

Quelques mesures de carbone 14 et de césium 137 en mer Ligure

par

JEAN THOMMERET, YOLANDE THOMMERET et GISÈLE HUGUES

Centre Scientifique de Monaco, Laboratoire de Radioactivité Appliquée, Monaco

Introduction

La connaissance de la répartition des concentrations de certains éléments radioactifs dans différentes zones océaniques constitue un moyen d'évaluer le déplacement ou le mélange des masses d'eau ainsi que la pénétration de ces éléments dans le milieu marin. D'importants programmes d'études ont été entrepris par ces méthodes (programme GEOSECS...).

A l'imitation de nombreux expérimentateurs qui ont mesuré des concentrations de carbone 14 ou de césium 137 en mer, nous avons effectué en 1973 six mesures de carbone 14 entre 200 et 2.500 mètres sur un profil vertical situé au sud de Monaco (43°00'N, 7°20'E) et en 1974 cinq mesures de césium 137 entre 0 et 2.000 mètres sur un profil vertical voisin à 18 nautiques S.E. de Monaco (43°30'N, 7°35'E).

En restant conscients qu'une telle série de mesures sur deux profils voisins ne permet pas de tirer de conclusions concernant la dynamique des masses d'eau du bassin ligure, nous donnons les résultats de nos mesures et quelques comparaisons avec les résultats d'autres auteurs en cette même mer, ou en Atlantique.

Méthodes d'extractions et mesures

1. Le carbone 14 est extrait en laboratoire des échantillons de 100 litres d'eau de mer, après acidification par l'acide sulfurique et entraînement à l'azote en circuit fermé sur un piège à baryte. L'analyse radiométrique est effectuée par un comptage proportionnel du gaz carbonique régénéré, purifié selon les techniques habituellement utilisées pour la datation.

2. Le césium 137 est extrait en laboratoire d'échantillons de 60 à 100 litres d'eau de mer par circulation de cette eau, acidifiée à pH 1, sur une cartouche de 5 g de ferrocyanure de potassium cobalt. Le rendement d'extraction a été vérifié être voisin de 100 %. L'analyse radiométrique est réalisée par comparaison directe en spectrographie gamma des intensités du pic 0,662 MeV de l'échantillon et de la solution étalon absorbée sur la même quantité de résine, ce qui supprime les corrections d'absorption [DUTTON J.W.R., 1970].

Il nous faut indiquer qu'à la méthode directe de traitement des échantillons de grand volume au laboratoire, certains auteurs ont préféré la fixation directe du césium en milieu marin sur des filtres de résine minérale (K Fe CN₆Co) tirés en mer, à profondeur constante, par le navire. La quantité de césium stable, constante dans l'eau de mer, peut être évaluée par spectrophotométrie et permet de calculer la quantité d'eau qui a circulé sur la résine.

Une bibliographie exhaustive sur ce sujet a été publiée [DUURSMA E.K., 1972], [FOLSOM T.E. & SREEKUMARAN C., 1970].

Rapp. Comm. int. Mer Médit., 23, 7, pp. 173-176, 1 fig. (1976).

Résultats et commentaires

1. Carbone 14

Les mesures sont présentées suivant le mode habituel au moyen des relations définies ci-après :

$$\delta^{14}\text{C} = \frac{\text{activité de l'échantillon}}{0,95 \text{ activité de l'étalon NBS}} - 1) \times 1.000 \text{ ‰}$$

$$\Delta = \delta^{14}\text{C} - (2 \delta^{13}\text{C} + 50) \left(1 + \frac{\delta^{13}\text{C}}{1000}\right) \text{ ‰}$$

où

$$\delta^{13}\text{C} = \left(\frac{\text{R } \frac{^{13}\text{C}}{^{12}\text{C}} \text{ échantillon}}{\text{R } \frac{^{13}\text{C}}{^{12}\text{C}} \text{ étalon PDB}} - 1 \right) \times 1.000 \text{ ‰}$$

le $\delta^{13}\text{C}$ n'a pas été mesuré; peu variable dans l'eau de mer, sa valeur a été prise égale à + 1 ‰ dans le calcul de Δ de tous nos échantillons.

Les résultats obtenus antérieurement pour de l'eau de surface et de l'eau de profondeur prélevée au même point en mer Ligure sont aussi donnés pour comparaison.

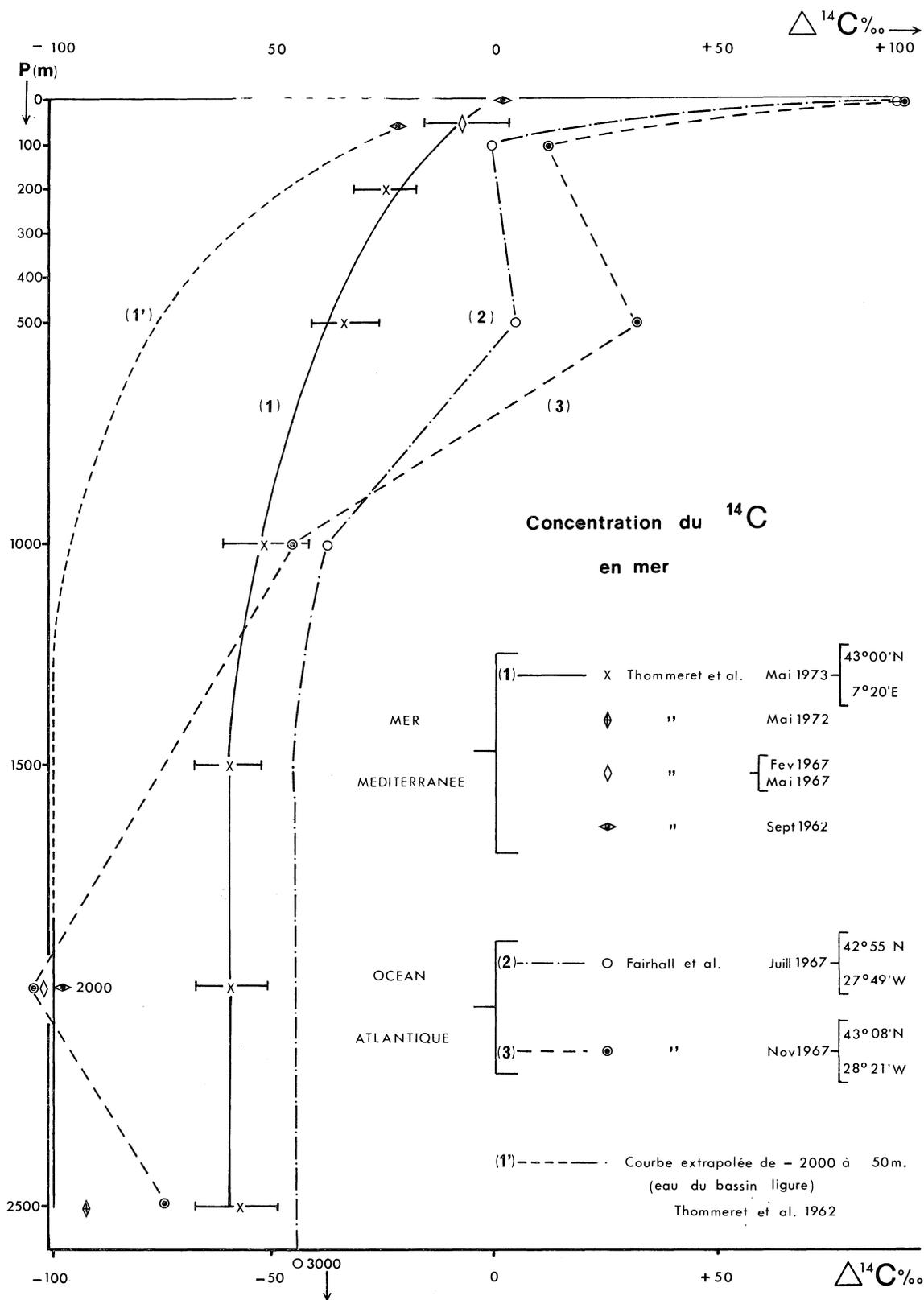
Station 43°00' Lat. N, 7°20' Long. E

Date des prélèvements	Profondeur	$\delta^{14}\text{C}$ ‰	Δ ‰ (1)	ΣCO_2 (2)	Concentration(3) 10 ⁹ at. ¹⁴ C l ⁻¹
Mai 1973	200 m	+ 28 ± 9	— 25 ± 9	2,03	1,39
	500 m	+ 18 ± 8	— 34 ± 8	2,33	1,58
	1.000 m	0 ± 9	— 52 ± 9	2,33	1,55
	1.500 m	— 8 ± 7	— 60 ± 7	2,23	1,54
	2.000 m	— 7 ± 8	— 59 ± 8	2,33	1,54
	2.500 m	— 6 ± 9	— 58 ± 9		
Septembre 1962	0 m	+ 58 ± 10	+ 3 ± 10		
	50 m	+ 33 ± 10	— 21 ± 10		
	2.000 m	— 50 ± 10	— 99 ± 10		
Mai 1967	50 m	+ 47 ± 10	— 7 ± 10		
Février 1967	2.000 m	— 54 ± 10	— 103 ± 10		
Mai 1972	2.500 m	— 42 ± 9	— 92 ± 9		

Pour le carbone 14, les concentrations mesurées (calculées en Δ ‰) portées sur le profil 1 de la figure, indiquent que la totalité de l'eau du bassin ligure a subi l'influence des retombées des essais nucléaires récents. Progressivement décroissante depuis la surface, la concentration devient uniforme au-dessous de 1.000 mètres.

Les résultats obtenus en 1967, en Atlantique, au large du Cap Finistère par FAIRHALL A.W. *et al.* [1970] reportés dans la figure (profils 2 et 3) montrent des courbes comparables.

Les valeurs obtenues en 1973 indiquent que l'eau de mer du bassin ligure possède une stratification plus homogène que celle du bassin nord atlantique, cette dernière est plus perturbée en profondeur par les apports superficiels des grands courants que ne l'est l'eau en Méditerranée.



2. Césium 137

Les résultats des mesures de spectrométrie gamma sont groupés dans le tableau suivant :

Station 43°30' Lat. N, 7°35' Long. E

Date des prélèvements	Profondeur	Concentration en 10^{-12} Ci l ⁻¹
Octobre 1974	0 m	0,20 ± 0,03
	400 m	0,12 ± 0,03
	1.000 m	0,06 ± 0,02
	1.500 m	0,03 ± 0,02
	2.000 m	~ 0

Pour le césium 137, nous constatons que les concentrations mesurées aux diverses profondeurs ne sont pas essentiellement différentes de celles obtenues dans la même zone en 1970 [LE BEYEC Y., MOREL A. & SLIZEWICZ P.], on peut conclure que l'apport en ¹³⁷Cs du réservoir atmosphérique par les retombées depuis 1970 a été compensé par la diffusion dans les couches plus profondes.

Ces résultats peuvent être rapprochés de ceux publiés par BOWEN V.T. & ROETHER W. en 1973 qui donnent des concentrations très homologues en ¹³⁷Cs des eaux de l'Atlantique (collecte 1967) sur deux profils et quelques mesures isolées de profondeur.

Conclusion

Les teneurs en éléments radioactifs ¹⁴C et ¹³⁷Cs des eaux profondes ne sont que lentement variables dans le bassin ligurien et probablement dans tous les bassins profonds de Méditerranée. Le parallélisme des courbes concentration/profondeur du ¹⁴C et du ¹³⁷Cs devrait permettre de s'affranchir de la plupart des déterminations plus complexes du ¹⁴C [SLIZEWICZ P., 1973] en se limitant à la seule détermination du ¹³⁷Cs pour la connaissance des mouvements des masses d'eau ou de la diffusion de certains radioéléments dans la mer. Cette remarque semble plausible pour d'autres bassins dans les mers ouvertes.

Références bibliographiques

- BOWEN (V.T.), ROETHER (W.), 1973. — Vertical distribution of ⁹⁰Sr, ¹³⁷Cs and ³H near 45°N in the Atlantic. *Jour. of Geophys. Res.*, **78**, pp. 6277-6289.
- BROECKER (W.) & GERARD (R.), 1969. — Natural radiocarbon in the Mediterranean Sea. *Limnol. and Oceanog.*, **14**, n° 6.
- DUTTON (J.W.R.), 1970. — The determination of radiocaesium in sea and fresh waters. *Technical report FRL 6*, Hamilton Dock Lowestoft Suffolk.
- DUURSMA (E.K.), 1972. — Radionuclides in the Sea. *Oceanog. Marine Biol. Ann. Rev.*, **10**, 137-223, p. 143.
- FAIRHALL (A.W.), BUDDENMEIER (R.W.), YANG (I.C.) & YOUNG (A.W.), 1970. — *Radiocarbon in the Sea*. University of Washington, Seattle, Washington, U.S.A. R.L.O. 2225, **20**, 1.
- FOLSOM (T.R.) & SREEKUMARAN (C.), 1970. — Some reference methods for determining radioactive and natural caesium for marine studies. A.I.E.A., *Techn. rep. Series*, **118**, pp. 129-147.
- LE BEYEC (Y.), MOREL (A.) & SLIZEWICZ (P.), 1971. — Note sur la distribution du césium 137 dans le bassin Liguro-provençal. *Cahiers Océanogr.*, **23**, 9, pp. 859-869.
- SLIZEWICZ (P.), 1973. — Discussion. Le carbone 14 dans la mer. C.R. Réunion d'information sur l'océanographie nucléaire. *Union des Océanographes de France*, **2**, pp. 52-53.