

CAUSES PROBABLES DES FORTES CONCENTRATIONS EN CU, Pb ET Zn  
DANS DES SÉDIMENTS DE LA PLAINE DE LA MÉDITERRANÉE OCCIDENTALE

A. ARNOUX\*, F. FERNEX\*\*, Y. THOMMERET\*\*\* et R. VAISSIERE\*\*\*\*

\* Laboratoire d'Hydrologie et de Molysmologie, Faculté de Pharmacie, Marseille (France)

\*\* Laboratoire de Géodynamique Sous-Marine, Villefranche-sur-Mer, et Laboratoire de Minéralogie-Pétrologie, Université de Nice, Nice (France)

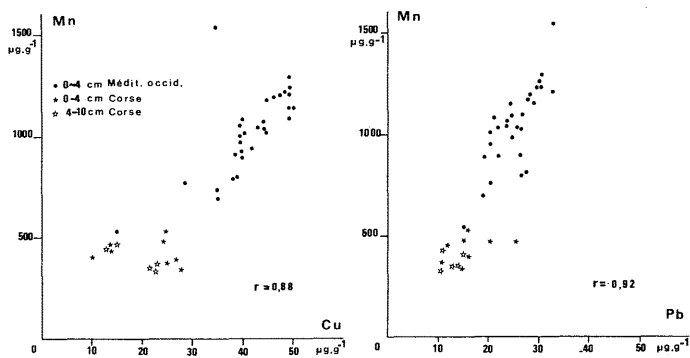
\*\*\* Centre Scientifique de Monaco, 16 boulevard de Suisse, Monaco (Principauté)

Les concentrations en Cu, en Pb et en Zn dans les sédiments décroissent lorsque l'on s'éloigne des points de rejet. La décroissance est essentiellement due au fait que, au cours du transport en eau de mer, les particules solides qui vont sédimenter perdent leurs métaux. Ces derniers sont ainsi libérés et relâchés vers l'eau de mer. L'un des phénomènes responsables de cette libération serait la désorption due à la compétition ionique en milieu salé (Pérez, 1984 ; Quaniche, 1984). La décomposition de la matière organique à laquelle les métaux se trouvaient fixés joue aussi un rôle important. La libération a lieu en 2 temps, en partie pendant le transit, et en partie après le dépôt qui conduit à un enrichissement des eaux interstitielles juste sous l'interface, puis à un enrichissement des sédiments vers l'eau de mer sus-jacente (Span, 1984). Il existe cependant des secteurs du large où les dépôts sont enrichis en tel ou tel métal. C'est ainsi que certaines zones de la plaine abyssale entre la Sardaigne et l'île de Minorque présentent des concentrations en Cu, Pb et Zn relativement élevées (Arnoix et al., 1983), (voir tableau).

CONCENTRATIONS EN MÉTAUX EN  $\mu\text{g} \times \text{g}^{-1}$  DE POIDS SEC DE SÉDIMENT

Secteurs étudiés	Bathymétrie	Cu	Pb	Zn	Mn
Prodelta du Rhône.....	20 m	50-60	60-85	150-200	400- 500
Plat. cont. de Camargue.....	100 m	25-35	20-40	100-130	350- 400
Deep sea fan (s. l.) du Rhône.....	2 400-2 500 m	35-40	19-21	135-155	750- 950
Plaine entre Minorque-Sardaigne.....	2 700-2 800 m	46-51	30-32	200-286	1 100-1 300
Corse ouest Ajaccio.....	1 380 m	21	16	145	540
Corse est : mer ligurienne.....	450 m	20-27	10-14	59-67	340- 480
Canal de Capraia.....	370 m	10-15	11-20	34-64	400- 490
Mer Tyrrhénienne.....	500 m	23-30	13-19	70-75	390- 540

Généralement, l'enrichissement en Cu et Pb des sédiments s'accompagne d'un accroissement des teneurs en Mn. Il existe donc des corrélations Mn-Cu et Mn-Pb (voir figures).



L'apport par les fleuves devrait favoriser l'accroissement en métaux dans les sédiments. En effet, dans les eaux du Rhône, la concentration en Cu, en Pb et en Zn libérables ("potentiellement dissous") est d'environ  $3\mu\text{g} \times \text{l}^{-1}$  (en supposant une charge solide de  $0,05 \text{ g} \times \text{l}^{-1}$ ). Le débit global du Rhône et des autres fleuves de Méditerranée occidentale est d'au moins  $3 \times 10^{10} \text{ m}^3 \times \text{sec}^{-1}$ . Le flux annuel est de  $10^{10} \text{ g} \times \text{sec}^{-1}$  (Berthou, 1983). L'apport par les fleuves correspond à peu près au 3/1 000 de l'apport atlantique. Il en découle que l'enrichissement de l'eau de mer devrait être d'au moins  $10 \text{ ng} \times \text{l}^{-1}$ , or les eaux de Méditerranée occidentale sont pauvres en Cu et en Pb (Laumond et al., 1983). Les teneurs sont, à peu près, équivalentes à celles des eaux atlantiques : 80 à  $140 \text{ ng} \times \text{l}^{-1}$  de Cu ; 40 à  $60 \text{ ng} \times \text{l}^{-1}$  de Pb (Mart et al., 1982 ; Copin-Montégut et al., 1986). Il faut donc qu'un mécanisme "d'épuration" des eaux marines intervienne. Il est possible que le plancton joue un rôle important. Les concentrations des organismes planctoniques sont relativement élevées en Cu, en Pb et en Zn : 10 à  $60 \mu\text{g} \times \text{g}^{-1}$  (poids sec) de Cu ; 0,5 à 5 de Pb ; et 70 à 400 de Zn (Roméo, thèse, 1985 ; Roméo et al., 1985). Les pelotes fécales présentent même des teneurs plus élevées (Fowler, 1977). Il devrait en résulter un enrichissement dans les sédiments des zones à fort développement planctonique (voir aussi Collier et al., 1981).

Toutefois un tel mécanisme ne peut pas être réalisé pour le Mn qui n'est présent qu'en de faibles concentrations dans le plancton (Roméo, 1985). L'enrichissement en Mn dans les sédiments superficiels de la plaine abyssale est lié à un processus géochimique. Ce métal est quasi insoluble en milieu oxydant ; mais il est soluble en milieu anoxique, voire sub-oxydant. Les teneurs en Mn dissous dans les eaux proches de l'interface sédiment-eau de mer (milieu oxydant) sont beaucoup plus faibles que les teneurs dans les eaux interstitielles plus profondes. Il s'établit un flux des niveaux réducteurs vers les niveaux sus-jacents. Ces derniers s'enrichissent progressivement en Mn. Ce processus ne s'applique au Cu (et au Pb) que si les eaux interstitielles ne contiennent pratiquement pas de sulfures dissous. Sinon ces métaux (en particulier le Cu) précipitent en milieu anoxique sous forme de sulfures. Et leur concentration ne devrait pas se trouver augmentée dans les sédiments sus-jacents (Renard D. et al., 1976). Toutefois, il est connu que la précipitation du Mn entraîne celles d'autres métaux (sans préjuger du processus de co-précipitation). L'exemple le plus typique est celui des nodules polymétalliques, qui ne se trouvent en Méditerranée que sous forme de micro-nodules dispersés dans une matrice détritico-argilo-carbonatée (Addé, 1981). D'une façon probablement similaire, les sédiments se trouvent enrichis en Zn là où le Fe est le plus abondant (et où les smectites sont moins bien représentées et remplacées par des interstratifiés), (Tessier et al., 1979 ; Chabert, 1980).

En conclusion, les fortes concentrations en Cu, en Pb et en Zn dans les sédiments de la plaine abyssale sont sans doute liées, au moins pour une grande part, au flux des pelotes fécales. Le piégeage de ces métaux se ferait avec le Mn ou avec le Fe par co-précipitation dans certains niveaux plus ou moins oxydants des sédiments.

- ADDE A., 1981.-Th 3C, Univ. P. & M. Curie (Paris VI), Lab. Géod. sous-marine, 263 p.  
 ARNOUX A., CHAMLEY H., BELLAN-SANTINI D., ZATOGSIAN J., DIANA C., 1983.-VIèmes Journées Et. Pollutions (Compos. Congr. CIESM), 385-394.  
 BETHOUX J.P., PRIEUR L., 1985.-"Écologie des microorganismes en Méditerranée Occidentale", Pétrole et technique ; 13-22.  
 CHABERT D., 1980.-Th 3C, Univ. Aix-Marseille III, Vie Marine, H.S. 2 ; 145 p.  
 COLLIER R.W. et EDMOND J.M., 1983.-Trace metals in sea water, NATO conf. series IV Marine Sciences.  
 COPIN-MONTEGUT G., COURAU P., NICOLAS E., 1986.-Marine Chemistry, 18 ; 189-195.  
 FOWLER S.W., 1977.-Nature, London, 268 ; 51-53.  
 LAUMOND F., COPIN-MONTEGUT G., COURAU P., NICOLAS E., 1983.-VIèmes Journées Et. Pollutions (Compos. Congr. CIESM, 1982) ; 115-123.  
 MARI L., RUTTEL H., KLAHRE P., SIPOS L., PLATZEK U., VALENTA P., NURNBERG H.W., 1982.-The science of the Total Environment, (Elsevier) 26, 1-17.  
 QUANICHE D., 1984.-Th 3C, Univ. Aix-Marseille III (Centre Radio-écologie CEA), 161 p.  
 FERNEX J.M., 1984.-Th 3C, Univ. Aix-Marseille III, (Centre Radio-écologie CEA), 149 p.  
 RENARD D., MICHAUD C., HOFFERT M., 1978.-Ménaridium Deposita, 11 ; 380-393.  
 ROMEO M., 1986.-Th Doct. Etat, Univ. Nice, INSERM, Villefranche/mer, 172 p.  
 ROMEO M., GNASSIA-BARELLI M., NICOLAS E., 1985.-Chemosphere, 14/9 ; 1423-1431.  
 SPAN D., 1984.-Th 3C, Univ. P. & M. Curie (Paris VI), Lab. Géod. sous-marine, 156 p.  
 TESSIER A., CAMPBELL P.G.C., BISSON M., 1979.-Analytical Chemistry, 51/7 ; 844-851.