

# La radioactivité des sédiments au large de l'embouchure du Grand Rhône

par

HENRI GOT

Centre de Recherches de Sédimentologie Marine, Perpignan (France)

Dans le cadre d'une étude sédimentologique et hydrodynamique de l'embouchure du Rhône (1) la mesure de radioactivité des sédiments a révélé des valeurs anormalement élevées.

Les analyses par spectrométrie  $\gamma$  mettent en évidence, outre les éléments naturels en quantité normale (Fig. 1) du césium 137 produit de fission rejeté par le Centre Nucléaire de Marcoule; ce radioélément forme 7,1 % des effluents radioactifs (2).

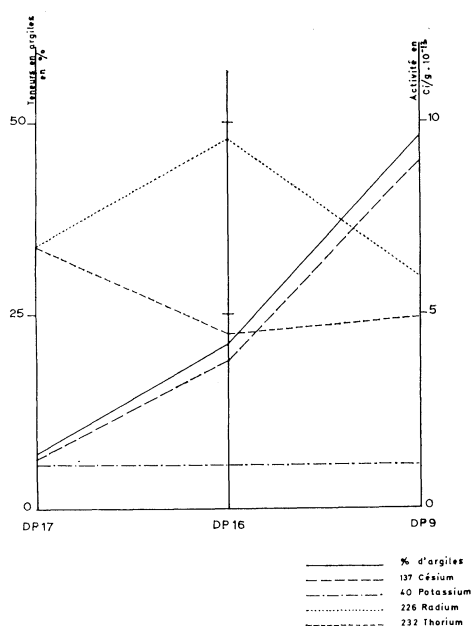


FIG. 1. — Rapports entre la teneur en argile et la radioactivité; influence de l'élément.

## Fixation du Césium 137

Les contrôles réguliers effectués par le Service de Protection de Marcoule montrent que le césium 137 rejeté sous forme d'ions en solution, se fixe très rapidement sur les suspensions charriées par le Rhône (3). La facilité avec laquelle s'opère la fixation dépend de la taille du support. Les particules en suspension sont de petit diamètre, avec une médiane granulométrique de 100 microns. J.M. MARTIN (4) a mis en évidence une évolution saisonnière de l'activité spécifique des suspensions qui présente de plus fortes valeurs à l'étiage du fait de la taille plus petite des grains. La liaison taille-activité ne demeure valable que dans la mesure où l'on peut assimiler les suspensions, agrégats organo-minéraux complexes, à des entités minéralogiques.

Rapp. Comm. int. Mer Médit., 21, 6, pp. 281-285, 4 fig. (1972).

D'autre part, les suspensions sont composées pour moitié d'illite, minéral argileux qui fixe bien le césium 137 et dont la capacité de désorption est faible (5-6-7).

Toutefois, les contrôles font apparaître que 20 % seulement du césium 137 rejeté est fixé, le reste arrivant en mer en solution; la faible charge solide transportée actuellement par le Rhône (40 mg/litre en moyenne), est insuffisante pour absorber les radioéléments rejetés.

La fixation du césium 137, bien que très partielle, s'opère très rapidement sur les suspensions qui, suivant le cours du Rhône, arrivent en mer où elles se déposent.

## Distribution du Césium en mer

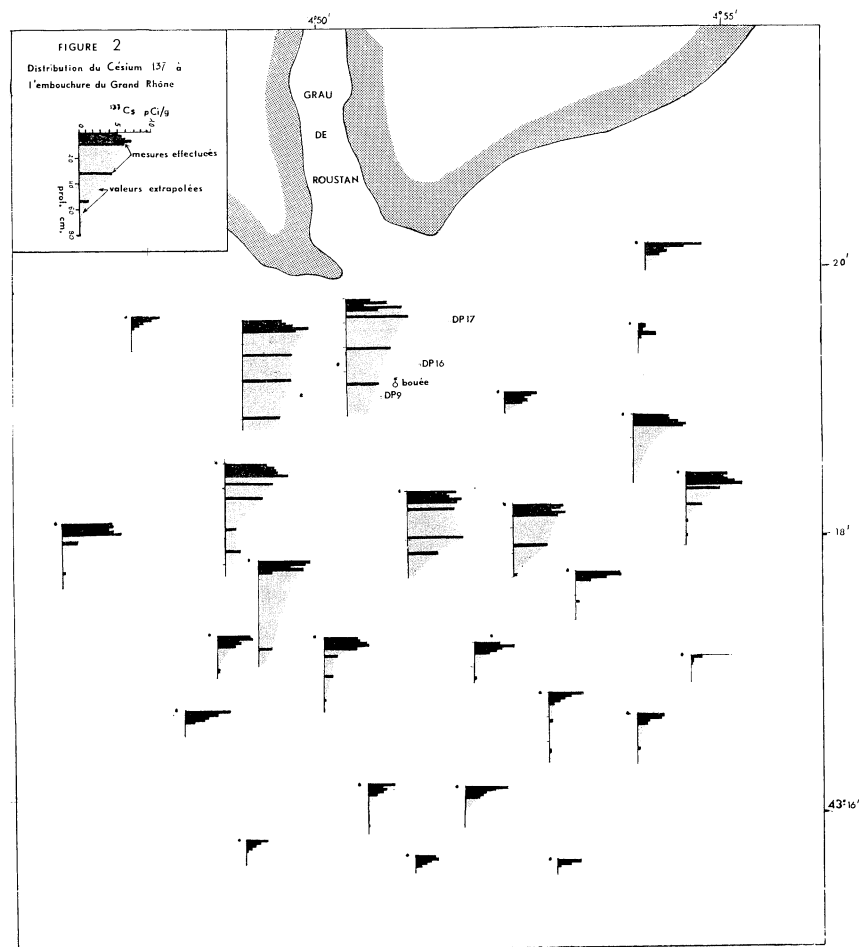
### I. Méthode d'étude

Les mesures s'effectuent sur des prélèvements par dragage et surtout par carottage. Les carottes de 1 mètre de longueur et 10 cm de diamètre, sont découpées en tranches successives de 2 cm d'épaisseur dans les 10 premiers centimètres; vers le bas les prélèvements sont plus espacés.

Chaque échantillon est compté sur un ensemble de spectrométrie  $\gamma$  composé d'un sélecteur Inter-technique 400 canaux SA 41 et d'un détecteur Na I, T I de  $10 \times 10$  cm. Les comptages d'une durée de 4 heures s'opèrent sur 100 g d'échantillon.

### II. Analyse des résultats

La distribution horizontale et la répartition verticale du césium 137 (figure 2) mettent en valeur plusieurs faits :



1. L'activité des échantillons de surface (0-2 cm) présente les plus fortes valeurs dans la partie centrale de la zone étudiée. La figure 1 montre que les variations sont essentiellement liées aux teneurs en césium 137 qui suivent très fidèlement les teneurs en argile, alors que les produits naturels varient peu. Cependant, cette relation ne peut être étendue à l'ensemble de l'embouchure, car il se crée un équilibre entre la quantité de matériel apporté, la taille des grains et l'éloignement de l'embouchure. Les plus fortes teneurs se rencontrent donc dans la zone où les sédiments sont fins et les apports encore abondants.

Il faut remarquer que les teneurs en  $Cs^{137}$  sont plus faibles au fond de la mer (10 picocuries par gramme au maximum), que dans les suspensions charriées où elles peuvent atteindre 50 pci/g. Des phénomènes de désorption peuvent partiellement intervenir (5), mais il peut y avoir aussi mélange avec des sédiments non contaminés apportés par les courants de fond.

2. L'enfouissement total du césium 137 atteint 1 mètre ou plus; l'évaluation de la vitesse de sédimentation par l'utilisation des produits de fission ne peut se faire qu'avec certaines réserves (8-9-10). Dans le cas du Rhône, des phénomènes modificateurs peuvent intervenir avec, toutefois, des intensités faibles.

En effet, l'enrichissement en césium 137 par percolation des eaux ne doit pas être très importante du fait de la nature très argileuse des sédiments.

Quant au brassage côtier, les expériences de traceur sur le littoral du golfe du Lion (11-12) montrent qu'il n'est important que pour des fonds inférieurs à 5 mètres avec des sédiments sableux, conditions qui ne se trouvent que dans une zone très limitée de 1 mille de large autour de l'embouchure du Grand-Rhône.

On peut donc, dans la plus grande partie de la zone étudiée, avoir un ordre de grandeur de la vitesse de sédimentation; elle varie de 10 cm à quelques millimètres par an, depuis l'embouchure jusqu'à 5 milles de la côte. La variation est rapide car elle est essentiellement liée au dépôt des suspensions du Rhône (fig. 3), dont 90 p. 100 sédimentent dans les 3 premiers milles.

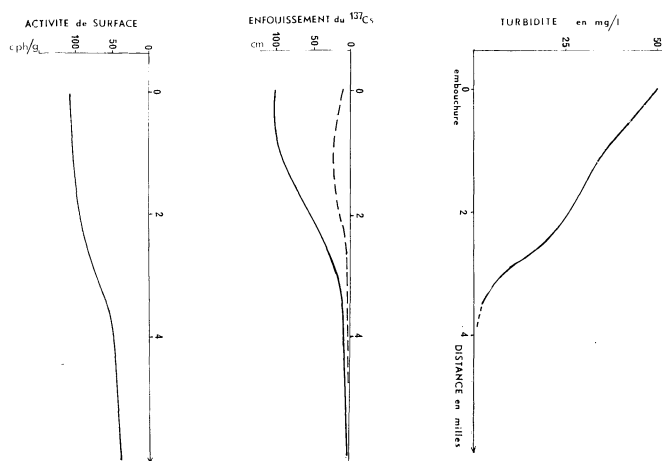
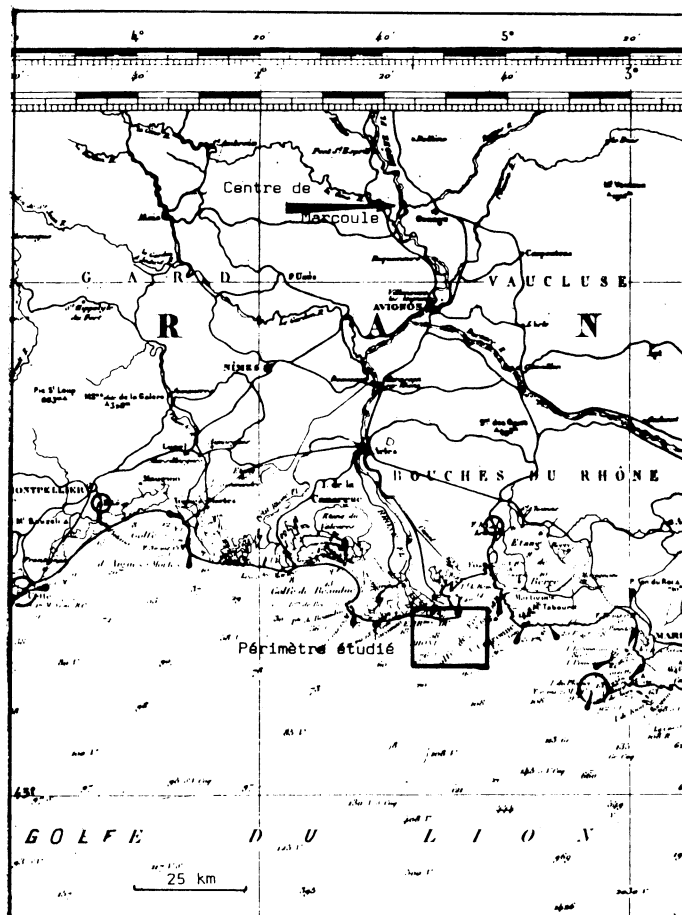


FIG. 3. — Evolution de divers paramètres en fonction de la distance à l'embouchure.

3. Cependant, la teneur en césium ne décroît pas régulièrement le long d'une même carotte, il existe des récurrences de niveaux plus actifs. Il est difficile d'attribuer ces irrégularités d'activité à la percolation ou à des niveaux plus argileux. La position de ces niveaux plus riches en césium paraît donc liée à une accumulation différentielle.

Son existence est due aux fluctuations des charges rejetées par Marcoule. Une période de pointe de rejets se situe en 1963/1964 avec 2500 ci/an, alors que les valeurs actuelles sont d'environ 500 ci/an. Cette pointe est enregistrée dans la sédimentation et fournit un repère intermédiaire qui permet d'affiner l'évaluation de la vitesse de sédimentation; celle-ci décroît, pour la zone la plus favorable, de 10 cm par an pour la période 1958/1965 à 3 cm/an de 1965 à nos jours.

Ces valeurs sont conformes à la décroissance de la charge qui est actuellement 10 fois plus faible qu'en 1950 (13).



### Conclusion

Les effluents radioactifs rejetés dans le Rhône, fixés sur les suspensions charriées par le fleuve, se répartissent en mer non loin de l'embouchure. La plus grande partie se dépose dans les trois premiers milles. Les valeurs des vitesses de sédimentation qui décroissent rapidement de 10 cm à quelques millimètres par an, peuvent paraître importantes, d'autant que des phénomènes modificateurs, postérieurs au dépôt, interviennent sans doute; mais le fait que ces résultats aillent dans le même sens que les mesures instantanées (courants, turbidités, taille des flocules) rend leur ordre de grandeur très plausible.

Le rôle et le devenir du césium 137 non fixé et qui arrive en mer en solution, est cependant à préciser bien qu'il ne semble pas avoir un pouvoir modificateur important dans le périmètre étudié.

### Références bibliographiques

- [1] CERRAI (E.), SCHREIBER (B.) & TRIULZI (C.), 1967. — Vertical distribution of  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{144}\text{Ce}$ ,  $^{147}\text{Pm}$  and  $^{155}\text{Eu}$  in coastal marine sediments. *Energia nucl., Milano*, **14**, 10.
- [2] CERRAI (E.) & TRIULZI (C.), 1968. — Vertical distribution of  $^{137}\text{Cs}$  and  $^{125}\text{Sb}$  in some coastal sediments. *Energia nucl., Milano*, **15**, 10.

- [3] COURTOIS (G.) & MONACO (A.), 1968. — Sur des essais d'évaluation massique des transports sédimentaires de Port-Saint-Cyprien (P.-O.) *Cah. océanogr.*, **20**, 9, pp. 000.
- [4] COURTOIS (G.) & MONACO (A.), 1969. — Radioactive methods for the quantitative determination of coastal drift rate. *Mar. Geol.*, **7**, pp. 183-206.
- [5] DUBOUL-RAZAVET (C.), 1956. — Contribution à l'étude géologique et sédimentologique du delta du Rhône. *Thèse Sc. nat.*, Paris, n° 3732, 1954.
- [6] MARTIN (J.-M.), 1970. — Variations saisonnières de la radioactivité de la matière en suspension des fleuves. En cours de publication *C.R. Acad. Sci., Paris*,
- [7] OJIMA (T.), TORATANI (H.) & FUJIMOTO (H.), 1965. — Behavior of radioactive Strontium, Cesium and Cobalt in marine water. *Annual report of the radiation center of Osaka prefecture*, **6**.
- [8] OJIMA (T.), TORATANI (H.) & FUJIMOTO (H.), 1966. — Retention of cesium 137 by several clay minerals. *Annual report of the radiation center of Osaka prefecture*, **7**.
- [9] PAUC (H.), 1970. — Contribution à l'étude dynamique et sédimentologique des suspensions solides au large de l'embouchure du Grand Rhône. *Thèse de 3<sup>e</sup> cycle*, Montpellier.
- [10] RODIER (J.) & *al.*, 1963. — Les rejets dans le Rhône des effluents radioactifs liquides du centre de Marcoule. *BIST*, **70**, pp. 7-18.
- [11] RODIER (J.) & *al.*, 1966. — Le retour des eaux usées dans le milieu, expérience tirée de 7 années de fonctionnement du Centre de Production de Plutonium de Marcoule. — *Colloque sur l'évacuation des déchets radioactifs, dans les mers, océans, eaux de surface*, Vienne.
- [12] SCHREIBER (B.), TASSI PELATI (L.), MEZZADRI (M.G.) & MOTTA (G.), 1968. — Gross beta radioactivity in sediments of North Adriatic sea : a possibility of evaluating the sedimentation rate. *Arch. océanogr. Limnol.*, **16**, pp. 45-62.
- [13] SAHNEY (B.F.), 1964. — Sorption and fixation of microquantities of Cs by clay mineral. *Proc. Soil Sci. Soc. Amer.*, **28**, 2, pp. 183-186.

