

**LA MATIERE EN SUSPENSION DE LA COUCHE  
DE SURFACE DU PLATEAU CONTINENTAL  
NORD-OUEST EUROPEEN. II. TENEUR EN  
METAUX LOURDS ET TRANSFERT DANS LA  
CHAINE TROPHIQUE.**

Jean-Marie BOUQUEGNEAU, Sylvie GOBERT,  
Michel FRANKIGNOULLE et Patrick DAUBY  
Université de Liège, Océanologie, Sart Tilman B6, B-4000 Liège, Belgique

**THE SUSPENDED MATTER OF THE SURFACE LAYER OF  
THE NORTH-WESTERN EUROPEAN CONTINENTAL SHELF.  
II. HEAVY METAL CONTENT AND TRANSFER TO  
THE FOOD CHAIN**

**ABSTRACT**

Samples of suspended matter (MS) from the North Sea have been analysed for its heavy metal content. Unexpected high levels of copper have been recorded. The Scheldt Estuary reveals to be an important source of zinc, lead and cadmium for the sea. The transfer of metals from the MS to mussels is low.

**KEY WORDS:** Suspended matter, North Sea, heavy metals

**MOTS-CLES:** Matière en suspension particulaire, Mer du Nord, métaux lourds

**INTRODUCTION**

La matière en suspension (MS), composée principalement de phytoplancton vivant, de phytoplancton mort et de particules minérales terrigènes, est particulièrement importante dans les études qui concernent la pollution, non seulement en raison de la masse importante qu'elle représente, mais aussi en tant qu'image du premier échelon de nombreux réseaux trophiques. Au cours de ce travail, nous avons examiné la teneur en métaux lourds de la matière en suspension centrifugeable de trois stations en Mer du Nord et nous avons comparé nos résultats à ceux obtenus en 1983 par DEHAIRS et al. (1985) dans des régions analogues et à des résultats préliminaires obtenus au niveau du talus continental Nord-Ouest européen, en mer celtique. Nous avons également estimé l'effet de la concentration en matière organique particulaire sur sa concentration en métaux lourds. Enfin, nous avons comparé les niveaux de contamination de la MS avec celui de moules récoltées dans sa zone d'influence.



## MATERIEL ET METHODES

Les échantillons de matière en suspension de la mer du Nord ont été récoltés pendant la campagne 1991/22 du R.V.BELGICA (21/10/91 - 30/10/91). Trois zones ont été investiguées au cours de cette campagne: le plateau continental du centre de la Mer du Nord au régime hydrologique saisonnièrement stratifié (station 3, fig.1), la baie sud de la Mer du Nord, verticalement homogène (station 1, fig.1), et l'embouchure de l'Escaut (station 2, fig.1). Les échantillons ont été récoltés par centrifugation (cf DAUBY et al, 1992) et directement congelés en vue de leur analyse au laboratoire. A titre comparatif, un échantillon prélevé le 29 juin 1991 à une station située au niveau du talus continental N-O européen, à la jonction entre la mer celtique et le golfe de Gascogne ( $48^{\circ}\text{N}-8^{\circ}30'\text{W}$ , campagne Belgica 91/16) a été traité et analysé selon un protocole identique.

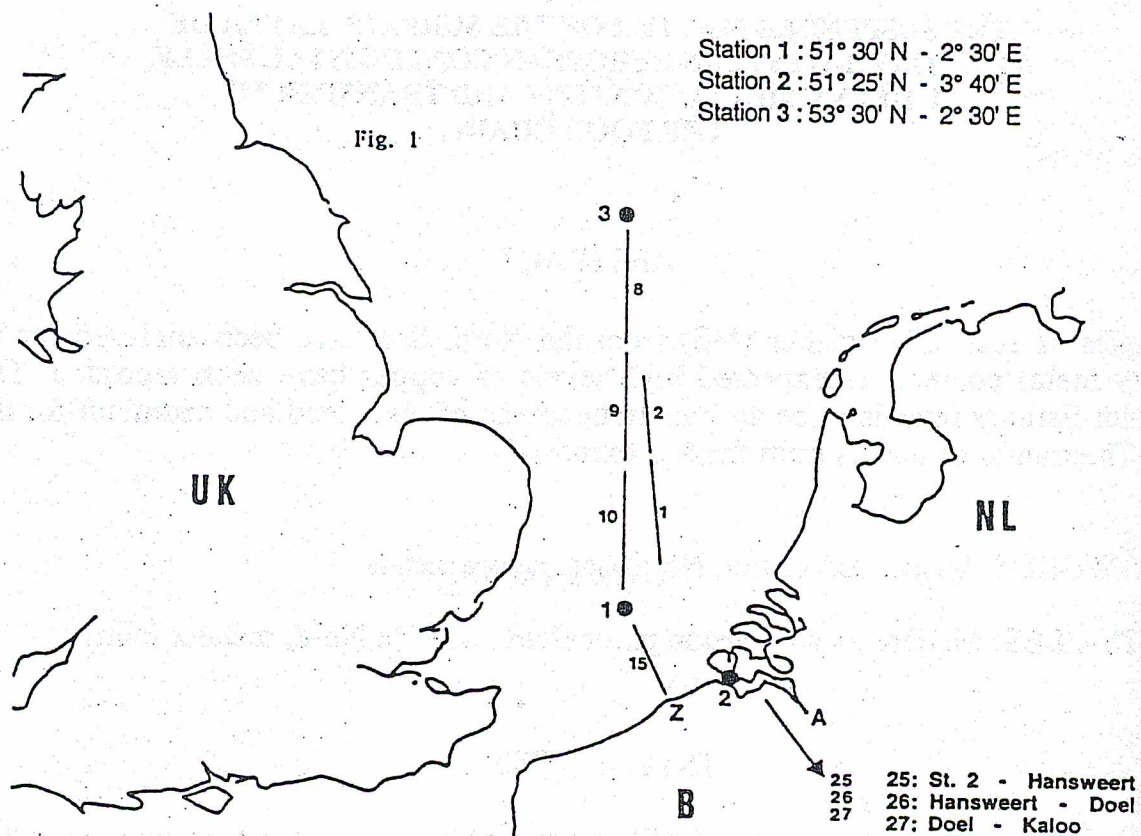


Figure 1: Position des stations et des transects échantillonnés en mer du Nord.

Un gramme de MS a été minéralisé dans deux ml d'un mélange (50%-50%) d'acide nitrique 65% (réf. Merck 456) et d'acide chlorhydrique 37% (réf. Merck 317) au bain-marie (70-80 C) pendant 12 heures. L'échantillon est alors dilué à 20 ml dans de l'eau distillée, homogénéisé et filtré sur filtre en fibres de verre (GF/A - Whatman), stocké dans un récipient en polyéthylène, puis dosé au moyen d'un spectromètre d'émission atomique (A.R.L.3510) avec pour source d'émission une torche à plasma d'argon à couplage inductif (Inductively Coupled Plasma Spectrometry).



## RESULTATS ET DISCUSSION

La concentration en métaux de la MS est rapportée dans le tableau 1. Il ressort de ce tableau que la MS des stations 1, 2 et 3 contient plus de métaux lourds que la station située en mer celtique au niveau du talus continental, sauf en ce qui concerne le cadmium. La MS de la station 3, plus éloignée de la côte, est plus contaminée que celle de la station 1, probablement en raison des rejets effectués dans cette région, mais aussi du fait que la stations 3 est moins influencée par les apports terrigènes particulaires qui contiennent relativement peu de métaux lourds par rapport au phytoplancton qui en contient beaucoup.

Les concentrations rapportées par DEHAIRS et al.(1985) dans la baie sud et dans la partie centrale de la Mer du Nord en 1983 sont respectivement égales à 118 et 136  $\mu\text{g/gWW}$  pour le zinc, 11 et 12  $\mu\text{g/gWW}$  pour le cuivre, 22 et 14  $\mu\text{g/gWW}$  pour le plomb et 0.5 pour le cadmium (résultats recalculés en tenant compte de la composition moyenne en aluminium des sols donnée par BOWEN (1979)). Nos résultats sont en bon accord avec ces données, sauf dans le cas du cuivre: la station en mer celtique présente une valeur comparable à celle de DEHAIRS et al dans la mer du Nord, mais les valeurs obtenues au cours du présent travail pour les stations 1 et 3 de la mer du Nord sont six fois plus importantes que celles de DEHAIRS et al.

STATIONS	48°N - 8°30W	3	1	2
n	(6)	(5)	(4)	(9)
MS	1.5 (0.4)	7.4 (0.9)	5.1 (1.0)	110.0(60.5)
Zinc	30.8 (17.4)	48.7 (8.5)	42.3 (12.0)	64.1 (11.6)
Plomb	11.1 (11.1)	30.3 (5.3)	22.9 (11.0)	31.6 (5.1)
Cadmium	1.0 (0.3)	0.5 (0.2)	0.5 (0.3)	0.7 (0.1)
Chrome	12.3 (11.7)	30.6 (4.9)	23.4 (10.0)	29.8 (8.0)
Cuivre	12.4 (6.9)	72.2 (46.4)	69.5 (43.5)	52.7 (23.6)
Titane	7.2 (8.3)	157.9 (22.3)	78.7 (20.5)	113.3 (21.7)

Tableau 1: Concentration en matière en suspension (MS), en  $\text{g.m}^{-3}$  (d'après DAUBY et al., 1992), et concentration en métaux de la MS en  $\mu\text{g.gWW}^{-1}$  aux quatre stations échantillonnées dans ce travail. Les chiffres entre parenthèses à côté des concentrations donnent les valeurs de l'écart-type.



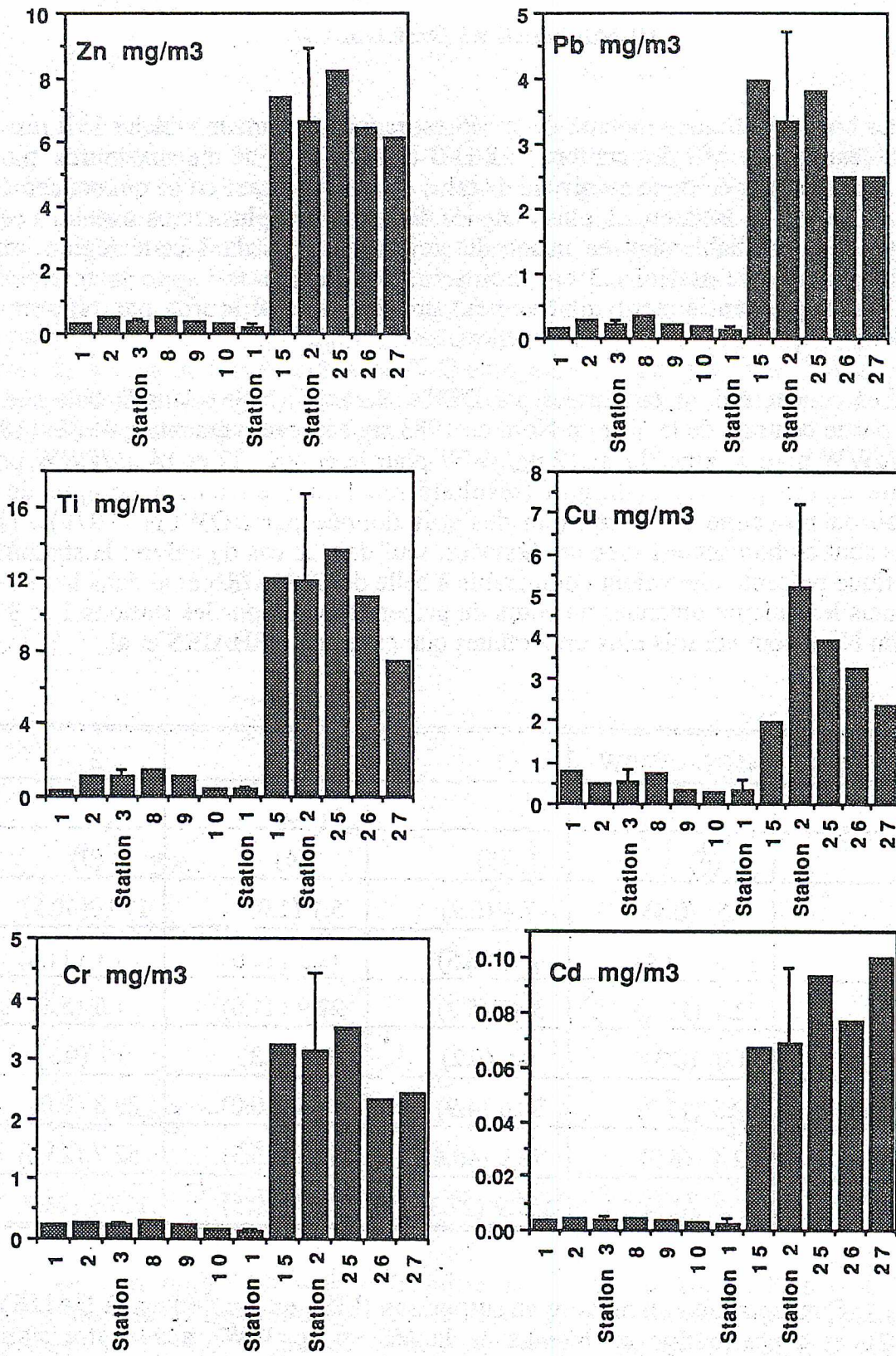


Figure 2: Concentration en métaux (mg/m<sup>3</sup>) liés à la MS



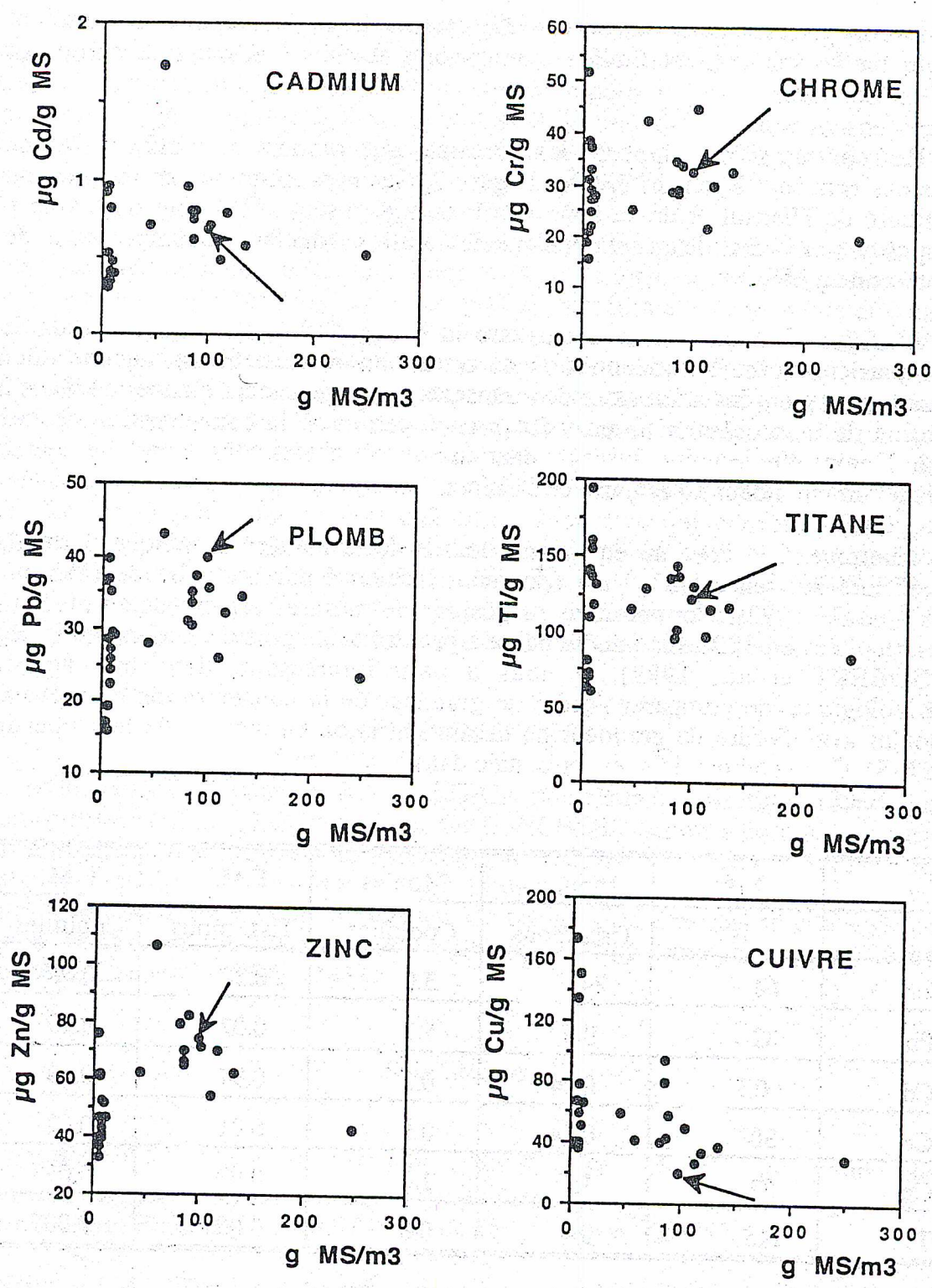


Figure 3: relation entre la concentration en MS et sa concentration en métaux lourds (la flèche indique le point correspondant au transect n°15).



La MS prélevée dans l'estuaire de l'Escaut contient plus de zinc, de plomb et de cadmium que les stations 1 et 3, elle contient moins de cuivre, et autant de chrome et de titane.

Par contre, si on rapporte les résultats par rapport au volume d'eau, les conclusions sont tout à fait différentes (figure 2): les concentrations en métaux lourds de l'estuaire de l'Escaut et de sa zone d'influence (transect n°15) sont beaucoup plus contaminées (un ordre de grandeur) que les stations du large, compte tenu de la concentration en MS.

La figure 3 montre la relation entre la concentration en métaux lourds de la matière particulaire et la concentration de cette matière particulaire: aucune relation n'apparaît au niveau des stations et des transects du large, tandis qu'une tendance à la diminution de la concentration en métaux en fonction de la concentration de la MS apparaît. Notons que le point correspondant au transect n°15 s'intègre parfaitement dans les points correspondant à l'estuaire de l'Escaut.

Clairement, le contenu en métaux lourds de la matière organique particulaire collectée lors du transect n°15 est fortement influencé par l'estuaire de l'Escaut (cf DAUBY et al., 1992). Comme nous disposons de mesures effectuées au niveau des moules récoltées en 1991 sur la côte belge à proximité du port de Zeebrugge (à Heist, voir GOBERT et al., 1992), il nous a paru intéressant, dans une approche écotoxicologique, de comparer l'ordre de grandeur de la concentration en métaux de ces moules avec l'ordre de grandeur de la concentration en métaux de leur nourriture (i.e. la MS). Cette comparaison est présentée dans le tableau 2.

	MS	Moules	Moules	F.M.	F.M.
		Tiss. mous	Coquilles	Tiss. mous	Coquilles
Zn	64	24	3.0	0.28	0.05
Pb	32	0.5	3.1	0.02	0.10
Cd	0.7	0.24	0.2	0.34	0.29
Cr	30	0.24	0.5	0.01	0.02
Cu	53	1.1	1.2	0.02	0.03
Ti	113	0.4	0.8	0.004	0.007

Tableau 2: Concentration moyenne (exprimée en  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  WW) en métaux lourds de la matière organique particulaire de la couche de surface lors du transect n°15 (MS), des tissus mous et des coquilles des moules collectées à HEIST en 1991. Facteurs de magnification (F.M.)



De ce tableau, il ressort que les facteurs de biomagnification sont toujours inférieurs à l'unité, ce qui montre qu'il n'y a pas concentration des métaux lors du passage du niveau inférieur (la MS) au niveau supérieur (les moules) de la chaîne trophique, ce qui implique que le taux d'assimilation des métaux lourds par voie alimentaire est faible, comme c'est généralement le cas pour les métaux lourds dans les écosystèmes marins (BOUQUEGNEAU et JOIRIS, 1988).

Quatre facteurs de biomagnification sont cependant plus importants que les autres: ceux du cadmium et du zinc dans les tissus mous, et ceux du cadmium et du plomb dans les coquilles. Dans les deux parties de l'animal (tissus mous et coquille), c'est le cadmium qui présente le plus haut facteur de biomagnification. Ce métal, très toxique, est heureusement celui, parmi ceux que nous avons étudié, qui est le moins concentré dans la MS. Il conviendrait donc de suivre avec la plus grande attention son évolution spatiotemporelle. Le facteur de biomagnification du zinc est élevé au niveau des tissus mous, mais cet élément est un métal essentiel qui est naturellement fortement concentré chez la moule. Le facteur de biomagnification du plomb est particulièrement élevé dans la coquille par rapport aux tissus mous, ce qui conforte l'idée que les structures squelettiques à base de carbonate de calcium sont à utiliser de préférence aux autres tissus comme bioindicateur de la pollution par ce métal (cf. GOBERT et al., 1992). Notons, enfin, qu'un métal "physiologiquement inerte" comme le titane (pourtant particulièrement concentré dans la MS) est très peu accumulé.

#### REMERCIEMENTS

Nous remercions l'équipage du R.V. BELGICA pour leur coopération efficace lors de sa campagne 1991/22, l'U.G.M.M. (dir.: Dr G. PICHOT) qui en a permis l'organisation et le bon déroulement, ainsi que Messieurs R. BIONDO et J.M. THEATE pour leur assistance technique. Nous remercions Monsieur WOLLAST pour les critiques constructives qu'il nous a communiquées. Ce travail a pu être réalisé grâce au soutien financier de la Communauté française de Belgique (Programme Actions de Recherche Concertées, Convention 89/94-131).

#### REFERENCES

BOUQUEGNEAU J.M. and C. JOIRIS, 1988. The fate of stable pollutants - heavy metals and organochlorines - in marine organisms. In "Advances in Comparative and Environmental Physiology.", R. GILLES ed., vol.2, chap 6, 219-247.

BOWEN H.J.M., 1979. Environmental chemistry of the elements, Acad. Press.

DAUBY P., F. MOSORA, M. FRANKIGNOULLE et J.M. BOUQUEGNEAU, 1992. La matière en suspension de la couche de surface du plateau continental Nord-Ouest européen. I. Distribution spatiale de la biomasse et du rapport  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ . Bull. Soc. r. Sc. Lg., ce volume.



DEHAIRS F., G.GILLAIN, M.DEBONDT and A.VANDENHOUDT, 1985. The distribution of trace and major elements in Channel and North Sea suspended matter. In "Progress in Belgian Oceanographic Research" Brussels, March 1985. VAN GRIEKEN R. and R.WOLLAST eds. Published by The University of Antwerp, B-2610 Antwerpen - Wilrijk (Belgium), pp 136-146.

GOBERT S., C.DAEMERS-LAMBERT et J.M.BOUQUEGNEAU, 1992. Etat physiologique et contamination par les métaux lourds des moules le long du littoral belge. Bull. Soc. r. Sc. Lg., ce volume.