

TRANSPORT DU PLOMB ATMOSPHÉRIQUE EN MÉDITERRANÉE OCCIDENTALE ET STOCKAGE DE CE MÉTAL DANS LES SÉDIMENTS D'UNE ZONE PROFONDE

F. FERNEX¹, C. MIGON², G. FEVRIER³, A. ARNOUX⁴

¹ Lab. de Géochimie isotopique, U.A. CNRS "Géosciences de l'Environnement", Fac. des Sciences, Parc Valrose, 06108 Nice, France

² Lab. de Physique et Chimie marines, Observatoire Océanologique, 06230 Villefranche/Mer, et Université de Corse, Corte, France

³ Lab de Chimie des Organo-métalliques, Univ. de Toulon et du Var, La Garde, France

⁴ Lab de Molismologie Aquatique, Fac. de Pharmacie, Univ. Marseille, France

Au moins jusqu'en 1990, la plus grande partie du Pb apporté à la mer Méditerranée l'a été directement par voie atmosphérique, et la plus grande partie de la contamination de la mer par ce métal est due à son addition à l'essence utilisée par les voitures. Nous avons collecté de façon continue le Pb atmosphérique en une station située au Cap Ferrat (France) en 1986-1987. Ce site est très peu influencé par les émissions de Pb dues à la circulation dans les villes voisines (Nice s'étend à 6 ou 7 km à l'W du site étudié). D'après les mesures effectuées sur les échantillons prélevés en ce point en 1986 et 1987, l'apport annuel moyen sur l'ensemble de la Méditerranée occidentale est de 4080 t/an. Cette valeur englobe le Pb atmosphérique tant naturel que d'origine anthropique. D'après des mesures réalisées sur des échantillons du Cap Ferrat, 91% du Pb atmosphérique a une origine anthropique (MIGON et CACCIA, 1990).

On peut supposer que le flux de Pb atmosphérique d'origine anthropique a varié au cours du temps de façon proportionnelle à la consommation du Pb mélangé à l'essence. La quantité de Pb introduit chaque année dans l'essence par les entreprises pétrolières est connue. Le maximum de consommation en France a eu lieu en 1976, avec 14 500 t Pb/an. En considérant la période de 1950 à 1987, la contamination annuelle moyenne sur l'ensemble de la Méditerranée occidentale a été de 3360 t, soit 3.95 kg km⁻²/an.

Une fois arrivé à la mer, ce Pb semble rapidement assimilé par le phytoplancton (ROMEO *et al.* 1988). En produisant des pelotes fécales, le zooplancton herbivore permet le transfert d'une grande partie du Pb vers les sédiments du fond. Très vite après son incorporation aux sédiments superficiels, une grande part du Pb subit l'influence de la diagenèse (SCOULLOS, 1986). Pour une grande part libéré de la phase particulaire, il enrichit les eaux interstitielles qui de la sorte (et bien qu'elles ne soient pas saturées) sont plus riches en Pb dissous que l'eau de mer sus-jacente. Ainsi, un flux "de retour" s'établit des sédiments vers l'eau de mer, où le phytoplancton est de nouveau susceptible d'assimiler le métal.

Cependant dans une zone profonde de la Méditerranée occidentale d'environ 30 000 km², les sédiments superficiels contiennent des concentrations en oxydes de Manganèse (et de Fe) très nettement plus élevées que dans les niveaux sous-jacents (Fig. 1), et que dans les sédiments des régions voisines. Il y a donc eu concentration en Mn dans les sédiments superficiels de cette zone profonde. Dans cette même zone, les concentrations en Pb (et en Cu) sont aussi relativement élevées. Lors de la précipitation des oxydes de Mn, des métaux dissous en trace dans les eaux interstitielles ont pu co-précipiter avec le Mn à condition que leur concentration soit proche de la saturation (dans les conditions de pH et d'oxido-réduction régnant dans le milieu). Tel est bien le cas dans cette zone, alors que le Mn se trouve dans les eaux des sédiments superficiels en légère sursaturation par rapport à son oxyde le moins soluble.

On constate que dans les niveaux sédimentaires supérieurs (0-6 cm), les concentrations en Pb sont plus élevées qu'en dessous. Le Pb "en excès", c'est-à-dire le Pb dont les concentrations dépassent celles des niveaux plus profonds, est extractible au moyen d'attaques chimiques ménagées (solution acétique à pH 5, solutions d'hydroxylamine, de dithionite (=hydrosulfite)). On peut estimer que, en moyenne, de 800 à 1080 t de Pb d'origine anthropique ont été stockées chaque année depuis 1950.

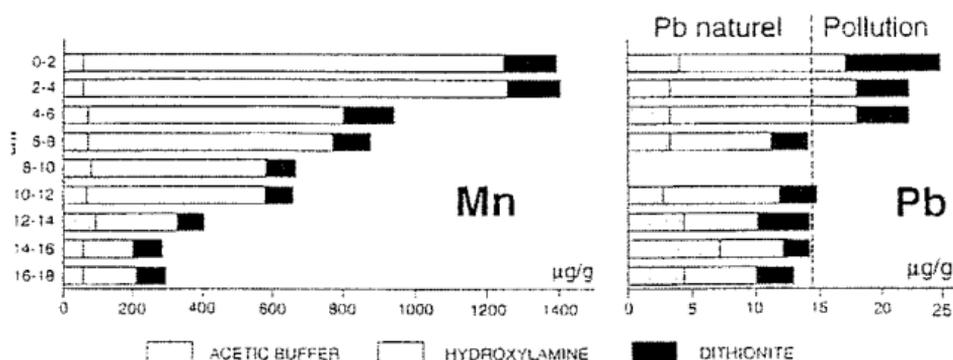


Fig. 1 - Zone profonde où les concentrations en Mn et en Pb sont relativement élevées dans les sédiments superficiels. Profils de la quantité de Mn et de Pb extraits au moyen de réactifs modérés en procédant de façon séquentielle : 1/ attaque acétique, pH 5; 2/ lessivage au moyen d'une solution d'hydroxylamine (pH 3); 3/ dithionite (= hydrosulfite). Les concentrations en Mn sont très faibles en profondeur; cela suggère une mise en solution et une migration vers les niveaux supérieurs, oxydants où le Mn dissous tend à précipiter sous forme d'oxydes.

L'apport "direct" de Pb atmosphérique (naturel et anthropique) sur les 80 000 km² de la zone considérée est de 316 t/an. Une grande partie est évacuée hors du bassin occidental par le détroit de Gibraltar et surtout le détroit sicilo-tunisien. Les concentrations en Pb des eaux de mer en provenance de la Méditerranée orientale ont nettement plus faibles que celles qui s'écoulent du bassin occidental vers la Méditerranée orientale. En tenant compte de la perte au niveau des détroits, l'apport direct" vers le fond de la zone profonde (80 000 km²) a été, en moyenne, de 184 t/an. Or nous avons estimé que 800 à 1080 t de Pb d'origine anthropique étaient en moyenne stockées chaque année dans les sédiments de cette zone. Le surplus est 380 à 1080) - 184 = (616 à 896) t/an.

Ce surplus correspond sûrement à un flux "indirect" de Pb vers les sédiments de cette même zone : il s'agit de Pb qui, après avoir sédimenté dans les zones voisines, a été libéré au cours de la diagenèse et relargué vers l'eau de mer, puis à nouveau entraîné vers le fond au moyen de pelotes fécales.

RÉFÉRENCES

- MIGON C., CACCIA J.L., 1990. *Atmosph. Environm.*, 24 A : 399-405.
 ROMEO M., GNASSIA-BARELLI M., NICOLAS E., CARRE C., 1988. *Rapp. Comm. int. Mer Méditerr.*, 31(2) : 35.
 COULLOS M., 1986. *Sc. of Total Environm.*, 49 : 199-219.

Rapp. Comm. int. Mer Médit., 34, (1995).