

Processus de décontamination de sédiments pollués par le Cu : étude expérimentale *in situ*

V.A. CATSIKI, Ch. NAKOPOULOU and F. BEI

Centre National de Recherches Marines. Ag. Kosmas, Hellinikon, ATHENS (Greece)

Les sédiments sont en quelque sorte les "archives" de l'histoire d'une région côtière car ils reflètent de manière fidèle la qualité de l'environnement. Ce travail a eu comme objectif l'étude de la possibilité de décontamination des sédiments pollués, transférés vers un site non pollué, après leur mise en modules expérimentaux (ARNOUX *et al.*, 1985). Du sédiment autochtone (non "pollué") était également mis en modules, en vue d'effectuer des comparaisons.

La contenance en cuivre des sédiments des modules ainsi que celle des sédiment libre était surveillé pendant l'expérience qui dura 19 mois. Le cuivre (Cu) était déterminé sur la phase solide des sédiments (provenant de trois profondeurs des modules: 0-2cm, 2-4cm, 4-8cm) par la méthode de spectrophotométrie d'absorption atomique avec flamme et sur la phase liquide (obtenue par centrifugation de la partie restante des sédiments de chaque module) par D.P.A.S.V. (Differential Pulse Anodic Stripping Voltammetry) (NUMBERG, 1984), tout le processus étant effectué sous hotte à flux laminaire, (pression positive, classe 100), dans un laboratoire spécial, à "poussière limitée" (MART L., 1982).

En tout 413 échantillons de la phase solide et 75 de la phase liquide ont été analysés. L'évolution temporelle de leur contenance métallique moyenne est reportée sur les Fig. 1 & 2.

Les sédiments provenant du site pollué contenaient au départ de l'expérience en moyenne 57.8 µg/g de Cu dans la phase solide et 1177.10 ng/l dans la phase liquide. Le site de transplantation, nettement moins contaminé contenait 22.4 µg/g et 466.40 ng/l de Cu respectivement.

Durant le premier mois de l'expérience on remarque une chute spectaculaire des concentrations métalliques dans les modules des sédiments "pollués" (Figures 1 & 2); de l'ordre de 15 µg/g de Cu dans la phase solide et 757 ng/l dans la phase liquide. Cette décontamination métallique au bout d'un mois s'élève au 25 % de la contenance initiale en Cu des sédiments "pollués". La suite de l'expérience est caractérisée par de légères fluctuations de la concentration du cuivre ; attribuées à l'équilibre dynamique entre la phase liquide et la phase solide (BOULEGUE, 1981). A la fin de l'expérience les taux du cuivre dans les modules "pollués" approchent ceux des modules "non pollués" qui contiennent les sédiments du site de transplantation. Plus spécialement, après 19 mois de séjour au site de transplantation les sédiments "pollués" ont perdu le 47 % du Cu de la phase solide et le 70.74% du Cu de la phase liquide. La perte métallique était lente mais toutefois progressive.

L'analyse statistique confirme que la variation des métaux durant l'expérience est statistiquement importante dans tous les types de sédiments. L'analyse de covariance a démontré que le cuivre variait en même temps et vers la même direction dans les différentes profondeurs des modules. Par contre il n'y a pas de covariance entre les modules "pollués" et "non pollués". Les différences entre la contenance métallique des trois profondeurs d'échantillonnage des sédiments "pollués" étaient également significatives statistiquement ; le sédiment présentait un gradient positif de concentration de la surface vers le fond ; ce qui montre que la "décontamination" des sédiments commence par la superficie et avance progressivement vers le fond. Un facteur jouant un rôle important sur ce phénomène est le remaniement des sédiments par les organismes (STORA, 1984) ; ce qui fait remonter à la surface des modules, les sédiments du fond.

Figure 1 Evolution du Cu dans la phase solide

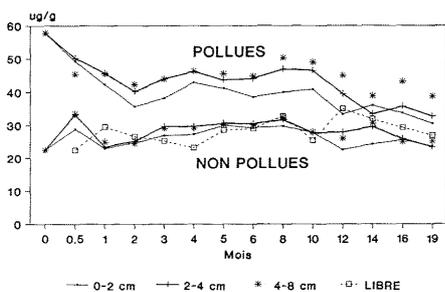
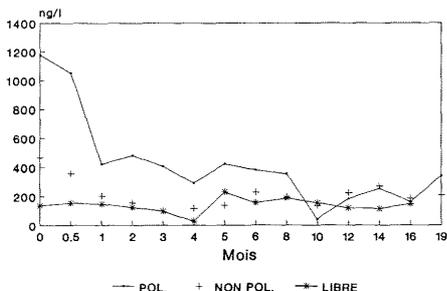


Figure 2 Evolution du Cu dans la phase liquide



REFERENCES

ARNOUX A., STORA G. and DIANA C., 1985. - In situ Experimental Studie of the Evolution and Recolonization of Polluted Sediments. *Mar. Pollut. Bull.*, 16, 313-318.  
 BOULEGUE J., 1981. - "Trace metals Fe, Cu, Zn, Cd in anoxic environments", NATO, "Trace metals in sea water", *Conference Series IV, Marine Sciences* Vol. 9, pp. 563-577.  
 MART L., 1982. - "Minimization of accuracy risks in Voltammetric ultratrace determination of heavy metals in natural waters", *Talanta*, Vol.29, pp. 1035-1040.  
 NURNBERG H.W., 1984. - "The Voltammetric Approach in trace metal Chemistry of natural waters and atmospheric precipitation", *Analytica Acta* 164, 1-21.  
 STORA G., 1984. - Etude expérimentale *in situ* de la colonisation de substrats meubles par des populations annéliennes. *Oceanis*, 10, 761-773.

Dosage des métaux lourds Fe, Zn, Pb, Cu, Cd et Hg chez l'Espadon *Xiphias gladius* L. pêché en Algérie

Abdelhafid CHALABI, Sidi Mohamed GHOMARI, Mustapha MOUALEK, Amine BENAMAR\* et Abdelatif TCHANTCHANE\*

Institut des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du Littoral, TIPAZA (Algérie)

Les gros pélagiques, situés en fin de chaîne trophique, sont considérés comme des bioaccumulateurs de métaux lourds. Dans ce groupe, l'espadon *Xiphias gladius* L. a fait l'objet de dosages en fer Fe, zinc Zn, plomb Pb, cuivre Cu, Cadmium Cd et mercure Hg.

Deux méthodes d'analyse ont été retenues, basées sur le même principe d'excitation des atomes dont les électrons en se déplaçant, émettent un rayonnement X caractéristique, proportionnel aux concentrations recherchées. Les deux techniques font appel à des programmes informatiques de traitement des intensités relatives mesurées. La première, intitulée "PIXE" (Particule Induced X-ray Emission) utilise le modèle "D-PIXE" (BENAMAR *et coll.*, 1990) alors que la seconde, "X-RF" utilise "AXIL" (VAN ESPEN *et coll.*, 1976).

L'étude a porté sur trois tissus, le muscle, le foie et la gonade. Les individus ont été échantillonnés par classe de poids de 10 Kg jusqu'à 40 Kg puis de 20 Kg pour les plus gros, soit des centres de classe respectifs de 15, 25, 35, 50 et 70 Kg. La similitude des résultats obtenus par les deux méthodes a conduit à calculer une valeur moyenne pour chaque élément dosé dont les concentrations en ppm (partie par million) sont fournies dans le tableau suivant:

Organe	Elément	Poids (kg)					
		15	25	35	50	70	
M	Fe	6.5 ppm	98.66 ppm	133.1 ppm	135.72 ppm	81.82 ppm	
	U	Cu	4.14 "	5.1 "	4.73 "	4.95 "	5.28 "
	S	Zn	24.1 "	36.66 "	56.44 "	108.73 "	193.46 "
	C	Pb	2.6 "	3.14 "	4.86 "	3.2 "	6 "
	E	Hg	0.028 "	0.038 "	0.031 "	--	0.032 "
G	Fe	70 ppm	61.09 ppm	33.33 ppm	71.40 ppm	90.89 ppm	
	O	Cu	4.48 "	5.16 "	5.78 "	5.88 "	5.52 "
	N	Zn	288.97 "	293.45 "	366 "	350.20 "	485.12 "
	A	Pb	4.01 "	3 "	2.70 "	2.38 "	2.89 "
	D	Hg	0.085 "	0.029 "	0.033 "	0.046 "	--
F	Fe	242 ppm	337.55 ppm	524.39 ppm	571 ppm	424.76 ppm	
	O	Cu	5.31 "	5.64 "	5.78 "	6.42 "	7.38 "
	I	Zn	50.78 "	62.66 "	84.87 "	80.50 "	73.33 "
	E	Pb	3.99 "	3.88 "	4.12 "	5.42 "	6.42 "
		Hg	0.029 "	0.057 "	0.14 "	0.07 "	0.088 "

Nota: le cadmium, à l'état de trace n'est pas indiqué, sa très faible charge le situe hors de la calibration adoptée.

Les taux en différents métaux montrent une accumulation sélective selon l'organe considéré. Le fer s'accumule préférentiellement dans le foie et le zinc dans la gonade. La bioaccumulation semble vérifiée pour quasi-tous les éléments dans le muscle. Certaines valeurs ne correspondent pas systématiquement au concept théorique de l'accumulation en raison d'une variabilité individuelle conséquente qui se manifeste dans les effectifs assez réduits dans certaines classes de poids.

Les taux, variables selon les organes, évoquent des mécanismes de régulation différentielle liés à la physiologie du tissu et à la rémanence du métal.

Les résultats, exprimés en poids frais, indiquent que les teneurs estimées, pour le mercure notamment, sont très inférieures aux normes F.A.O. de l'ordre de 0.5 ppm. Ainsi, les espadons capturés à Ghazouet répondent aux exigences en matière de pollution par les métaux lourds. Les valeurs élevées de zinc seraient éventuellement dues à l'activité d'une usine d'électrolyse déversant des quantités importantes de ce métal. Cependant, les gros pélagiques auxquels appartient l'espadon, poissons migrateurs par excellence, ne séjournent pas longtemps dans une même zone; la question est de savoir à présent la durée du mécanisme de bioaccumulation.

REFERENCES

BENAMAR M.A., TCHANTCHANE A., BENOUALI N., AZBOUCHE A. & TOBBECHE S., 1990. - Contribution to European Conference on Energy Dispersive X-Ray Fluorescence (EDXRF). *Antwerp*, Belgium.  
 VAN ESPEN P., NULLENS H. & MAEHAUT W., 1979. - Microbian analysis. New-Bury D.E. ed., San Francisco: 265 p.