

SURVEILLANCE DES METAUX LOURDS DANS LES SEDIMENTS MARINS SUPERFICIELS DE L'ANSE POTTER, ILE 25 DE MAYO (SHETLAND DU SUD), ANTARCTIQUE.

Antonio Curtosi, Area Química Ambiental, Instituto Antártico Argentino, Argentina, Institut des sciences de la mer, Université du Québec à Rimouski, Rimouski, Qc, Canada.

Cristian Vodopivec, Area Química Ambiental, Instituto Antártico Argentino, Argentina.

Émilien Pelletier, Institut des sciences de la mer de Rimouski, Université du Québec à Rimouski, Rimouski, Qc, Canada.

ABSTRACT

Following the Madrid protocol enforcement (1992), the international community recognized that the environmental monitoring of Antarctica was an essential tool to help in its preservation. A monitoring study was therefore undertaken to measure by atomic absorption spectroscopy concentrations of lead, cadmium, copper, and zinc in surface sediments collected from Potter Cove and its drainage basin, located on the King George Island (25 de Mayo Island), South Shetland Island. The main objective of this study was to determine the anthropogenic influence of the nearby scientific *Jubany* station (Argentina) on the marine sediments. Different grain size fractions were investigated separately to determine which one would be the best suited to measure metal concentrations. Results showed that the fine fraction contained the highest concentration of metals (mainly Pb). From their level and spatial distribution, Cu and Zn concentrations seem to represent the background level of study area. However Pb concentrations exhibit a large variability, probably caused by human activities well developed in this region.

RÉSUMÉ

Suite à la signature du protocole de Madrid (1992), la communauté internationale a reconnu que le monitoring environnemental de l'Antarctique était un outil essentiel à sa préservation. Une surveillance a donc été menée pour mesurer par spectroscopie d'absorption atomique, les concentrations de certains métaux lourds (plomb, cadmium, cuivre et zinc) dans les sédiments de surface prélevés dans l'anse Potter et son bassin de drainage, situés sur l'île King George (Île 25 de Mayo), Iles Shetland du Sud. L'objectif principal de cette étude était de déterminer l'influence anthropique de la base scientifique avoisinante *Jubany* (Argentine) sur les sédiments marins. Les fractions granulométriques ont été analysées séparément afin de déterminer la fraction la plus appropriée pour mesurer les concentrations en métaux. Nos résultats démontrent que la fraction fine est celle qui contient la plus haute concentration en métaux (principalement Pb). D'après leur distribution et leurs concentrations très semblables, les concentrations de Cu et de Zn semblent correspondre aux niveaux de base de la zone. En revanche, les concentrations de Pb présentent une grande variabilité, probablement due à l'influence des activités humaines qui sont développées dans cette région.

1. INTRODUCTION

La République Argentine a assumé ses engagements internationaux du Protocole Antarctique sur la Protection de l'Environnement (Protocole de Madrid) en ratifiant ce dernier par la Loi National 24.216. Celle-ci oblige l'Argentine à adopter une attitude protectionniste de l'environnement antarctique et à favoriser les recherches scientifiques relatives aux sciences environnementales. Parmi les principales recherches qui doivent être menées à bien sur le continent antarctique, celles relatives au contrôle et au monitoring de la pollution de l'environnement ont été indiquées comme prioritaires.

L'Instituto Antártico Argentino (IAA) développe actuellement divers programmes de monitoring et de contrôle de la pollution de l'environnement dans l'écosystème côtier antarctique avec sa section en chimie environnementale et la participation de différents centres de recherches argentins (Instituto Argentino de Oceanografía, Servicio de Hidrografía Naval, etc.) et

internationaux (Alfred Wegner Institute en Allemagne, Institut des sciences de la mer de Rimouski, Université du Québec à Rimouski, Canada)

La détermination des concentrations de métaux lourds dans les sédiments marins côtiers superficiels est d'une grande importance du fait que ce compartiment abiotique a la capacité de séquestrer ces éléments et d'interagir avec d'autres compartiments biotiques et abiotiques de l'écosystème par des processus de sédimentation, floculation, etc.. De plus, et à travers les processus mentionnés, il peut aussi y avoir un transfert et une incorporation de métaux aux chaînes trophiques (Luoma 1987).

La concentration de métaux lourds dans les sédiments marins peut varier dans le temps pour différents motifs: apports anthropiques directs, transfert continental par des sources fluviales et éoliennes, transport par des courants marins, dépôts atmosphériques, etc.

Considérant ces processus, ainsi que la capacité des sédiments à séquestrer des métaux, il s'avère nécessaire de

déterminer le niveau de base de métaux lourds dans ce compartiment dans l'anse Potter (Île 25 de Mayo) ce qui permettra d'évaluer l'évolution temporelle du système à travers un programme de monitoring. L'anse Potter est un secteur adéquat pour ce type d'évaluation car elle présente un intense trafic maritime et la base scientifique *Jubany* étant située sur sa côte sud. Elle reçoit aussi l'apport de ruisseaux (Matias et Potter) formés par les dégels estivaux qui transportent le matériel continental vers les sédiments de l'anse (Klöser, 1994). Finalement, nous devons aussi souligner la grande diversité biologique qui caractérise ce système.

L'objectif du présent travail est de vérifier la concentration de métaux lourds dans les sédiments marins superficiels de l'anse Potter et d'évaluer l'influence de la granulométrie sur la concentration de métaux mentionnés.

2. MATERIEL ET METHODES

Pendant les campagnes antarctiques d'été (CAE) 1993/94 et 1995/96 des échantillons de sédiments superficiels ont été prélevés à cinq (5) stations de l'anse Potter (62°14' S, 58°48' O) dans l'île 25 de Mayo (King George Island) dans les îles des Shetlands du Sud, Antarctique (Fig. 1).

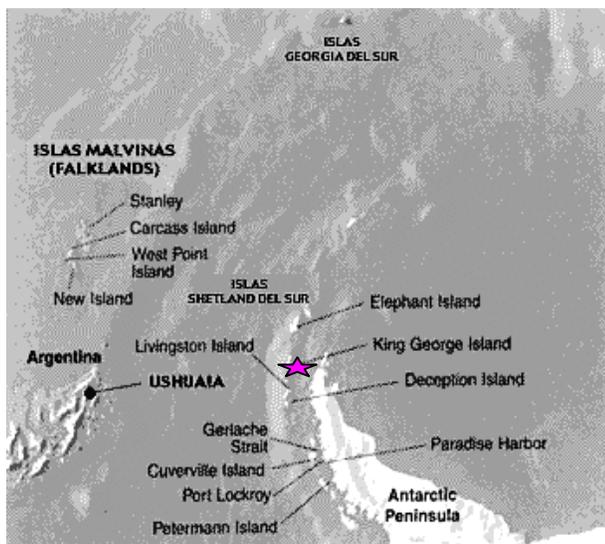


Figure 1. Position géographique de l'île 25 de Mayo

L'anse Potter a une superficie approximative de 6,3 km² et présente un profil en forme de "V", avec une profondeur maximale dans l'embouchure de 130 m (Cassaux et al. 1990). C'est un petit fjord, dont la zone interne et externe est séparée par une élévation transversale de 30 m de profondeur. La partie interne atteint des profondeurs maximales de 50 m et son fond

est boueux. Les côtes nord et est de l'anse sont entourées par des glaciers, tandis que la côte sud-est une plage sablonneuse (Klöser 1994).

Les sédiments superficiels ont été échantillonnés dans des bouteilles de plastique par des plongeurs et ensuite conservés dans des sacs également en plastique à -20°C jusqu'à leur traitement au laboratoire de l'INIDEP à Mar del Plata (Argentine).

Les échantillons ont été séchés à l'étuve à 40 ± 5°C pendant 48 h jusqu'à atteindre un poids constant et ont été ensuite tamisés en séparant les fractions granulométriques suivantes: <62 µm, 62-125 µm, 125-250 µm, 250-500 µm et >500 µm, pour les échantillons de la première campagne et de <62 µm, pour les échantillons de la seconde campagne compte tenu des résultats préliminaires de la campagne précédente.

Chacune des fractions séparées a été traitée avec le mélange HNO₃:HClO₄ à température contrôlée (Marcovecchio et al. 1988). Les concentrations de plomb, zinc, cuivre et cadmium ont été déterminées par spectrophotométrie d'absorption atomique avec flamme d'air/acétylène et correction de bruit de fond par une lampe de deutérium.

Les limites de détection était de 0,25 µg/g pour le Cd, 5 µg/g pour Cu et Zn et 0,5 µg/g pour Pb.

3. RESULTATS ET DISCUSION

On a déterminé les pourcentages de chacune des fractions granulométriques étudiées dans les échantillons de l'anse Potter (Tableau 1).

Tableau 1: Pourcentage de fractions granulométriques

N° de Station	% FRACTIONS GRANULOMETRIQUES (µm)				
	< 62	62-125	125-250	250-500	> 500
1	13,09	24,80	23,92	6,99	31,20
2	22,54	10,75	9,57	8,60	48,54
3	4,14	5,35	17,51	10,16	62,83
4	25,12	15,55	10,85	11,00	37,48
5	17,51	17,83	16,82	8,14	39,70

Ces pourcentages montrent qu'à la station 3 (Peñón de Pesca) les fractions de grains fins (< 62µm et 62-125µm) sont plus petites que dans les autres stations. Cette station est plus près de l'embouchure de l'anse que les autres stations. Dans cette zone externe de l'anse, il y a un mode de dépôt différent de celui de la zone interne, où est située le reste des stations (Cassaux et al.1990 ; Klöser 1994)

Aucune des fractions granulométriques étudiées des cinq stations d'échantillonnage présente des concentrations détectables de cadmium.

Les résultats obtenus dans l'analyse des fractions granulométriques de sédiments dans les stations 1, 3 et 4, ont montré que la concentration de plomb diminue significativement avec l'augmentation de la taille des grains (Fig. 2).

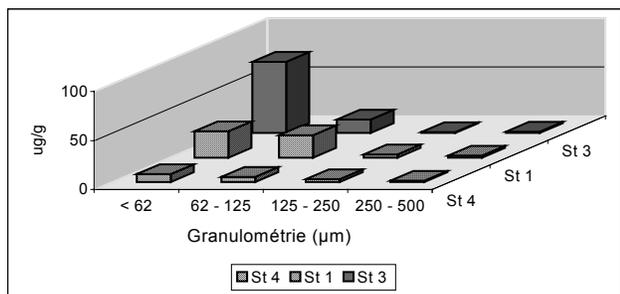


Figure 2. Distribution du Pb en fonction de la taille des grains.

D'autre part, la fraction la plus fine des sédiments de la station 3 présente une concentration de 72,16 $\mu\text{g/g}$, significativement supérieure à celles déterminées pour les autres stations. De plus, la fraction la plus fine de sédiment de la station 1 (la plus proche de la base scientifique *Jubany*) présente une concentration de 28,06 $\mu\text{g/g}$, significativement supérieure à celle des trois autres (Fig. 2).

La distribution de plomb dans les fractions les plus grossières était très semblable dans toutes les stations, ce qui démontre la validité de l'emploi des fractions les plus fines comme indicatrices de déséquilibres apparents dans le système. Ces tendances coïncident avec ce qui est opportunément exprimé par Rhem et al. (1984), qui ont soutenu que la teneur en métaux trace dans des sédiments marins est contrôlée par la distribution de la taille des grains de ces derniers.

Ces fractions plus fines sont celles qui présentent généralement de plus grandes concentrations de métaux traces, et sur cette base, de nombreux auteurs ont suggéré l'utilisation de la fraction <62 μm pour la détermination des éléments mentionnés dans le but de valider les comparaisons (Salomons et Förster 1984).

En conséquence, la concentration de ces métaux lourds a été déterminée seulement dans la fraction de moins de 62 μm pour les échantillons de 95/96.

Dans le cas du zinc, on a observé des distributions très semblables entre les fractions granulométriques de toutes les stations analysées, en notant particulièrement les niveaux détectés aux stations 1 et 3 (Fig. 3). Ces résultats paraissent suggérer que ce qui est analysé

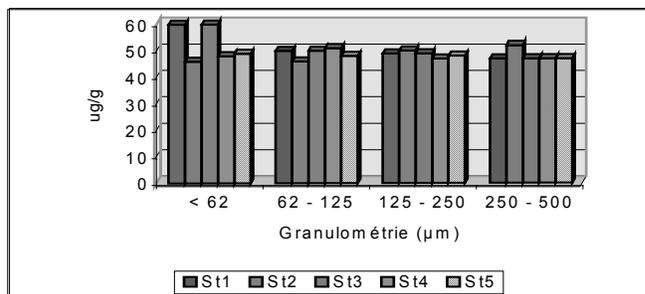


Figure 3. Concentration du zinc en fonction de la taille des grains.

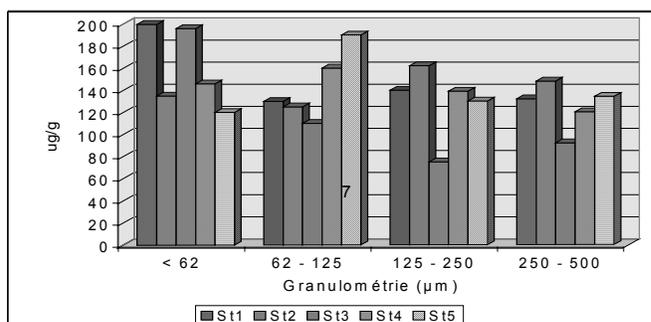


Figure 4 Concentration du cuivre en fonction de la taille des grains.

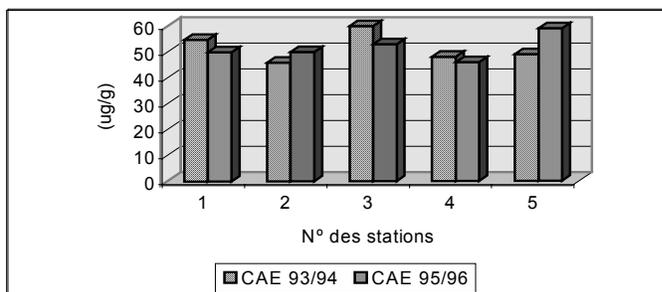


Figure 5. Concentration du Zinc en fonction de la taille de grains. CAE : Campagne antarctique d'été.

correspond au niveau de base de zinc évalué pour la zone étudiée mais qu'il sera nécessaire d'étudier la partition géochimique du métal mentionné pour le confirmer.

Le cuivre a montré aussi des distributions semblables entre toutes les stations, et une fois de plus, on a observé les niveaux plus élevés aux stations 1 et 3. (Fig. 4)

En comparant les résultats des concentrations de métaux dans la fraction granulométrique plus petite que 62 μm des deux campagnes mentionnées, nous pouvons observer la même tendance déjà mentionnée pour le Zn et le Cu. (Fig. 5 et 6). Pour les stations 1 et 3 de la campagne antarctique d'été CAE 95/96, on observe des valeurs de Pb très inférieures a

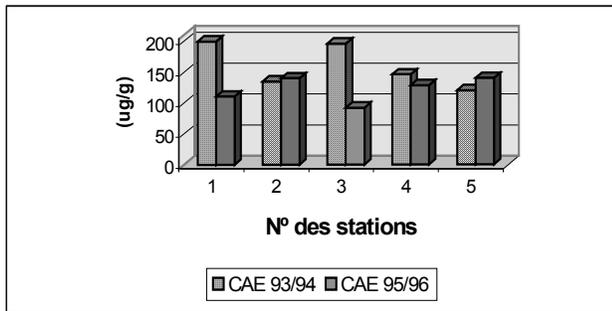


Figure 6 Concentration du Cuivre en fonction de la taille des grains.

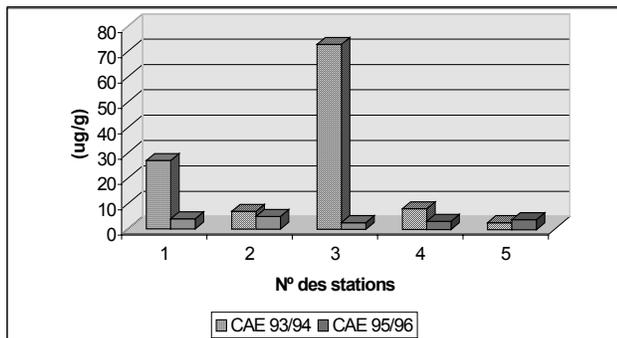


Figure 7 Concentration du Plomb en fonction de la taille de grains.

celles observées dans la campagne 93/94. Ces différences sont moins marquées pour les autres stations ainsi que pour le Cu et le Zn (Fig. 7).

Ceci peut être dû à l'initiation du programme de gestion environnementale mis en place en accord avec les recommandations émanant du protocole de Madrid, pour la disposition des résidus dangereux dans la région. Tous les matériaux qui peuvent causer des dommages à l'environnement ont commencé à être déplacés des lieux, parmi eux les métaux, batteries, matières plastiques, etc.

Les deux stations montrant les plus hautes concentrations correspondent à la station 1, la plus proche de la base, et la station 3, où le courant circulaire présent dans l'anse pourrait transporter et déposer le sédiment fin.

4. CONCLUSION

Les résultats obtenus démontrent l'importance de l'étude de la distribution de métaux dans les sédiments superficiels de l'anse Potter, en tenant compte du fait que: (1) il y a une évidence de l'accumulation de ces métaux dans le compartiment des particules fines; (2) une tendance qui lie les concentrations enregistrées avec les activités anthropiques développées dans la zone est observée.

Le Pb paraît être le meilleur indicateur parmi les éléments étudiés pour détecter les effets anthropiques locaux. La distribution de métaux associée aux fractions granulométriques correspondantes est un moyen très utile pour ce type d'évaluation.

Dans le futur, il sera très important d'augmenter la taille des échantillons pour assurer une caractérisation complète de l'anse et obtenir également des échantillonnages réguliers dans le temps, qui vont permettre de contrôler l'évolution temporelle de ce phénomène dans l'environnement antarctique.

5. RÉFÉRENCES

- Casaux, R.J., Mazzota, A.S. & Barrera-Oro, E.R. 1990. Seasonal aspects of the biology and diet of near-shore nototheniid fish at Potter cove, South Shetland Islands, Antarctica. *Polar Biology.*, Vol 11, pp. 63-72.
- Klöser, H. 1994. Descripción básica de caleta Potter y costas abiertas adyacentes. Estructura y dinámica de un ecosistema costero antártico. IAA, Contribución Científica. N° 419.
- Marcovecchio, J.E., Moreno, V.J. Perez, A. 1988. Determination of heavy metal concentrations in the biota of Bahía Blanca, Argentina. *Sci. Tot. Environ.*, Vol 75, pp. 181-190.
- Rehm, E., Schulz-Baldes, M. & Rehm, B. 1984. Geochemical factors controlling the distribution of Fe, Mn, Pb, Cd, Cu and Cr in Wadden areas of Wesser estuary (German Bight). *Veröff. Inst. Meeresforsch. Bremen*, Vol 20, pp. 75-102.
- Andrade, S., Poblet, A., Scagliola, M., Vodopivec, C., Curtosi, A., Pucci, A., Marcovecchio, J. 2001 Distribution of heavy metals in surface sediments from an antarctic marine ecosystem. *Environmental Monitoring and Assessment*, Vol 66, pp. 147-158.