

GÉOLOGIE ISOTOPIQUE. — *Etude du rapport $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ dans les carottes de sédiments proches des côtes : conséquences diverses.* Note (*) de MM. Michel Bernat et Claude Allègre, présentée par M. Jean Orcel.

On sait depuis les travaux de Cherdintsev et coll. (1) que ^{234}U n'est pas en équilibre avec ^{238}U dans l'eau de mer, les produits d'altération et les sédiments.

Teh Lung Ku (1945) a étudié la variation du rapport $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ dans les carottes de sédiments pélagiques (2). Nous avons étudié deux carottes prélevées dans les stations proches du continent afin d'éprouver la généralité du modèle proposé par Teh Lung Ku.

TECHNIQUE EXPÉRIMENTALE [(3), (4)]. — La carotte est découpée en tranches de 70 cm d'épaisseur (8 à 20 g de sédiment sont attaqués jusqu'à dissolution complète). La solution est neutralisée par N_4HOH . Le précipité obtenu sur lequel s'absorbent U et Th est repris par HCl 8 N. L'uranium est fixé sur une résine anionique Dowex 1 \times 8 (200 à 400 mesh). On l'élue avec HCl 1 N. Afin de purifier l'uranium ainsi obtenu on fait une extraction double à l'hexone (qui sépare le fer), puis on sépare U par une extraction au T. T. A. en milieu nitrique 1 M à pH = 3. Cette solution après évaporation à sec est reprise par 5 cc de chlorure d'ammonium. L'uranium est alors déposé par électrolyse sur un petit disque de platine.

Le thorium se trouve dans l'effluent lors du passage sur résine, la solution est neutralisée par NaOH (élimination Al). Après avoir repris par HCl 3 M on fait passer la solution sur une résine cationique « Dowex 50 \times 12 200 » (400 mesh). Le thorium est fixé sur la résine. On l'élue par l'acide oxalique 0,75 M. Purifié par une extraction au T. T. A. (0,2 M) en milieu nitrique pH 2 il est déposé sur un disque de platine.

La composition isotopique de l'uranium et du thorium est alors déterminée par spectrométrie α à l'aide d'un cristal semi-conducteur à barrière de surface suivi d'une chaîne d'amplification et d'un sélecteur multicanal « Intertechnique ». Les compositions isotopiques seront notées en activité.

RÉSULTATS OBTENUS. — Deux carottes ont été étudiées, elles proviennent, l'une de la région voisine de l'embouchure de la Vilaine, l'autre de Gibraltar. Les compositions minéralogiques sont les suivantes :

Carotte de la Vilaine. — Il s'agit d'une vase dans laquelle le quartz domine suivi par les minéraux micacés, la kaolinite, le feldspath, la calcite, la dolomite. On y trouve parfois des débris de coquille et au moins 2 % de pyrite. La répartition des minéraux est très uniforme dans la carotte.

Carotte de Gibraltar. — Cette vase a des teneurs en CaCO_3 , MgCO_3 et Fe beaucoup plus importante, par contre bien que présents le quartz, le feldspath et les micas sont moins abondants que dans la carotte précédente. Dans les deux cas la partie héritée domine. Les résultats obtenus sont consignés dans les graphiques 1 et 2.

INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS. — L'examen des graphiques montre que l'on retrouve le même type de courbes que celles obtenues par Ku (1965) pour des sédi-

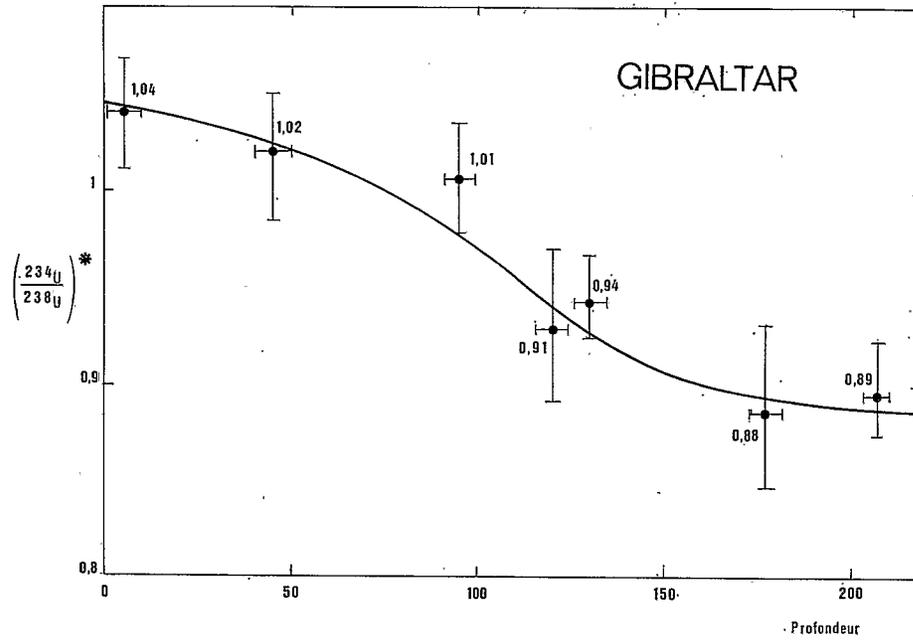


Fig. 1

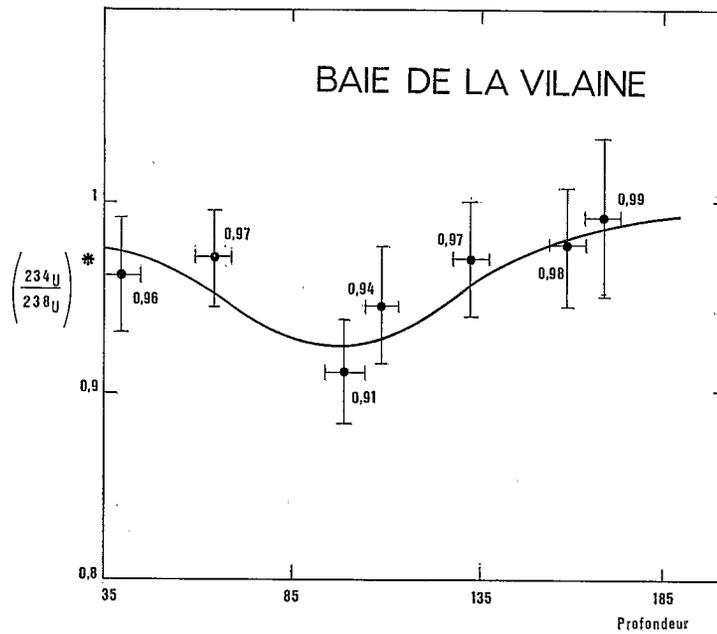


Fig. 2

ments pélagiques. En particulier le rapport $[^{234}\text{U}/^{238}\text{U}]$ semble décroître au-dessous de la valeur d'équilibre dans la première partie de la courbe. Après un certain temps c'est-à-dire une certaine profondeur de la carotte la valeur du rapport tend évidem-

ment vers l'équilibre. Nous n'avons pas observé ce phénomène dans notre cas car la carotte était courte et la vitesse de sédimentation trop grande. Teh Lung Ku interprète ce phénomène à l'aide d'un modèle mettant en jeu la diffusion de ^{234}U à l'intérieur du sédiment.

Ce modèle permet à son auteur :

1. De calculer une vitesse de sédimentation ;
2. D'affirmer que les sédiments étudiés rejettent de ^{234}U dans la mer. Ce phénomène contribuant par-là même au déséquilibre observé dans l'eau de mer.

A cette interprétation on peut en opposer une autre, à savoir que l'uranium des sédiments côtiers est la somme d'un U authigène à composition marine [$^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$] $\approx 1,12$ et d'un U détritique déséquilibré en faveur de ^{238}U et qui est majoritaire. Les fluctuations de l'apport détritique ou du rapport détritique/authigène ont pour conséquence les variations $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ observées.

On peut écrire :

$$(^{234}\text{U}/^{238}\text{U}) - 1 = e^{-\lambda t} 4 \cdot \varepsilon(t)$$

en notant ($^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$) le rapport en activité

$$\varepsilon(t) = [(^{234}\text{U}/^{238}\text{U})_0 - 1]$$

λ_4 constante radio-active de ^{234}U .

Si on note le rapport U détritique/U authigène = $f(t)$

$$R_1 = (^{234}\text{U}/^{238}\text{U}) \text{ détritique}$$

$$R_2 = (^{234}\text{U}/^{238}\text{U}) \text{ authigène}$$

il vient

$$\varepsilon(t) = \frac{f(t) [R_1 - 1] + [R_2 - 1]}{f(t) + 1}$$

Si on suppose R_1 et R_2 constant au cours du temps, ce qui est justifié en première approximation $\varepsilon(t)$ varie avec $f(t)$.

Soit R_x le rapport $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ à la profondeur x

$$\overline{J}(t) \text{ vitesse moyenne de sédimentation} = \frac{1}{t} \int_0^t J(\tau) d\tau$$

$J(\tau)$ vitesse vraie de sédimentation

$$R_x = 1 + \left[\exp\left(\frac{-\lambda_4 x}{\overline{J}(+)}\right) \cdot \varepsilon\left(\frac{x}{\overline{J}(+)}\right) \right] = 1 + \left[\exp\left(\frac{-\lambda_4 x}{\overline{J}(+)}\right) \cdot \frac{f(t) \cdot (R_1 - 1) + R_2 - 1}{f(t) + 1} \right]$$

Lorsque x augmente $R_x \rightarrow 1$ mais la convergence ne dépend pas seulement de $\overline{J}(t)$ mais aussi de la forme de la fonction $f(t)$.

Il est donc impossible de mesurer $\overline{J}(t)$ par cette méthode si l'on ne connaît pas $f(t)$ (variation du rapport U détritique/U authigène) au cours du temps.

Nous avons cherché à savoir laquelle des deux interprétations était la plus valable pour les sédiments que nous avons étudiés.

1. Appliquant le modèle Teh Lung Ku, à la carotte de Gibraltar, nous avons calculé une vitesse de sédimentation. Cette dernière est de l'ordre de $\text{mm}/10^3$ ans.

Ceci est en contradiction avec l'extrapolation que l'on peut faire des résultats des vitesses sédimentaires des divers auteurs qui indiquent que près des côtes l'ordre de grandeur de la vitesse de sédimentation est au moins du $\text{cm}/10^3$ ans.

2. Nous avons cherché à voir où se localise l'uranium en effectuant des attaques ménagées. Une attaque ménagée du sédiment doit libérer préférentiellement les parties précipitées. Nos essais (tableau) montrent que le rapport $[^4\text{U}/^8\text{U}]$ du produit d'attaque est peu différent du rapport mesuré sur le sédiment global. Or, le rapport $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ venant soit des fleuves soit de la mer doit être déséquilibré au profit de ^{234}U . L'uranium de cette sédimentation nous paraît donc être contenu dans la partie détritique. Ceci est confirmé par l'étude de la fraction fine (tableau).

TABLEAU
Vilaine CI
Rapport $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ en activité

Profondeur	Normal	Fraction < 63 μ	Sédiment lessivé HCl
30-40	$0,96 \pm 0,06$	—	$1 \pm 0,05$
100-110	$0,94 \pm 0,06$	—	$0,99 \pm 0,05$
150-160	$0,98 \pm 0,06$	$0,94 \pm 0,07$	—
160-170	$0,99 \pm 0,06$	$1,05 \pm 0,06$	—

3. Les valeurs du rapport $[\text{I}o/^{232}\text{Th}]$ mesurées sur ces sédiments sont des valeurs courantes pour des sédiments à dominantes détritiques [M. Scott (6)] (allant de 1,08 à 0,90).

CONCLUSION. — Les variations du rapport $[^{234}\text{U}/^{238}\text{U}]$ observées dans les carottes que nous avons étudiées nous paraissent être dues à une variation détritico/autigène pour l'uranium dans les sédiments.

Il y a lieu de se demander si cette interprétation n'est pas également valable pour les sédiments pélagiques étudiés par Teh Lung Ku.

S'il en est ainsi, il faut abandonner l'idée du rejet dans l'eau de mer de ^{234}U par les sédiments, ceci aurait des conséquences importantes sur le bilan géochimique de l'uranium [Veeh (5)].

(*) Séance du 6 janvier 1969.

(1) CHERDINTSEV, ORLOV, ISABEV et IVANOV, Isotopes of U in natural conditions Isotopes composition of U of minerals, *Geokhimiya*, 840, 1961.

(2) TEH LUNG KU, An evaluation of the $\text{U}^{234}/\text{U}^{238}$ method as a tool for dating pelagic sediments, *J. G. R.*, 70, 4014, 3457-73, 1965.

(3) E. PICCIOTTO et WILGAIN, The Determination in deep sea sediments, *Nature*, 270-632-3.

(4) KAUFMANN et BROECKER, Comparaison of the ^{230}Th et C^{14} age for carbonates materials from lakes Lahontan and Bonneville, *J. G. R.*, 70, 16.4.39, 4054.

(5) H. H. VEEH, Deposition of Uranium from the ocean, *Earth and Planetary Science Letters*, 1967, p. 145.

(6) M. SCOTT, Thorium and Uranium concentrations and Isotope ratios in River sediments, *Earth and Planetary Science Letters*, 1968, p. 245.

(Groupe de recherches géochimiques Louis-Barrabé et Institut de Physique du Globe,
Faculté des Sciences de Paris, 9, quai Saint-Bernard, 75-Paris, 5^e ;
Office de la Recherche scientifique et technique Outre-Mer, Section Géologie.)

**ÉTUDE DU RAPPORT $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ DANS LES CAROTTES
DE SÉDIMENTS PROCHES DES CÔTES :
CONSÉQUENCES DIVERSES**

PAR

MM. Michel BERNAT et Claude ALLÈGRE

Extrait des *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*,
séance du 27 janvier 1969.

11 DEC. 1972

O. R. S. T. O. M.

Collection de Référence

no

58079