C.R. Acad. Sci. Paris,
t. 320, série II *a*,
p. 483 à 489,
1995

Nouvelles datations radiométriques des terrasses marines de Corinthie (Péloponnèse septentrional, Grèce)

Bertrand Keraudren, Christophe Falguères, Jean-Jacques Bahain, Denis Sorel et Yuji Yokoyama

B. K., C. F., J.-J. B. et Y. Y. : UMR 9948 du CNRS, Laboratoire de Préhistoire du Muséum National d'Histoire Naturelle, Institut de Paléontologie Humaine, 1, rue René-Panhard, 75013 Paris, France ;

D. S. : URA D1369 du CNRS, Laboratoire de Géophysique et Géodynamique Interne, Université Paris-Sud, Bât. n° 509, 91405 Orsay Cedex, France.

Résumé Deux interprétations sont classiquement données de l'étagement de terrasses de Corinthie : multiplication par failles ou flexures d'un ou de quelques niveaux, ou emboîtement de paléorivages de plus en plus jeunes. Dans cette note, des données radiométriques (U/Th) confirment le diachronisme de l'étagement et une corrélation des terrasses avec la stratigraphie isotopique proposée antérieurement. En validant les critères morphologiques utilisés dans cette corrélation, les datations confortent la calibration de la totalité de l'étagement des terrasses de Corinthie, permettent d'apprécier l'évolution des taux de surrection et appuient l'hypothèse d'un début du soulèvement avant 600 ka dans ce secteur de l'arc Égéen.

Mots-clés : Datations radiométriques, Terrasses marines, Quaternaire, Corinthie, Grèce.

Abstract **New radiometric dating from the marine terraces of Corinthia, Northern Peloponnese, Greece**

Two interpretations are usually proposed for the Corinthian flight of terraces: faulting or flexuration of a single or a few levels, or stepping of numerous cut-and-fill shorelines. In this paper, U/Th radiometric data confirm the diachronism of the terraces and a previously proposed correlation with the isotopic stratigraphy. While they support the morphological criteria used in this correlation, these data strengthen the calibration of the whole flight of Corinthian Terraces, allow one to appreciate the evolution of the uplift rate and confirm the hypothesis of an uplift beginning before 600 kyr in this part of the Aegean Arc.

Keywords: Radiometric dating, Marine terraces, Quaternary, Corinthia, Greece.

Abridged English Version

GEOLOGICAL BACKGROUND

Since the Pliocene, the external Aegean Arc has been affected by opposite vertical movements (Keraudren, 1970-1972; Dufaure, 1975; Keraudren and Mercier, 1977; Peters, 1985; Sorel, 1989; Sorel *et al.*, 1992). A subsidence of several hundred metres took place during the Pliocene and the Lower Pleistocene, followed by an uplift of similar amplitude starting at the end of the Lower Pleistocene. The Corinthian flight of terraces was formed during this Pleistocene uplift. Dufaure *et al.* (1975), Schröder (1975); Keraudren and Sorel (1987) have shown that numerous terraces correspond to independent stepped-down shorelines. Conversely, because the terraces are separated by main cut-and-fill morphostratigraphical structures, the hypothesis of a single faulted level (Depéret, 1913) or of few levels and fault-controlled continental surfaces (Vita-Finzi and King, 1985; Doutsos and Piper, 1990) are in disagreement with field observations. Normal faults, particularly in the eastern region (Corinth Isthmus, Acrocorinth) and West of Xylokastro, do not contradict this fundamental scheme.

The Corinthian flight of terraces is a clear illustration of the formation of marine terraces due to interaction of eustatic fluctua-

Note

présentée par
Yves Coppens.

remise le 5 août 1994,
acceptée après révision le 5 janvier 1995.

1250-8050/95/03200483 • $ 2.00 © **Académie des Sciences**

tions and land uplift. The number of fossilized shorelines grows westward with the uplift rate (**figure**) and consequently the resolution of the eustatic record increases too.

Palaeontological data are scarce. The New Corinth Terrace is morphostratigraphically equivalent to the Kalamaki Terrace, North-East of the Canal, where *Strombus bubonius*, the index fossil of the Tyrrhenian, has been found (Keraudren, 1970-1972). The foreset beds of the Souli Terrace (600 m) contain a nannoflora association of the NN 20 zone of the Martini zonation which indicates that this level, and consequently the lower terraces, are not older than 450 kyr (beginning of isotopic stage 12). Below this high level, about twenty younger terraces are stepped, correlated by Keraudren and Sorel (1987) with isotopic stages 11 to 3 (**figure**). Two older levels above the Souli Terrace may correspond to isotopic stages 13 et 15 (Sorel, 1989). These chronological hypotheses, based on the morphology and on too scarce palaeontological data, needed new radiometric data.

U-series (Sébrier, 1977) and ^{14}C dates (Vita-Finzi and King, 1985) of mollusc shells from lower terraces near Corinth are inconsistent (bibliography *in* Keraudren and Sorel, 1987). Recently, Collier *et al.* (1992) obtained a "mean age of 205 kyr" by two replicate analyses of coral (88.17.4.3) sampled from a 80 m high terrace, South of New Corinth, which is the eastward extension of the Ancient Corinth Terrace. New radiometric analyses on corals and mollusc shells have been performed at the Geochronology Unit of the Institut de Paléontologie Humaine. Because most of the terraces are poorly fossiliferous, radiometric data concern only four fossil shorelines between the Corinth Canal and Mavra Litharia which is situated about 60 km westward. Location of the samples is indicated in figure.

U-SERIES DATA

The radiometric methods based on the Uranium-series disequilibrium to the age determination of marine carbonates have been used for about 40 years. This subject has been widely reviewed and improved in Kaufman *et al.* (1971); Burnett and Veeh (1992); Causse *et al.* (1993).

In the present study, samples have been analysed using alpha spectrometry ($^{230}Th/^{234}U$). Results are reported in table I. In corals, the uranium content ranges between 2.47 and 2.89 ppm, and between 0.21 and 7.48 ppm in mollusc shells. All the samples, except coral 8902, have no significant ^{232}Th, the indicator of detrital contamination.

The age of coral 8702, sampled in the Ancient Corinth Terrace, is 228 + 32/– 25 kyr. X-ray diffraction shows that a change of mineralogic phase occurred. However, the behaviour of the isotopic ratios suggests that no migration of uranium affected this sample. Therefore, it is possible that coral 8702 underwent a recrystallization with migration of radioelements shortly after its death.

Coral 8704 has been sampled in the southeastern part of the Corinth Canal, in the same sedimentary unit as sample 87.29.8.1 for which Collier (1990) obtained an U/Th age of 205 +13/– 12 kyr. X-diffraction shows that our sample is not recrystallized and the age obtained is 221 + 29/– 24 kyr.

Three mollusc shells from the New Corinth Terrace have been dated. Sample 8703a (calcitic) yields an age of 80 + 10/– 9 kyr while samples 8703b1 and 8703b2 (both aragonitic) give younger ages (48 ± 2 and 57 + 8/–7 kyr respectively). According to Kaufman *et al.* (1971), calcitic shells are less dependent on isotopic migrations than aragonitic shells. The important difference of uranium contents in our calcitic and aragonitic samples suggests that the latter behaved as open systems. Consequently the ages have been determined again, assuming a linear uranium uptake (LU) model (Ikeya, 1982). Ages of 107 ± 5 and 128 + 21/– 18 kyr obtained for samples 8703b1 and 8703b2 respectively suggest an attribution of the New Corinth Terrace to isotopic stage 5.

Coral 8902, sampled 6 m above sea-level at Mavra Litharia, did not undergo recrystallization, and yields a date of 10 kyr, which is close to the upper limit of the method. However, the $^{230}Th/^{232}Th$ ratio is less than 20, which indicates a detrital contamination. Thus, the age determination was made taking into account the ^{230}Th fraction brought by the residue. Consequently the coral is probably younger than the U-series age, as suggested also by

ceramic sherds visible at the surface of the bioherm.

The age of sample 8717 (*Turritella* shells) from the 105 m terrace in the section of Xylokastro is 80 ± 2 kyr (isotopic stage 5.1). On the same sample, gamma-ray spectrometry using two independent ratios, $^{230}Th/^{234}U$ and $^{231}Pa/^{235}U$, yields ages with a large error, which are not contradictory with the alpha spectrometry results (**table II**).

CONCLUSIONS

The radiometric data confirm the diachronism of the lower part of the Corinthian flight of terraces : the 105 m terrace of Xylokastro belongs to isotopic stage 5.1, the New Corinth Terrace to stage 5 and the Ancient Corinth Terrace to stage 7. Thus they support the correlation between the Corinthian Terraces and the isotope oxygen stratigraphy proposed by Keraudren and Sorel, (1987) and Sorel (1989). In spite of the lack of radiometric data on the highest levels, the Corinthian flight of terraces seems to cover at least the last 600 kyr.

These data demonstrate also a high uplift rate in the western part of the studied area. Its mean value from isotopic Stage 7 is around 1.5 mm/yr in the Xylokastro section. Farther west, the radiometric age of the Mavra Litharia sample (8902) indicates an even higher recent uplift, which is of the same order as in Western Crete (Pirazzoli *et al.*, 1982).

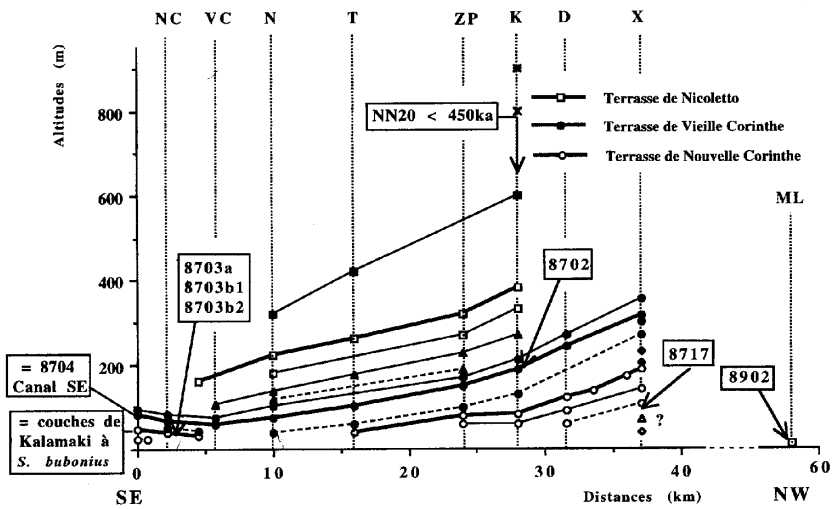
Depuis le Pliocène, l'arc Egéen externe a subi des mouvements verticaux de sens opposés (Keraudren, 1970-1972 ; Dufaure, 1975 ; Keraudren et Mercier, 1977 ; Gauthier, 1979 ; Peters, 1985 ; Sorel, 1989 ; Sorel *et al.*, 1992). Une subsidence de plusieurs centaines de mètres a eu lieu durant le Pliocène et le Pléistocène inférieur, puis, vers la fin de ce dernier, a commencé une surrection du même ordre de grandeur. C'est au cours de cette surrection, accentuée par le soulèvement dû au jeu des grandes failles normales du golfe de Corinthe, que se sont formées les terrasses étagées de la côte nord du Péloponnèse (Dufaure *et al.*, 1975 ; Schröder, 1975).

Le mécanisme de formation des terrasses marines par oscillations glacio-eustatiques d'un plan d'eau face à un relief en surrection est remarquablement illustré par l'étagement des terrasses de Corinthie : de la région isthmique à Xylokastro, sur une quarantaine de kilomètres, le nombre de terrasses (dont on peut observer l'encastrement morphostratigraphique du rivage) augmente vers l'Ouest en même temps que croît le taux de surrection, et donc la résolution de l'enregistrement glacio-eustatique (Keraudren et Sorel, 1987).

Des failles affectent localement le système étagé et, en dédoublant certains niveaux, peuvent brouiller la lecture morphologique, ce qui a parfois conduit à des interprétations tectoniques de la multiplication des replats (Depéret, 1913 ; Vita-Finzi et King, 1985 ; Doutsos et Piper, 1990). Ces failles concernent surtout les termes les plus élevés de l'étagement, ainsi que les deux extrémités du secteur étudié : région de Corinthe *s.s.* à l'Est, et au-delà de Xylokastro vers l'Ouest.

CHRONOLOGIE DE L'ÉTAGEMENT CORINTHIEN

Les données paléontologiques sont peu nombreuses. La terrasse de Nouvelle Corinthe est morphostratigraphiquement l'équivalent de la terrasse de Kalamaki au NE du canal, dans laquelle *Strombus bubonius*, fossile marqueur du Tyrrhénien, a été trouvé (Keraudren, 1970-1972). Par ailleurs, une des plus hautes terrasses (terrasse de Souli) a livré du nannoplancton de la zone NN 20 de la zonation de Martini, ce qui montre que l'étagement des terrasses de Corinthie est, pour l'essentiel, plus jeune que 450 ka. (début du stade isotopique 12). Sous ce haut niveau s'étagent une vingtaine de terrasses plus jeunes, que Keraudren et Sorel (1987) ont tenté de corréler sur des bases paléontologiques et morphologiques avec les stades isotopiques 11 à 3. Au-dessus de la terrasse de Souli, deux plus anciens niveaux pourraient correspondre aux stades isotopiques 13 et 15 (Sorel, 1989). Ces hypothèses chronologiques basées sur la morphologie et sur



Variations d'altitude des terrasses de Corinthie depuis Corinthe (SE) jusqu'à Mavra Litharia (NW), et position des échantillons datés radiométriquement. Les terrasses qui constituent des repères morphologiques particulièrement constants et caractéristiques sont en trait gras et sont les seules nommées. Leurs noms sont repris de Sébrier (1977) d'après des coupes où elles sont morphologiquement bien individualisées. Les noms des coupes sont, d'Est en Ouest : NC : Nouvelle Corinthe, VC : Vieille Corinthe, N : Nicoletto, T : Touvla, ZP : Zoodogos Pygi, K : Kiato-Souli, D : Diminio, X : Xylokastro, ML : Mavra Litharia. Indications paléontologiques : dans la coupe de Kiato-Souli, la biozone de nannoplancton NN20 (≤ 450 ka) est repérée dans les lits deltaïques frontaux de la haute terrasse de Souli ; la terrasse de Nouvelle Corinthe est l'homologue morphologique de la terrasse de Kalamaki à *Strombus bubonius* au NE du canal. Les corrélations proposées entre les terrasses et la stratigraphie isotopique sont reprises de Keraudren et Sorel (1987), modifié : losange blanc : stade 3, triangle blanc : ?, cercles blancs : 5, losanges noirs : 6, ronds noirs : 7, triangles noirs : 8, carrés blancs : 9, carrés noirs, 11.

English caption on following page.

de trop rares données paléontologiques appelaient des datations radiométriques nouvelles.

Des datations U/Th (Sébrier, 1977) et ^{14}C (Vita-Finzi et King, 1985) effectuées sur des coquilles provenant des terrasses inférieures de la région de Corinthe sont contradictoires. Les dates ^{14}C sont toutefois difficilement compatibles avec les données du terrain, puisque des âges extrêmement voisins (30 à 42 ka) sont donnés pour des terrasses séparées par des emboîtements stratigraphiques majeurs. Récemment, Collier *et al.* (1992) ont calculé une « moyenne d'âge de 205 ka » à partir de deux sous-échantillons d'un corail prélevé dans une terrasse de 80 m située au Sud de la ville de Nouvelle Corinthe et qui est le prolongement oriental de la terrasse de Vieille Corinthe. De nouvelles mesures ont été effectuées à l'Unité de Géochronologie de l'Institut de Paléontologie Humaine sur des coquilles marines et des coraux prélevés entre le canal de Corinthe, à l'Est, et Mavra Litharia, une soixantaine de kilomètres plus à l'Ouest. La rareté des fossiles dans les terrasses a limité cette étude à quatre lignes de rivages. La localisation des échantillons analysés est indiquée sur les courbes de la figure.

DONNÉES RADIOMÉTRIQUES U-Th

La datation des carbonates marins par les méthodes radiométriques fondées sur les déséquilibres de la série de l'uranium a été largement débattue et améliorée (Stearns et Thurber, 1965 ; Kaufman *et al.*, 1971 ; Burnett et Veeh, 1992 ; Causse *et al.*, 1993).

Les échantillons ont été analysés par la méthode U-Th en utilisant la spectrométrie alpha ($^{230}Th/^{234}U$). Ils ont été nettoyés aux ultrasons pour éliminer la partie détritique, puis ont été broyés. Le schéma de séparation isotopique utilisé s'appuie sur celui de Ku (1966), modifié selon Bischoff *et al.* (1988). Les résultats sont donnés dans le tableau I.

Dans les échantillons de coraux, le taux d'uranium est compris entre 2,47 et 2,89 ppm, ce qui est dans le domaine de valeurs couramment trouvées dans ce type d'échantillons (Burnett et Veeh, 1992). Il est beaucoup plus homogène que celui des coquilles marines, qui oscille entre 0,21 et 7,48 ppm. Les échantillons, excepté le corail 8902, ne présentent pas de contamination détritique gênante, comme le montrent les rapports $^{230}Th/^{232}Th$ tous supérieurs à 20.

Le corail 8702 provient de la terrasse de Vieille Corinthe. La diffraction aux rayons X montre un changement de phase minéralogique, mais le rapport isotopique suggère qu'aucune migration d'uranium n'est survenue. Il est donc possible que le corail ait subi une recristallisation avec migration de radioéléments peu de temps après sa mort. L'âge obtenu, 228 + 32/– 25 ka, situerait cette terrasse dans le stade isotopique 7.

L'échantillon 8704 a été prélevé au SE du canal de Corinthe, dans la même formation que l'échantillon 87.29.8.1 de Collier (1990), daté par U-Th de 205 + 13/– 12 ka. 8704 n'est pas recristallisé, comme le montre la diffraction aux rayons X et l'âge obtenu est de 221 + 29/– 24 ka.

Trois coquilles proviennent de la terrasse de Nouvelle Corinthe. L'échantillon 8703a, calcitique, a été daté de 80 + 10/– 9 ka, alors que 8703b1 et 8703b2, aragonitiques, donnent des âges plus jeunes (respectivement 48 ± 2 et 57 + 8/– 7 ka). Kaufman *et al.* (1971) ont montré que les coquilles calcitiques sont moins sensibles aux migrations isotopiques que les coquilles aragonitiques. La différence importante de la teneur en

Tableau I Nature, minéralogie, données radiométriques et âges obtenus pour les échantillons analysés.
Nature, mineralogy, U-series data and derived ages for the analysed samples.

Échantillons	Espèces	Minéralogie	U (ppm)	$^{234}U/^{238}U$	$^{230}Th/^{232}Th$	$^{230}Th/^{234}U$	Age (ka)	Age (ka) LU
8702	*Cladocora caespitosa*	calcite secondaire	2,47 ± 0,06	1,059 ± 0,020	76	0,888 ± 0,028	228 +32/– 25	–
8704	*Cladocora caespitosa*	aragonite	2,60 ± 0,06	1,104 ± 0,019	56	0,890 ± 0,030	221 +29/– 24	–
8703a	*Pinna sp.*	calcite primaire	0,21 ± 0,01	1,134 ± 0,067	22	0,526 ± 0,057	80 +10/– 9	–
8703b1 ..	*Glycymeris sp.*	aragonite	2,50 ± 0,06	1,211 ± 0,015	37	0,364 ± 0,012	48 ± 2	107 ± 5
8703b2 ..	*Cardium sp.*	aragonite	1,11 ± 0,03	1,277 ± 0,019	85	0,416 ± 0,043	57 + 8/– 7	128 + 21/– 18
8902*	*Cladocora caespitosa*	aragonite	2,89 ± 0,06	1,102 ± 0,013	8	0,087 ± 0,003	10 ± 0,3	–
8717	*Turritella communis*	aragonite	7,48 ± 0,14	1,230 ± 0,011	85	0,526 ± 0,010	80 ± 2	–

Les âges sont donnés avec une erreur statistique de comptage de ± 1 sigma.
* L'échantillon 8902 montre une contamination détritique ($^{230}Th/^{232}Th < 20$). Le calcul de l'âge a été fait en tenant compte de la fraction de ^{230}Th non radiogénique apportée par le résidu.

Errors (±) are based on one sigma uncertainty of counting statistics.
* The sample 8902 displays a detrital contamination ($^{230}Th/^{232}Th < 20$). The age calculation was made taking into account the ^{230}Th fraction brought by the residue.

uranium entre nos échantillons calcitiques et aragonitiques nous a incité à considérer que ces derniers avaient fonctionné en système ouvert. Les âges ont donc été recalculés dans l'hypothèse d'un enrichissement linéaire en uranium (modèle LU : Ikeya, 1982). Les âges ainsi obtenus (**tableau I**) incitent à attribuer la terrasse de Nouvelle Corinthe au stade isotopique 5.

Le corail 8902 a été prélevé à 6 m au-dessus du niveau de la mer, sous la borne du point coté 12 m de l'éperon rocheux de Mavra Litharia, dans un encroûtement attribué au Tyrrhénien par Georgiades-Dikeoulia et Marcopoulou-Diakantoni (1976), malgré l'absence de *Strombus bubonius*. Les restes d'un cordon de galets affleurant au bord de la route (+ 11 m) pourraient matérialiser le rivage correspondant. A quelques dizaines de mètres à l'Est de l'éperon, à l'emplacement du port de l'antique Aigeira, Papageorgiou *et al.* (1993) ont obtenu un âge ^{14}C calibré de 770-1 040 BP pour un vermétidé soulevé à + 1 m et décrivent un conglomérat marin à tessons de poteries hellénistiques porté à + 2 m.

Le corail 8902 n'a subi aucune recristallisation et indique un âge de 10 ka, ce qui est proche de la limite supérieure de la méthode. Cependant, cet échantillon montre une contamination détritique ($^{230}Th/^{232}Th = 8$). La détermination de l'âge a donc été faite en tenant compte de la fraction de ^{230}Th non radiogénique, mais, en raison de la faible teneur totale en ^{230}Th de cet échantillon très jeune, la correction est délicate et l'âge obtenu est une valeur maximale. D'ailleurs, de rares fragments de céramique sont visibles à la surface du bioherme, ce qui semble confirmer qu'il est sensiblement plus récent que 10 ka.

L'échantillon 8717 provenant de la terrasse de 105 m de Xylokastro est constitué par un grand nombre de turritelles. Il a été daté de 80 ± 2 ka, ce qui suggère que cette terrasse s'est formée à la fin du stade isotopique 5 (5.1). Des mesures par spectrométrie gamma ont été effectuées en utilisant

Altitude variations of the Corinthian Terraces from the New Corinth area (SE) up to Mavra Litharia (NW), and position of samples subjected to radiometric analyses. The terraces which constitute the most constant and characteristic morphological marks are in bold line and are named after Sébrier (1977). Names of the main sections: NC: New Corinth, VC: Ancient Corinth, N: Nicoletto, T: Touvla, ZP: Zoodogos Pygi, K: Kiato-Souli, D: Diminio, X: Xylokastro, ML: Mavra Litharia. Palaeontological marks: in the Kiato-Souli section is indicated the most ancient location of the NN 20 (nannoflora biozone ≤ 450 kyr) in the foreset beds of the Souli Terrace; the New Corinth Terrace is morphostratigraphically equivalent to the *Strombus bubonius* beds of Kalamaki (North East canal area). Proposed correlations with isotopic stages proposed by Keraudren et Sorel (1987) modified: white rhomb: 3; white triangle: ?; white circles: 5; black rhombs: 6; black circles: 7; black triangles: 8; white squares: 9; black squares: 11.

Tableau II Ages de l'échantillon 8717 (turritelles) obtenus par deux méthodes indépendantes : spectrométrie alpha ($^{230}Th/^{234}U$) et spectrométrie gamma ($^{230}Th/^{234}U$ et $^{231}Pa/^{235}U$.

U-series age for sample 8717 (Turritella) using two independent methods: alpha spectrometry ($^{230}Th/^{234}U$) and gamma spectrometry ($^{230}Th/^{234}U$ and $^{231}Pa/^{235}U$).

	Ages U-Th (ka)		
Échantillon	**Spectrométrie alpha**	**Spectrométrie gamma**	
	$^{230}Th/^{234}U$	**$^{230}Th/^{234}U$**	**$^{231}Pa/^{235}U$**
8717	80 ± 2	68 + 53/– 32	89 + 31/– 19

Les âges sont donnés avec une erreur statistique de comptage de ± 1 sigma.
Errors (±) are based on one sigma uncertainty of counting statistics.

deux rapports indépendants, $^{230}Th/^{234}U$ et $^{231}Pa/^{235}U$, qui peuvent fournir des indications sur la nature du système. Compte tenu des erreurs importantes inhérentes à la spectrométrie gamma, les résultats n'apportent pas de contradiction à l'âge obtenu par spectrométrie alpha (**tableau II**).

CONCLUSIONS

Les nouveaux résultats radiométriques confirment le diachronisme de la partie inférieure de l'étagement des terrasses de Corinthie et permettent d'attribuer la terrasse de 105 m de Xylokastro au stade 5.1, la terrasse de Nouvelle Corinthe au stade 5 et celle de Vieille Corinthe au stade 7. Compte tenu des marges d'erreurs affichées sur les âges des deux dernières terrasses, les critères morphologiques restent déterminants pour proposer une attribution plus précise (5.5 pour la terrasse de Nouvelle Corinthe et 7.3 pour la terrasse de Vieille Corinthe).

Cette validation, pour les niveaux inférieurs, des critères morphostratigraphiques utilisés pour rapprocher l'étagement corinthien de la stratigraphie isotopique, conforte les hypothèses chronologiques proposées par Keraudren et Sorel (1987) et Sorel (1989). Malgré l'absence de datations radiométriques sur les niveaux supérieurs, il semble bien que l'étagement corinthien couvre les derniers 600 ka.

Ces datations démontrent, de plus, l'importance du taux de surrection dans la partie occidentale de la zone étudiée : sa valeur moyenne depuis le stade isotopique 7 est de 1,5 mm/an dans la coupe de Xylokastro. Plus à l'Ouest, l'âge de l'échantillon de Mavra Litharia (8902), qui contredit l'attribution au Tyrrhénien proposée par Georgiades-Dikeoulia et Marcopoulou-Diakantoni (1976), indique que la surrection récente y est encore plus considérable. Ce sont les phases ultimes de celle-ci qu'ont datées Papageorgiou *et al.* (1993), à l'emplacement du port d'Aigeira.

Cette surrection récente est du même ordre de grandeur que celle mise en évidence en Crète (Pirazzoli *et al.*, 1982). Elle résulterait de la combinaison du jeu des failles normales très actives du golfe de Corinthe et de la surrection générale longitudinale de la chaîne, sur l'axe Pinde-Taygète à l'aplomb de sa racine crustale.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BISCHOFF, J. L., ROSENBAUER, R. J., TAVOSO, A. et LUMLEY, H. de, 1988. A test of uranium-series dating of fossil tooth enamel: results from Tournal cave, France, *Applied Geochemistry*, 3, p. 145-151.

BURNETT, W. C. et VEEH, H. H., 1992. Uranium-series studies of marine phosphates and carbonates. *In* IVANOVICH, M. et HARMON, R. S., éd., *Uranium-series disequilibrium: applications to earth, marine and environmental sciences*, 487-512.

CAUSSE, C., GOY, J. L., ZAZO, C. et HILLAIRE-MARCEL, C., 1993. Potentiel chronologique (Th/U) de faunes pléistocènes méditerranéennes : exemple des terrasses marines des régions de Murcie et Alicante (Sud-Est de l'Espagne), *Geodinamica Acta*, 6, 2, p. 121-134.

COLLIER, R. E. L., 1990. Eustatic and tectonic controls upon Quaternary coastal sedimentation in the Corinth Basin, Greece, *Journal of Geological Society, London*, 147, p. 301-314.

COLLIER, R. E. L., LEEDER, M. R., ROWE, P. J. et ATKINSON, T. C., 1992. Rates of tectonic uplift in the Corinth and Megara Basins, Central Greece, *Tectonics*, 11, 6, p. 1159-1167.

DEPÉRET, C., 1913. Observations sur l'histoire géologique pliocène et quaternaire du golfe et de

l'isthme de Corinthe, *C.R. Acad. Sci. Paris*, 156, p. 427-431, 659-663 et 1048-1052.

DOUTSOS, T. et PIPER, D. J. W., 1990. Listric faulting, sedimentation, and morphological evolution of the Quaternary eastern Corinth rift, Greece : First stages of continental rifting, *Geol. Soc. of America Bull.*, 102, p. 812-829.

DUFAURE, J. J., 1975. Le relief du Péloponnèse, *Thèse d'État*, Univ. Paris-I, 5, 1 422 p.

DUFAURE, J. J., KERAUDREN, B. et SÉBRIER, M., 1975. Les terrasses de Corinthie : chronologie et déformations, *C.R. Acad. Sci. Paris*, 281, série D, p. 1943-1945.

GAUTHIER, A. J., 1979. Contribution à l'étude néotectonique du domaine égéen : l'île de Rhodes (Dodécanèse, Grèce), *Thèse 3e cycle*, Univ. Paris-XI, 207 p.

GEORGIADES-DIKEOULIA, E. et MARCOPOULOU-DIAKANTONI, A., 1976. Eutyrrhenian in Mavra Litharia (Corinth area), *Ann. géol. pays hellén.*, 27, p. 74-95 (en grec).

IKEYA, M., 1982. A model of linear uranium accumulation for ESR age of Heidelberg (Mauer) and Tautavel bones, *Japanese Journal of Applied Physics*, 21, p. 690-692.

KAUFMAN, A., BROECKER, W. S., KU, T. L. et THURBER, D. L., 1971. The status of U-series methods of mollusc dating, *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 35, p. 1155-1183.

KERAUDREN, B., 1970-71-72. Les formations quaternaires marines de la Grèce, *Bull. Mus. Anthrop. Préhist. Monaco*, 16, p. 5-153 ; 17, p. 87-169 ; 18, p. 223-270.

KERAUDREN, B. et MERCIER, J., 1977. Paléogéographie plio-pléistocène et néotectonique de l'arc Égéen. *In* : Recherches françaises sur le Quaternaire, INQUA 1977, *Supp. Bull. AFEQ*, 50, p. 135-140.

KERAUDREN, B. et SOREL, D., 1987. The terraces of Corinth (Greece). A detailed record of eustatic sea-level variations during the last 500,000 years, *Marine Geology*, 77, p. 99-107.

KU, T. L., 1966. Uranium-series disequilibrium in deep-sea sediments, *Ph. D. thesis*, Columbia University, New York, 157 p.

PAPAGEORGIOU, S., ARNOLD, M., LABOREL, J. et STIROS, S. C., 1993. Seismic uplift of the harbour of ancient Aigeira, Central Greece, *Int. J. Nautical Archaeol.*, 22, 3, p. 275-281.

PETERS, J. M., 1985. Neogene and Quaternary vertical tectonics in the South Hellenic Arc and their effect on concurrent sedimentation processes, *GUA Papers of Geology*, 1, 23, p. 1-247.

PIRAZZOLI, P. A., THOMMERET, J., THOMMERET, Y., LABOREL, J. et MONTAGGIONI, L., 1982. Crustal block movements from holocene shorelines : Crete and Antikythira, *Tectonophysics*, 86, p. 27-43.

SCHRÖDER, B., 1975. Bemerkungen zu marinen Terrassen des Quartärs im NE-Peloponnes/ Griechenland, *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.*, 149, 2, p. 148-161.

SÉBRIER, M., 1977. Tectonique récente d'une transversale à l'Arc Égéen. Le golfe de Corinthe et ses régions périphériques, *Thèse 3e cycle*, Univ. Paris-XI, disponible à la bibliothèque de la dite Université, 137 p.

SOREL, D., 1989. L'évolution structurale de la Grèce nord-occidentale depuis le Miocène dans le cadre géodynamique de l'Arc Égéen, *Thèse doctorat d'État*, Univ. Paris-XI, disponible à la bibliothèque de la dite Université, 475 p.

SOREL, D., MELO, V., TAGARI, D. et KERAUDREN, B., 1992. Découverte de nouveaux replats littoraux trangressifs étagés d'âge pliocène-pléistocène inférieur dans le nord-ouest de l'Arc Égéen (Grèce et Albanie) : intérêt géodynamique, *C.R. Acad. Sci. Paris*, 314, série II, p. 1079-1083.

STEARNS, C. E. et THURBER, D. L., 1965. ^{230}Th-^{234}U dates of late Pleistocene marine fossils from the Mediterranean and Moroccan littorals, *Quaternaria*, 7, p. 29-42.

VITA-FINZI, C. et KING, G. C. P., 1985. The seismicity, geomorphology and structural evolution of the Corinth area of Greece, *Phil. Trans. R. Soc. London*, A 314, p. 379-407.