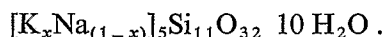


**GÉOCHRONOLOGIE.** — *La méthode Io/Th appliquée au minéral phillipsite et ses conséquences géochimiques.* Note (\*) de MM. **Michel Bernat** et **Edward Goldberg**, présentée par M. Jean Orcel.

**INTRODUCTION.** — La méthode Io/Th 232 est un chronomètre désormais classique notamment pour mesurer les vitesses de sédimentation des sédiments marins (Goldberg-Koïde). Jusqu'alors cependant cette méthode était appliquée au sédiment dans sa totalité. Or on sait que tout sédiment est un mélange de phases héritées, néoformées et agradées. C'est pourquoi nous avons cherché à utiliser cette méthode pour un minéral isolé : la phillipsite, minéral qui est considéré comme authigène.

**LE MINÉRAL PHILLIPSITE : STRUCTURE, LOCALISATION, ASSOCIATION.** — La phillipsite est une zéolite orthorhombique [Steinfinck (2)]. La formule idéale serait :



Ces phillipsites sont communes dans les sédiments récents du Pacifique notamment aux environs de la Ride Pacifique Nord et dans la région des îles Sociétés au Sud [Goldberg 61-63, Bonatti (4)]. On en trouve aussi dans l'Océan Indien et rarement dans l'Atlantique. Ces régions sont caractérisées par un important apport de débris volcaniques, par des vitesses de dépôt relativement faibles, conséquence de la diminution des apports continentaux. Les sédiments dans lesquels on les trouve sont souvent calcaires, les organismes siliceux sont rares ou très corrodés, la montmorillonite est toujours présente.

**MÉTHODE ANALYTIQUE.** — Les phillipsites sont isolées du sédiment par les méthodes classiques de la sédimentologie. Sédimentation puis séparation par les liqueurs denses.

La méthode d'analyse chimique diffère peu de celle utilisée par Goldberg-Koïde (1) : entraînement sur hydroxydes Al-Fe ; coprécipitation du Th avec LaF<sub>3</sub> ; purification par extraction dans les solvants organiques, électrodéposition.

L'uranium ne précipite pas avec LaF<sub>3</sub>. La solution surnageante est alors amenée plusieurs fois à sec pour éliminer les fluorures, U est ensuite fixé sur résine anionique, purifié par les solvants organiques, puis électrodéposé.

L'analyse des isotopes se fait par spectrométrie  $\alpha$ .

**RÉSULTATS ET INTERPRÉTATION.** — Les études ont porté sur trois carottes de sédiments du Pacifique :

JYN	V	49	PG-P	17° Nord	133°
LSDH		96	PG-P	15° Nord	165°0
MSN		124	G	26° Sud	157°0.

Les résultats analytiques sont réunis dans les tableaux 1, 2, 3 et 4, et reportés sur les graphiques (I, II, III).

11 DEC. 1972  
O. R. S. T. O. M.

Collection de Référence

n°

5806 geol.

TABLEAU 1

CAROTTE JYN V 49

Profondeur	THORIUM ppm			Th 230/Th 232 <sup>+</sup>			Th 230/Th 232 <sup>+</sup>		
	Phillipsite	Séd. Total lessivé	<2μ	Phillipsite	Séd. Total lessivé	<2μ	Phillipsite	Séd. Total lessivé	<2μ
0 - 4	13,2	10,1	10	5,6	1,02	0,9	29,7	31,8	24,2
4 - 8	10,0	8,8	12,6	7,1	1,07	0,93	15,3	24,7	17,5
8 - 12	8,2	9,8	10,6	7,9	1,08	0,90	12,4	11,4	12,6
12 - 16	10,1	11,2	12,0	9,9	1,05	0,92	5,0	6,7	6,4
16 - 20	6,0	13,2	12,7	9,8	1,10	0,88	2,15	1,9	2,5
30 - 34	7,3	12,2	14,5	9,6	1,18	0,75	0,95	0,65	0,64
40 - 44	6,4	12,3	-	9,6	1,03	-	0,95	0,43	-
50 - 54	4,6	11,4	12,3	7,4	1,10	0,86	0,94	0,49	0,51

+ rapports en activités.

TABLEAU 2 L S D H 96 P et G

Profondeur	SED. TOTAL LESSIVE		PHILLIPSITE		
	Th230/Th232 <sup>+</sup>	Th ppm	Th230/Th 232 <sup>+</sup>	Th ppm	Th228/Th 232 <sup>+</sup>
0 - 3 <sub>G</sub>	9,3	14,8	8,0	3,0	14
3 - 6 <sub>G</sub>	9,3	12,4	8,0	2,5	-
8 - 11 <sub>G</sub>	1,6	6,8	3,0	1,6	7
12 - 15 <sub>G</sub>	1,9	6,4	4,0	1,4	-
0 - 5 <sub>P</sub>	4,0	8,0	2,3	2,7	4,6
10 - 15 <sub>P</sub>	5,5	7,2	2,4	1,8	6
20 - 25 <sub>P</sub>	4,0	7,3	3,7	1,9	5
30 - 35 <sub>P</sub>	1,2	8,0	2,8	2,9	7,7
50 - 55 <sub>P</sub>	1,7	7,1	1,6	1,6	8,5
100-105 <sub>P</sub>	1,1	7,3	1,6	0,6	-
151-156 <sub>P</sub>	1,3	6,9	1,4	0,9	-
211-216 <sub>P</sub>	1,1	7,9	1,2	0,65	10
302-307 <sub>P</sub>	1,0	8,5	0,9	0,79	11
482-487 <sub>P</sub>	1,1	8,4	1,1	0,9	9
600 <sub>P</sub>			1,1	0,9	10

TABLEAU 3

L S D H 96 P et G

Profondeur	URANIUM en ppm	
	TOTAL Lessivé	Phillipsite
0 - 3	2,6	0,69
8 - 11	2,9	0,66
12 - 15	2,8	0,49
0 - 5	3,1	0,46
30 - 35	3,1	0,46
100-105	3,3	0,28
151-156	3,3	0,25
482-487	3,1	0,32

+ rapport des activités.

TABLEAU 4

M S N 124

Profondeur	SEDIMENT TOTAL LESSIVE		Profondeur	PHILLIPSITE	
	Th 230/Th 232 <sup>+</sup>	Th ppm		Th230/Th232 <sup>+</sup>	Th ppm
0 - 4	29,4	18,1	0 - 6,5	10,0	8,3
4 - 6,5	24,5	16,0			
12 - 16	2,3	13,2	10 - 15	1,4	3,1
20 - 24	1,01	13,1	20 - 25	0,77	3,2
32 - 36	0,6	13,8	32 - 36	0,61	3,2
61 - 65	0,56	12,7	61 - 65	0,76	2,5
96 - 100	0,49	12,6	96 - 100	0,60	1,4

+ rapport des activités.

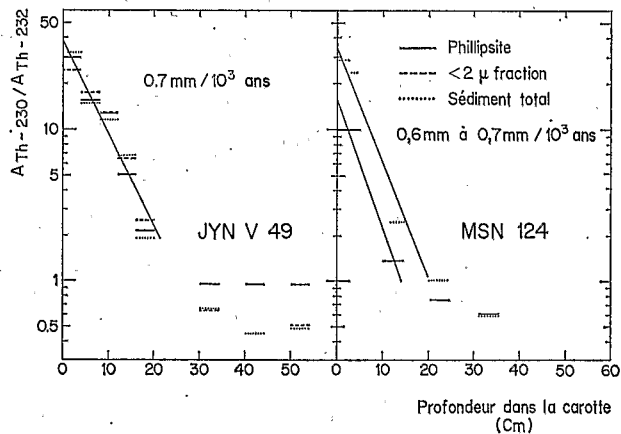


Fig. 1

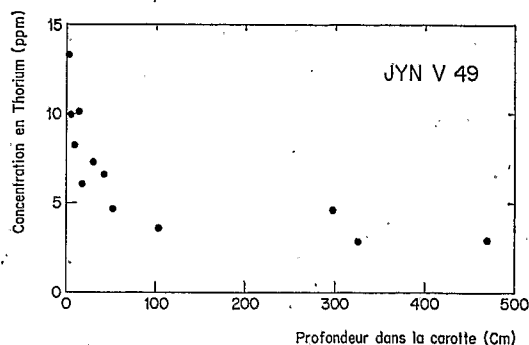


Fig. 2

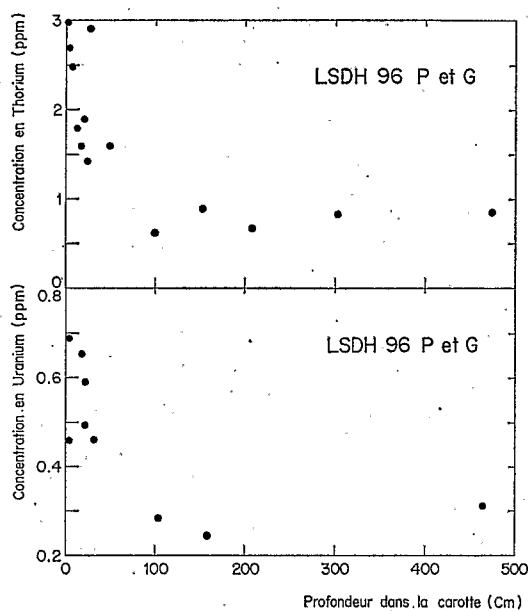


Fig. 3

DISCUSSION. — a. *Vitesse de sédimentation.* — Les sédiments constituant la carotte LSDH 96 sont de deux types : un sédiment sombre recouvert de 4 à 5 cm d'un sédiment clair plus riche en illite et plus pauvre en montmorillonite. Il est impossible de calculer une vitesse. Pour JYN et MSN, la concordance des vitesses entre le sédiment total et la phillipsite, vitesse qui peut être évaluée à 0,75 mm par 1 000 ans, est nette.

— JYN, les rapports en activité Th 230/Th 232 (phillipsite et sédiment total), d'un même niveau ont la même valeur et les teneurs en Th sont comparables.

— MSN, bien que la phillipsite et le sédiment total donnent la même vitesse de sédimentation, il apparaît que les rapports Th 230/Th 232 de la phillipsite sont inférieurs. Le Th 232 est bien moins concentré et le Th 230 encore moins.

Somayajulu et Goldberg <sup>(5)</sup> observent la même différence entre la teneur en thorium des cristaux de barytine isolés du sédiment, et le sédiment total. Ceci peut s'expliquer si l'on admet que la phillipsite (et la barytine) puisent U et Th dans l'eau du fond ou interstitielle, alors que le reste du sédiment « ratisse » entièrement la colonne d'eau adjacente.

b. *Décroissance de Th et U.* — U et Th décroissent durant les 50 premiers centimètres. Les hydroxydes de Th sont très insolubles et nous avons rejeté l'éventualité d'une fuite de Th. Il faut alors admettre que le cristal de phillipsite croît et n'incorpore que de faibles quantités d'U et de Th. Le milieu qui lui fournit les éléments nécessaires à son élaboration doit avoir des teneurs en U et Th très faibles (eaux interstitielles).

Un autre argument sera tiré du fait que le pourcentage de la phillipsite récupéré dans les diverses sections d'une carotte croît de haut en bas (sédiment superficiel vers sédiment profond). La mesure de ces pourcentages n'est qu'approximative, bien que le processus sédimentologique d'isolement soit rigoureusement le même pour chaque niveau. La phillipsite et les autres fractions minéralogiques sont contrôlées aux rayons X et au microscope. Enfin, les résultats fournis par la méthode potassium-argon [Bernat, Bieri, Koïde, Griffin, Goldberg <sup>(6)</sup>], s'interprètent d'une façon satisfaisante si on adopte un modèle de croissance de la phillipsite durant les 50 premiers centimètres.

c. *Déséquilibre Th 228.* — Le Th 228 est fils du Th 232 par l'intermédiaire d'un élément à courte vie, le Ra 228 (6-7 ans).

On avait déjà signalé que la phillipsite a une forte concentration en Ra. Peu mobile en milieu oxydant, le Ra migre facilement en milieu réducteur. La phillipsite, grâce à ses propriétés d'échangeuse d'ions, doit fixer Ra ; celui-ci s'équilibre rapidement avec ses descendants dont le Th 228 qui est alors en excès par rapport à Th 232.

Ce déséquilibre existe dans les parties les plus basses de la carotte (6 m pour LSDH 96 dont l'âge pourrait être 6 à 7 MA). On doit donc admettre, puisque le Ra a une courte période que le phénomène concentrateur joue jusque-là.

(\*) Séance du 14 juin 1971.

Ce travail a été financé par l'« Atomic Energy Commission » et l'OTAN.

(1) E. D. GOLDBERG et M. KOÏDE, Geochronological studies of deep sea sediments by the ionium/thorium method, *Geochim. Cosmochim. Acta*, 1962, p. 417.

(2) H. STEINFINK, The crystal structure of the zeolite phillipsite, *Acta Cryst.*, 15, 1962, p. 644.

(3) E. D. GOLDBERG, Chemical and mineralogical aspects of deep sea sediments, *Phys. Chem. Earth*, 4, 1961, p. 281-302.

(4) E. BONATTI, Zeolites in Pacific pelagic sediments, *Trans. New York Acad. Sc.*, 25, 1963, p. 938-948.

(5) B. L. K. SOMAYAJULU et E. D. GOLDBERG, Thorium and uranium isotopes in sea water and sediments, *Earth Planet Sc. Lett.*, 1, 1966, p. 102-106.

(6) M. BERNAT, R. H. BIERI, M. KOÏDE, J. J. GRIFFIN et E. D. GOLDBERG, U, Th and Ar in marine phillipsites, *Geochim. Cosmochim. Acta*, 34, 1970, p. 1053-1071.

M. B., ORSTOM et Groupe de Recherches Géochimiques Louis-Barrabé  
Institut de Physique du Globe,  
9, quai Saint-Bernard, 75-Paris, 5<sup>e</sup> ;  
E. G., SCRIPPS Institution of Oceanography,  
La Jolla, Californie.