, avec des concentrations au moins 10.000 fois supérieures aux valeurs naturelles comme traceur des isotopes du thorium (Gaven *et al.*, 1979).

Les résultats obtenus sont reportés dans le Tableau I. Les erreurs de comptage, notées entre parenthèses, sont données pour un intervalle de confiance correspondant à 1σ .

Tabl.I.- Résultats radiométriques.

N°.éch.	Z calc.	^{238}U µg/g	$^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ rap.d'activité	^{234}U dpmg	^{230}Th dpmg	^{232}Th dpmg	Age	U/Th.
LQ 271a	1	3.49 (0.10)	1.19 (0.04)	3.101 (0.088)	1.740 (0.045)	0.004	87 000 ($\pm 7 000$)	
LQ 271b	< 5	4.56 (0.09)	1.21 (0.02)	4.129 (0.081)	1.899 (0.045)	0.001	65 000 ($\pm 6 000$)	
LQ 303	≤ 3	1.15 (0.03)	1.28 (0.03)	1.090 (0.023)	0.458 (0.011)	0.005	58 000 ($\pm 3 000$)	
LQ 406	≤ 3	2.91 (0.06)	1.24 (0.02)	2.683 (0.050)	1.189 (0.026)	0.000	62 000 ($\pm 4 000$)	
LQ 415	≤ 3	1.55 (0.03)	1.19 (0.03)	1.372 (0.028)	0.541 (0.014)	0.000	53 500 ($\pm 3 000$)	

Toutes les conditions de fiabilité de la méthode sont pratiquement toutes satisfaites. Les tests des mollusques analysés sont aragonitiques, à 3% près, ce qui signe une absence de recristallisation et plaide en faveur de la clôture du milieu. L'isotope ^{232}Th du thorium est quasi absent, ce qui signifie que la quasi totalité de l'isotope ^{230}Th est radiogénique. Les rapports d'activité $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ sont tous compatibles entre eux, ce qui suggère que les échantillons n'ont pas subi de pertes ou d'apports en uranium.

DISCUSSION DES RESULTATS

(Ch. C.)

La cohérence des âges calculés pour ces cinq échantillons (Tabl.I) est remarquable. L'échantillon LU 1105c qui a été prélevé dans le même horizon stratigraphique que LQ 303, a fourni un résultat compatible avec ceux-ci: 75 000 ans $\pm 5 000$ ans (comm.pers. O. Carro, GEOTOP, Montréal).

L'histogramme de fréquence (tracé avec des valeurs limites pour un intervalle de confiance correspondant à 2σ), représenté en Fig.3, montre que quatre échantillons sur cinq ont des âges intéressant l'intervalle de temps compris entre 59 000 et 61 500 ans.

L'âge calculé pour LQ 271a (87 000 ans) ne signe probablement pas une formation plus ancienne. On note que cet échantillon

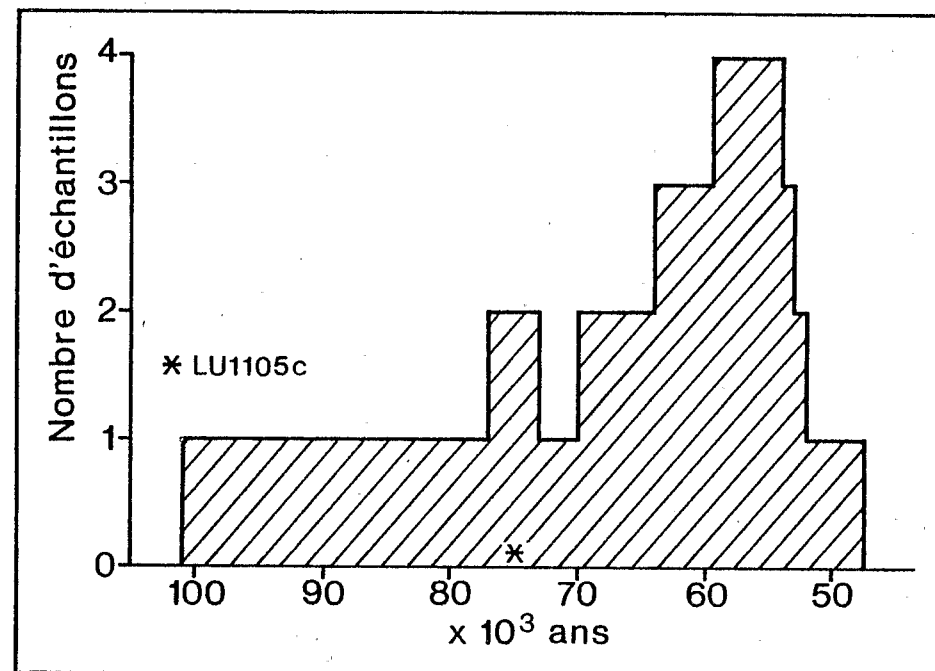


Fig.3.- Histogramme de fréquence des âges U/Th ($\pm 2 \sigma$). (Ch.C.)

se singularise aussi au plan de la teneur en Mg et qu'il est toujours difficile d'assurer la clôture d'un milieu. La cohérence des résultats pour une formation donnée en est probablement d'ailleurs le meilleur indice.

Or, ici, les cinq résultats présentés montrent une certaine homogénéité et les indices de clôture du milieu sont tous bons, c'est pourquoi on est tenté de proposer un âge proche de 60 000 ans pour la terrasse marine inférieure de la côte orientale de Basse Californie.

Et cependant, cette conclusion n'est pas proposée sans réserves. Le nombre d'échantillons analysés n'est pas très grand. Les basses terrasses marines de la côte orientale du Golfe de Californie et de la côte pacifique de Basse Californie (Bernat *et al.*, 1980; Ortlieb *et al.*, 1984) ont donné des âges U/Th plus élevés. Mais surtout, si cette conclusion était retenue, elle impliquerait l'existence de mouvements verticaux importants au niveau des sites étudiés et remettrait en cause les travaux antérieurs (Ortlieb, travaux cités ci-dessus) concernant la chronostratigraphie et la néotectonique de cette partie du Golfe de Californie.

Remarque du second auteur (L.O.).

La relative cohérence des résultats radiométriques et les bons indices de clôture du milieu ne constituent malheureusement pas les seuls critères de validité des datations U/Th, en particulier lorsque celles-ci sont effectuées sur des tests de mollusques. Un certain accord entre les données radiochronologiques et les observations morphostratigraphiques est toujours souhaitable. Dans la présente étude, le problème soumis au géochronologiste par le géologue de terrain, était de déterminer si les fossiles, provenant de terrasses marines relativement élevées, devaient être attribués au dernier interglaciaire (stade isotopique 5) ou à un interglaciaire antérieur (stade isotopique 7 ?). L'attribution de ces fossiles à un hypothétique haut niveau marin de 60 000 ans est difficilement conciliable avec l'ensemble des données morphostratigraphiques et chronologiques disponibles actuellement.

[Le prélèvement des échantillons et les travaux de terrain ont été réalisés dans le cadre du Programme GEOCORTEZ associant l'ORSTOM et l'Institut de Geología de l'Universidad Nacional Autónoma de México. Les analyses ont été effectuées au Laboratoire de Géochronologie de la Faculté des Sciences de Nice grâce à une Convention liant l'ORSTOM, l'Université de Nice et le CNRS].

REFERENCES

- ANDERSON C.A. (1950) - E.W. SCRIPPS cruise to the Gulf of California. Part I : Geology of the islands and neighboring land areas. *Geol. Soc. Amer. Mem.* 43, p. 1-53.
- BERNAT M., GAVEN C., ORTLIEB L. (1980) - Datation de dépôts littoraux du dernier Interglaciaire (Sangamon) sur la côte orientale du Golfe de Californie, Mexique. *Soc. Geol. Fr. Bull.*, (7), t. XXII, n°2, p. 219-224.
- BROECKER W.S., (1963) - A preliminary evaluation of U-series disequilibrium as tool for absolute age measurements of marine carbonates. *Jour. Geophys. Research.*, 68, p. 2817-2843.
- DEMANT A., ORTLIEB L. (1981) - Plio-Pleistocene volcano-tectonic evolution of la Reforma caldera, Baja California, Mexico. In : Recent crustal movements 1979, P. Vyskocil, R. Green, H. Malzer (eds.). *Development in Geotectonics*, 16, Elsevier Publ.; p. 194 (abstract).
- DURHAM J.W. (1950) - 1940 E.W. SCRIPPS cruise to the Gulf of California. Part II: Megascopic paleontology and marine stratigraphy. *Geol. Soc. Amer. Mem.* 43, 216 p.
- GAVEN C., LAUNAY J., BERNAT M. (1979) - Datations de coraux dans le Sud-ouest Pacifique par la méthode ionium-uranium: néotectonique de l'île des Pins (Nouvelle Calédonie). *C.R. Acad. Sci.*, Paris, (D), t. 289, n° 11, p. 765-768.
- KU T.L., KERN J.P. (1974) - Uranium series of the upper Pleistocene Nestor Terrace, San Diego, California. *Geol. Soc. Amer. Bull.*, vol. 85, p. 1713-1716.
- MUHS D.R., SZABO B.J. (1982) - Uranium-series age the Eel Point terrace, San Clemente Island, California. *Geology*, vol. 10, n° 1, p. 23-26.
- OMURA A., EMERSON W.K., KU T.L. (1979) - Uranium series ages of echinoids and corals of the upper Pleistocene Magdalena Terrace, Baja California Sur, Mexico. *The Nautilus*, vol. 94, n° 4 p. 184-189.
- ORTLIEB L. (1978) - Reconocimiento de las terrazas marinas cuaternarias en la parte central de Baja California. *Univ. Nal. Auton. México, Inst. Geología, Revista*, vol. 2, num. 2, p. 200-211, 18.
- ORTLIEB L. (1979) - Terrasses marines dans le nord-ouest mexicain: étude au long d'une transversale entre la côte Pacifique et le Sonora en passant par la péninsule de Basse Californie. *Proceed. 1978 Intern. Sympos. on coastal evolution in the Quaternary (Sao Paulo, Brazil)*, p. 453-474.

Causse & Ortlieb

- ORTLIEB L. (1981a) - Sequence of Pleistocene marine terraces in Santa Rosalia area, Baja California Sur, Mexico. In: *Geology of northwestern Mexico and southern Arizona, Field guides and Papers, L. Ortlieb & J. Roldan (eds)*., Inst.Geol. Univ.Nac. Auton. México, p. 275-293.
- ORTLIEB L. (1981b) - Pleistocene interglacial high stands of sea level in the Gulf of California, Mexico. *Geol. Soc. Amer. Abstr. Progn.*, vol. 13, n° 2, p.99.
- ORTLIEB L. (1982a) - Geochronology of Pleistocene marine terraces in the Gulf of California region, northwestern Mexico. XIe Congrès INQUA (Moscou, 1982), vol.res.n°2, p. 229.
- ORTLIEB L. (1982b) - La ligne de rivage du dernier interglaciaire autour de la péninsule de Basse Californie et en Sonora (Mexique) : reconnaissance générale et implications néotectoniques. *Cah. ORSTOM, Sér. Géol.*, vol. XII; n° 2, p. 103-115.
- ORTLIEB L., MALPICA V., (1978) - Reconnaissance des dépôts pléistocènes marins autour du Golfe de Californie, Mexique. *Cahiers ORSTOM, Sér. Géol.*, vol. X, n° 2, p. 177-190.
- ORTLIEB L., CARRO O., CAUSSE Ch. (1984) - Données radiochronologiques U/Th de terrasses marines de la côte occidentale de Basse Californie, Mexique. (Same volume).
- RICHARDS H.G. (1970) - Annotated bibliography of Quaternary shorelines; supplements 1965-1969. VIII Congr. INQUA, Special Publ. 10, Acad. Nat. Sci.(Philadelphia, Penn.).
- RICHARDS H.G., SHAPIRO E.A.(1979) - Annotated bibliography of Quaternary shorelines; third supplement 1974-1977. *Geo Abstracts, Bibliography n° 5* (Norwich, England).
- SHACKLETON N.J., OPDYKE N. (1973) - Oxygen isotope and paleomagnetic stratigraphy of equatorial Pacific core V28-238 : oxygen isotope temperature and ice volumes on a 10^5 year and 10^6 year time scale. *Quatern. Research.*, vol.3, p.39-55.
- SHACKLETON N.J., OPDYKE N. (1976) - Oxygen isotope and paleomagnetic stratigraphy of Pacific core V28-239 late Pliocene to latest Pleistocene. *Geol.Soc. Amer. Mem.* 145, p. 449-464.
- WILSON U.F. (1948) - Topografía sepultada, estructuras inciales y sedimentación en la region de Santa Rosalia, Baja California. *Univ. Nac. Auton. México, Inst. Geol., Bol.*, vol. 53, 78 p.

7/2 5 6/20 1 7 20

30 3 + per
Cde n° 117
du 28/6/84

NEOTECTONICS AND SEA LEVEL VARIATIONS IN THE GULF OF CALIFORNIA AREA, A SYMPOSIUM

Contributed papers for the Symposium on Neotectonics and sea level variations in the Gulf of California area, held in Hermosillo, Sonora, Mexico, April 21-23, 1984.

Contribuciones para el Symposium sobre Neotectónica y variaciones del nivel del mar en el área del Golfo de California, llevado a cabo en Hermosillo, Sonora, México, 21-23 de abril de 1984.



Edited by Editado por

V. Malpica-Cruz
S. Celis-Gutiérrez
J. Guerrero García
L. Ortlieb

Published by Publicado por

Instituto de Geología
Universidad Nacional Autónoma de México
México, D. F.

April Abril
1984



15447 → 15454