

C.I.P.S.

Programme R-D

l'Environnement physique et biologique.

La Pollution de l'eau.

This paper not to be cited without
prior reference to the authors.

INVENTAIRE DE LA POLLUTION DES EAUX

Institut de Recherches Chimiques

Tervuren

M 15

Institut d'Hygiène et d'Epidémiologie

Bruxelles

M 22

Equipe van der Ben

Bruxelles

M 19

RAPPORTS D'AVANCEMENT DES TRAVAUX 1974.

1. Synthèse Générale

I. MER

2. Eaux - chimie

3. " - bactériologie

4. " - biomasse

5. Organismes des brise-lames

6. Sédiments

II. COURS D'EAU

7. Eau - chimie

8. " - pesticides

9. " - hydrobiologie

10. " - bactériologie

11. Sédiments

5. ORGANISMES DES BRISE-LAMES.

C. et D. van der Ben

CONTAMINATION DE SEPT ORGANISMES
DES BRISE-LAMES DE LA CÔTE BELGE

I. INTRODUCTION

Au cours de l'année 1974, sept organismes ont été récoltés sur quatre brise-lames de la côte belge, en vue de l'analyse des métaux lourds, des bactéries et des pesticides.

Les brise-lames sont situés à:

1. Nieuwpoort (grand brise-lames NE protégeant l'entrée du port).
2. Ravensijde (au km 4).
3. Heist (brise-lames NE protégeant l'entrée du canal Léopold).
4. Knokke-Het Zoute (brise-lames n° 10).

Les organismes suivants ont été récoltés (équipe van der Ben):

1. Végétaux:

Algue Verte: Ulva lactuca L.

Algue Brune: Fucus spiralis L.

Algue Rouge: Porphyra umbilicalis (L.) J.AG.

Diatomées: Navicula grevillei AG. et Navicula mollis SM. en mélange.

Ce sont des Diatomées de type "Schizonema" vivant en grandes quantités dans des tubes mucilagineux et se développant surtout en hiver.

2. Animaux:

Etoiles de mer: Asterias rubens L.

Moules: Mytilus edulis L.

Bigorneaux: Littorina littorea L.

Dates des récoltes: 12 et 13 février 1974, 8 et 10 avril 1974, 25 et 27 juin 1974, 5 et 7 novembre 1974 (pour cette dernière série, les analyses sont en cours).

Le tableau 1 (page suivante) donne la répartition des récoltes par brise-lames.

Les métaux suivants ont été dosés par l'I.R.C.: Hg- Cu - Pb - Zn. Il ne sera pas tenu compte des chiffres obtenus pour le cadmium, l'abondance des

matières organiques ayant gêné les dosages. Les analyses ont été effectuées par absorption atomique.

Les analyses des bactéries dans les moules et des pesticides dans Ulva lactuca ont été faites par l'équipe de l'I.H.E.

	Nieuwpoort	Raversijde	Heist	Knokke
Ulva	x	x	x	x
Fucus	x		x	x
Porphyra	x	x		
Navicula				x
Asterias				x
Mytilus	x	x	x	x
Littorina	x	x	x	x

II. METAUX LOURDS

a. Résultats.

Les résultats des dosages sont répertoriés dans sept tableaux (annexes 1-7). Comme il ne s'agit encore que de trois séries de mesures, leur valeur significative est faible et l'interprétation doit être considérée comme provisoire.

L'I.R.C. fournit les résultats en ppm de poids frais (organismes égouttés); ils sont accompagnés de l'indication du pourcentage d'eau perdue après 16 heures de séchage à 70°C. Ces chiffres figurent sur les fiches d'inventaire publiées ailleurs. Dans la littérature, les résultats sont le plus souvent exprimés en ppm de poids sec; l'application d'une simple règle de trois a permis de transformer les données de l'I.R.C. dans ce sens. Malheureusement, les méthodes de séchage diffèrent d'un auteur à l'autre; le contenu en eau des organismes et la rapidité de séchage varient avec les espèces et avec l'état de maturité des individus. La méthode n'est donc pas idéale.

Le tableau 2 (page suivante) résume les résultats ainsi transformés. Cette façon de synthétiser en minimum, maximum et moyenne arithmétique offre

Tableau n°2. Concentrations de 4 métaux lourds dans 7 organismes récoltés sur les brise-lames.

Teneurs exprimées en Ppm
(en mg/kg matière sèche)

Tableau n° 2

	Hg.			Cu.			Pb.			Zn.						
	n	min.	max	\bar{x}	n	min.	max	\bar{x}	n	min.	max	\bar{x}				
<i>Ulva lactuca</i>	12	0,03	0,23	0,13	12	5,8	12,5	8,30	12	3,13	13,88	6,39	12	24,2	89,5	45,5
<i>Fucus spiralis.</i>	6	0,03	0,22	0,08	6	2,3	7,7	5,3	6	1,13	8,12	4,58	6	95,4	322,4	122,6
<i>Porphyra umbilica- les</i>	3	0,03	0,03	0,03	3	10,1	34,4	22,1	3	2,03	3,66	2,79	3	67,0	140,3	103,10
<i>Navicula.</i>	1			0,21	1			85,9	1							127,4
<i>Asterias rubens.</i>	1			0,34	1			6,1	1							210,2
<i>Mytilus edulis.</i>	12	0,14	0,77	0,45	12	6,3	20,6	9,7	12	4,30	14,13	6,97	12	120,5	316,9	191,2
<i>Littorina littorea</i>	13	0,13	0,41	0,24	13	40,1	132,7	62,7	13	0,51	4,12	2,78	13	46,8	134,9	79,03

l'avantage de rendre les résultats plus lisibles, mais pourrait faire disparaître d'éventuelles variations saisonnières; ainsi Fucus spiralis montre des teneurs en Hg beaucoup plus élevées dans les bases pérennantes récoltées le 12 et le 13 février que dans les plantes jeunes (ou rajeunies) du 8 et 10 avril (voir annexe 4).

Si l'on ne tient pas compte de l'analyse unique des Navicules, ni de celle des étoiles de mer, le tableau 2 permet de constater ce qui suit:

1. Les teneurs moyennes les plus faibles sont toujours trouvées dans les végétaux: Hg et Pb dans Porphyra, Cu dans Fucus, Zn dans Ulva; les teneurs moyennes les plus fortes sont surtout décelées dans les organismes animaux: Hg, Pb et Zn dans les moules, Cu dans les bigorneaux (qui contiennent naturellement du cuivre dans leur hémocyanine). Toutefois, deux moyennes fortes sont trouvées dans les végétaux: Pb dans Ulva et Zn dans Fucus.

2. En ne considérant que les végétaux (à l'exception des Navicules), c'est Ulva lactuca qui concentre le plus fortement les éléments ne jouant pas de rôle physiologique (Hg et Pb); c'est Porphyra qui les concentre le moins.

3. En ne considérant que les animaux, ce sont les moules qui concentrent le plus fortement ces deux métaux.

b. Discussion.

L'interprétation de données aussi fragmentaires est difficile, voire impossible; c'est d'autant plus vrai qu'à côté des facteurs écologiques, des mécanismes physiques et physiologiques très complexes peuvent entrer en jeu. C'est ainsi que le cuivre et le zinc sont nécessaires à la vie des végétaux; NODA et HORIGUCHI (1971) démontrent que la croissance de Porphyra verucensis est optimale - tous les autres facteurs restant égaux - pour une concentration de Zn, dans le milieu de culture, de 30 ppb, niveau d'ailleurs assez proche de celui de 35 ppb trouvé dans les eaux côtières belges (tableau 3, page suivante). L'on sait, d'autre part, que dans l'hémocyanine des Littorines l'atome métallique n'est pas le Fe, mais le Cu. En outre, certains organismes paraissent posséder des mécanismes physiologiques régulateurs, d'autres pas; ces dispositifs peuvent jouer pour certains éléments et pas pour d'autres. Ceci permet sans doute d'expliquer pourquoi Ulva et Fucus, trouvés côte à côte sur le même brise-lames, montrent respectivement des taux moyens

de Zn de 45,5 et de 192,6 ppb.

Malgré ces réserves, les remarques provisoires suivantes peuvent être faites:

1. Tout d'abord, il est utile d'examiner la concentration en métaux lourds des eaux côtières belges. Celles-ci sont analysées régulièrement par l'I.H.E., depuis 1971, à 12 stations côtières situées à environ 200m de la plage. En ce qui concerne les métaux lourds, on constate qu'il n'y a pas de différences significatives entre les différentes stations; l'homogénéité est très grande, surtout pour le Cu et le Pb. Les résultats peuvent être résumés comme suit (tableau 3):

	minimum	maximum	moyenne
Hg	0,01	0,76	0,14
Cu	2	55	14
Pb	5	58	18
Zn	5	90	39

Signalons toutefois que pour de nombreux autres paramètres chimiques, on constate une augmentation graduelle des concentrations du SO vers le NE. D'autre part, le niveau de contamination est plus élevé qu'au large de la Mer du Nord, mais les différences restent assez faibles.

2. Les sédiments de la même région ont été analysés par l'I.R.C. Le rapport de synthèse 1973 fournit les résultats suivants pour nos quatre métaux lourds:

	minimum	maximum	moyenne
Hg	0,01	1,24	0,31
Cu	0,6	58	16
Pb	10	280	88
Zn	15	271	120

L'équipe de l'I.R.C. décèle une contamination plus forte des sédiments au

Variations de la teneur (en ppm) en Hg, Cu, Pb et Zn dans *Ulva lactuca* (3 campagnes).

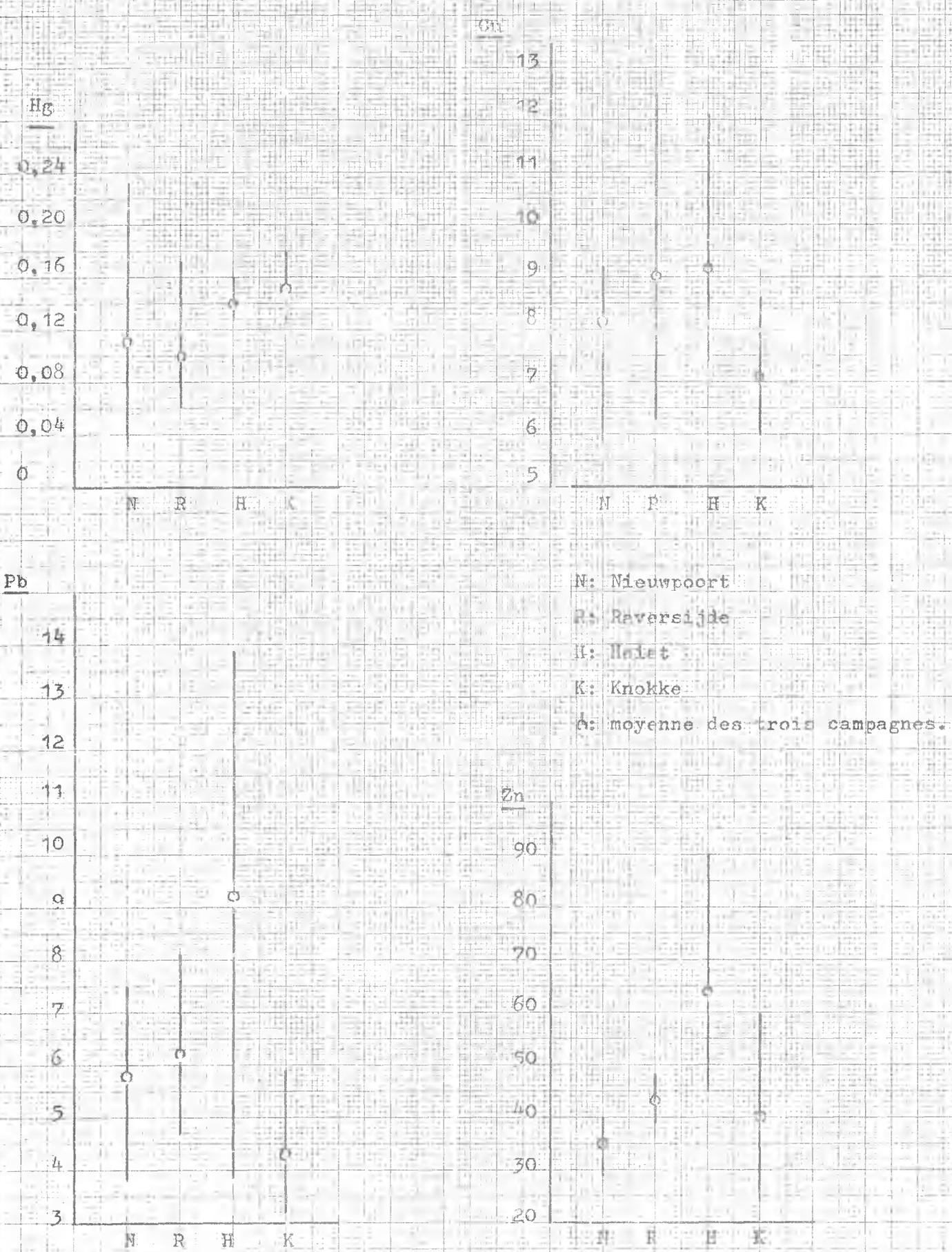


Fig. 1

Variations de la teneur (en ppm) en Hg, Cu, Pb et Zn dans *Nytilus edulis* (3 campagnes).



Fig. 2

Variations de la teneur (en ppm) en Hg, Cu, Pb et Zn dans *Littorina littorea* (3 campagnes).

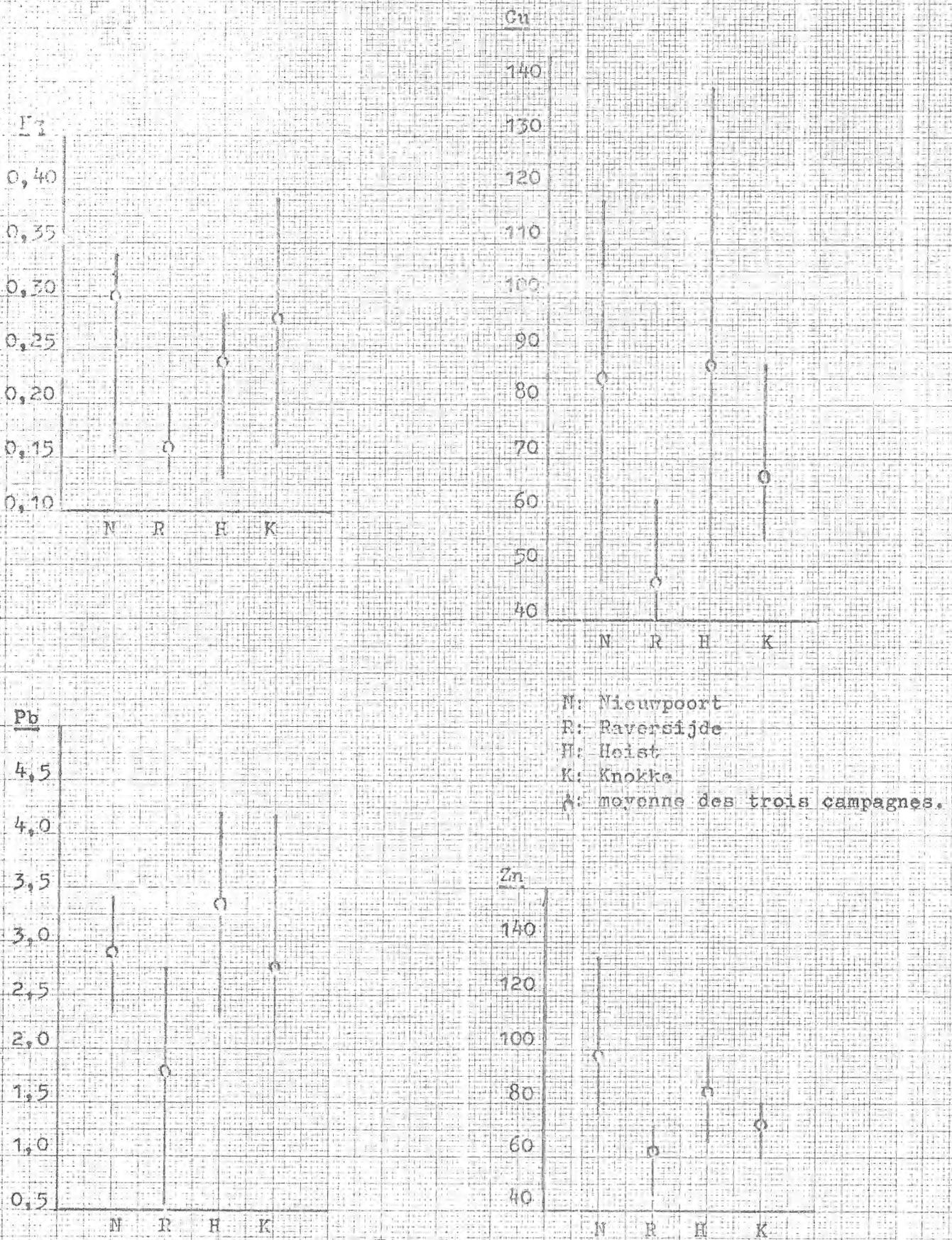


Fig. 3.

NE d'Ostende qu'au SE de cette localité. Par rapport à l'eau de mer, les concentrations sont de 1000 à 5000 fois plus fortes dans les sédiments; il en est de même pour les concentrations dans les organismes; nous passons du niveau des ppb à celui des ppm.

3. Si nous examinons maintenant les résultats obtenus pour les métaux lourds dans les organismes (voir tableau 2, page 3 et fig. 1-3, pages 6-8), nous voyons que la tendance générale d'une augmentation de la contamination du SO vers le NE se retrouve plus ou moins dans les organismes, avec toutefois des exceptions. A Heist, par exemple, il y a souvent un maximum, surtout pour le plomb, ce qui semble normal si l'on considère que les échantillons sont récoltés près de la sortie du canal Léopold. D'autre part, dans certains cas, on constate l'existence d'un minimum à Knokke ce qui paraît moins facile à expliquer. C'est d'ailleurs sur un brise-lames de la région de Knokke que l'on trouve les seules populations de Polysiphonia nigrescens et de Ceramium deslongchampsii, deux Algues Rouges, groupe généralement considéré comme sensible aux polluants, à l'exception d'espèces comme Porphyra umbilicalis.

4. La comparaison avec les données de la littérature scientifique permet de faire les remarques suivantes:

a.- HAUG (1972) a dosé le Zn, le Cu et le Pb dans les Algues Brunes Ascophyllum nodosum et Fucus vesiculosus provenant d'eaux non polluées des côtes norvégiennes et écossaises, ainsi que d'eaux, considérées comme polluées, de deux fjords norvégiens. En conclusion de son étude, l'auteur suggère de considérer comme échantillons pollués ceux qui montrent un taux de Zn supérieur à 100 ppm, un taux de Cu supérieur à 20 ppm, et un taux de Pb supérieur à 10 ppm. HAUG ne fait pas de différence entre les deux espèces; cela veut-il dire que nous pouvons extrapoler ses chiffres à l'espèce Fucus spiralis de nos brise-lames? LUNDE (1970) a dosé le Cu et le Zn dans les trois espèces récoltées dans les mêmes régions; les différences, d'une espèce à l'autre, sont peu importantes, mais peut-être pas négligeables. Il paraît indispensable de réunir plus de données à ce sujet.

b.- J. BOUQUIAUX (1973) cite une publication de PRESTON, JEFFRIES, DUTTON, HARVEY et STEELE (1972). Ces auteurs démontrent que les concentrations d'un certain nombre de métaux, dont Zn, Cu et Pb, n'ont pas augmenté de façon significative, dans les eaux côtières britanniques, entre 1961 et 1970. En ce qui concerne les organismes analysés (Fucus vesiculosus, Porphyra umbilicalis

et Patella vulgaris), leur contenu en oligo-éléments suit fidèlement celui de l'eau de mer, et les auteurs les considèrent donc comme d'excellents indicateurs de la pollution par les métaux.

c.- B. HÄGERHÄLL (1973) a dosé, par absorption atomique, le Cu, le Pb et le Zn (et d'autres éléments) dans 23 Algues Rouges, Brunes et Vertes de la Baltique (région de l'Oresund), et ce dans trois types d'eau:

I. Eaux considérées comme non polluées:

Cu de 1-8 ug/l, Zn de 1-12 ug/l, Pb de 1-6 ug/l.

II. Eaux à pollution moyenne et intermittente:

Cu de 1-40 ug/l, Zn de 1-26 ug/l, Pb de 1-30 ug/l.

III. Eaux à pollution forte et quasi permanente (émissaires):

Cu de 1-124 ug/l, Zn de 1-128 ug/l, Pb de 1-130ug/l.

Nos eaux côtières belges se situent entre le type I et le type II, sauf pour le Zn (39 ppb). HÄGERHÄLL constate, d'une part que les teneurs en métaux diffèrent fortement, dans un même type d'eau, d'un organisme à un autre, et d'autre part que les taux dosés sont souvent plus élevés dans les algues provenant d'eaux de type II que dans celles récoltées dans le type III; il pense que cela pourrait être expliqué par le fait que le métabolisme des algues serait fortement ralenti dans les eaux probablement toxiques de type III, alors qu'il serait encore proche de la normale dans les eaux de type II. Il faut signaler aussi qu'aucune Algue Rouge n'a pu se maintenir dans les eaux de type III; il en est de même pour Ulva lactuca, éliminée par les Entéromorphes et les Cladophora ayant gardé toute leur force de concurrence. Seule Ulva lactuca est commune au tableau de l'auteur et au nôtres; HÄGERHÄLL y trouve les moyennes suivantes (en ppm de poids sec):

Eaux	Cu	Pb	Zn
Type I	9,48	0	77,58
Type II	21,75	2,10	90,68

Nos chiffres sont supérieurs pour Pb (6,8), équivalents pour le Cu (8,0) et un peu inférieurs pour le Zn (45,5).

D'une façon générale il est possible de dire que pour toutes les algues analysées par cet auteur, les concentrations en métaux lourds sont de l'ordre de (en ppm de poids sec):

	Type I	Type II	Type III
Cu	4-12	20-100	20-90
Pb	0-1 (5)	2- 35	2-25
Zn	30-150	70-320	60-180

Dans nos algues (tableau 2, p. 3), les concentrations de ces trois métaux sont assez proches de celles trouvées par l'auteur pour les algues récoltées dans les eaux de type I, sauf pour le Pb, plus proches de celles trouvées dans le type II. Comme pour nos eaux côtières, nos algues occupent une position intermédiaire entre type I et type II. Les taux dans les algues reflètent donc, ici encore, ceux trouvés dans les eaux dans lesquelles elles vivent, avec quelques variations dues à la physiologie de chaque espèce en particulier.

d. - PERPEET et VLOEBERG (rapport de synthèse CIPS 1973, p. 359-361) ont dosé, toujours par absorption atomique, le Hg, Cu, Zn, Pb et d'autres métaux dans les moules récoltées en différentes localités entre la baie de Morgat (Finistère, France) et l'estuaire de l'Escaut. Ils décèlent une augmentation assez régulière du taux des métaux lourds en allant du SO au NE, avec toutefois une exception pour Zn et Pb à Morgat due sans doute à une pollution locale. Les niveaux de contamination trouvés par ces auteurs sont très proches de ceux détectés par l'I.R.C. Les auteurs remarquent avec raison que les taux dosés sont des taux globaux qui ne font pas la différence entre les métaux lourds en transit dans le tube digestif et ceux fixés dans les tissus de la moule, difficulté qu'on retrouve évidemment pour d'autres espèces animales.

5. Pour conclure, il faut examiner quelle est la valeur, en tant qu'indicateurs de la pollution par les métaux lourds, des différents organismes analysés:

a.- D'une façon générale, il ressort de nos données et de celles de la littérature qu'une augmentation de la concentration en métaux lourds dans une eau déterminée provoque une augmentation de la quantité de ces mêmes métaux dans les organismes qui y vivent. Comme ceux-ci concentrent fortement les métaux, nous passons du niveau du ppb - toujours difficile à doser à cause des contaminations possibles - à celui du ppm. Il est donc permis de dire que les organismes constituent des indicateurs précieux pour la détection de la pollution par les métaux lourds.

b.- Pour qu'un organisme puisse jouer ce rôle d'indicateur il faut qu'il soit

présent dans toute la région étudiée, en toute saison et en quantités suffisantes. En ce qui concerne les sept organismes analysés en 1974 (tableau 2, p. 3) nous pouvons donc éliminer, pour 1975, des organismes saisonniers comme les Navicules, ou irréguliers comme les Etoiles de Mer. Il reste alors cinq espèces, trois algues et deux mollusques.

c.- Il ressort de la remarque de PERPEET et VLOEBERG au sujet des métaux en transit dans le tube digestif des animaux (p. 11) que les végétaux doivent être considérés comme les meilleurs indicateurs; nous pouvons donc éliminer encore une espèce parmi les organismes animaux et ne maintenir que les moules qui concentrent plus fortement les métaux lourds et présentent un certain intérêt économique. Il reste alors, comme organismes à analyser en 1975: Ulva lactuca, Fucus spiralis, Porphyra umbilicalis et Mytilus edulis.

c. Conclusions provisoires et suggestions pour 1975.

Conclusions provisoires:

- 1.- L'analyse des taux de Hg, Cu, Pb et Zn dans sept organismes récoltés sur quatre brise-lames de la côte belge montrent des niveaux absolus plus élevés que ce qui pourrait être considéré comme normal (p. 9), mais qui ne paraissent pas excessifs (p.10-11). Toutefois, les comparaisons avec les données de la littérature sont difficile par suite du problème du séchage (p. 2).
- 2.- L'augmentation de la contamination, en allant des stations SO vers celles du NE, augmentation décelée par les autres équipes du Groupe Inventaire, se retrouve dans les organismes, avec toutefois une contamination plus forte à Heist (canal Léopold) qu'à Knokke où quelques minima sont mis en évidence.
- 3.- Les organismes concentrent les métaux lourds dans de très fortes proportions et reflètent assez fidèlement la situation de ces métaux dans les eaux, surtout en ce qui concerne les éléments ne jouant pas de rôle physiologique. Les meilleurs indicateurs de la contamination par les métaux lourds sont les algues.

Suggestions:

- 1.- Sur les sept organismes analysés en 1974, trois peuvent être éliminés pour 1975. Restent: Ulva lactuca, Fucus spiralis, Porphyra umbilicalis et Mytilus edulis, pour lesquels la fréquence des analyses pourrait être augmentée.

- 2.- Les échantillons d'eau de mer sont prélevés à 12 stations situées à + 400 m de la marée la plus basse. Pour s'assurer qu'il n'y a pas de différences significatives entre les eaux de ces stations et celles qui baignent les brise-lames, il paraît souhaitable de prélever quelques échantillons d'eau à proximité de ces mêmes brise-lames pour y doser les métaux lourds et, éventuellement, les autres éléments et composés.
- 3.- L'étude de la biomasse (et de la productivité) des populations fixées sur les brise-lames (voir rapport CIPS "Faune et Flore côtière" 1972) ne figure plus au programme du contrat M19; les circonstances ne permettent pas, actuellement, de reprendre ce travail dans sa totalité, mais il semble souhaitable d'examiner l'opportunité de le reprendre dans la mesure du possible. A première vue, une telle étude, même partielle, devrait permettre une meilleure compréhension de cet écosystème côtier et de mieux définir son rôle sur le plan quantitatif.

III. BACTERIES DANS LES MOULES ET PESTICIDES DANS ULVA LACTUCA

Les résultats obtenus (I.H.E.) sont répertoriés sur les fiches d'inventaire et seront discutés dans d'autres rapports. Il n'est pas possible, actuellement, d'établir des relations entre ces données et les autres paramètres biologiques.

Bibliographie

- J. BOUQUIAUX, 1973. Non-organic micro-pollutants of the environment. Stencil, 2 vol., Institut d'Hygiène et d'Epidémiologie, Bruxelles.
- B. HÄGERHÄLL, 1973. Marine Botanical-hydrographical Trace Element Studies in the Oresund Area. Botanica Marina, vol. XVI, p. 53-64.
- A. HAUG, 1972. Accumulation of heavy metals in marine algae (in norwegian). Symposium on heavy metal pollution held by NAVF, NLVF, NTNF, Oslo, jan. 1972.
- G. LUNDE, 1970. Analysis of trace elements in Seaweed. J. Sci. Fd. Agric., vol. 21, p. 416-418.
- H. NODA and Y. HORIGUCHI, 1971. Biochemical studies on marine algae. V. Effects of trace elements on the growth and nitrogen contents of laver. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., vol. 37, N° 10, p. 992-995.
- A. PRESTON, D. JEFFERIES, J. DUTTON, B. HARVEY, A. STEELE, 1972. British Isles coastal waters: the concentrations of selected heavy metals in sea water, suspended matter and biological indicators - A pilot survey. Environ. Pollut., vol. 3, n° 1, p. 69-82.

Rapports de synthèse CIPS, Modèle Mathématique, 1972 et 1973.

Annexe 1

U L V A L A C T U C A L .

(pbm)

BRISE-LAMES	DATE	N° Labo	Hg	Cu	Pb	Zn
Knokke	12.2.74	C.318	0,17	6,8	3,95	34,8
Heult	12.2.74	C.319	0,13	7,4	9,87	57,1
Raversyde	12.2.74	C.320	0,09	6,3	4,66	11,0
Nieuport	13.2.74	C.321	0,08	5,8	3,82	27,5
Knokke	8.4.74	C.351	0,18	8,6	5,93	69,1
Heult	8.4.74	C.352	0,14	12,1	13,00	31,5
Raversyde	8.4.74	C.353	0,06	8,1	5,30	49,3
Nieuport	10.4.74	C.354	0,03	9,2	6,11	34,5
Knokke	25.6.74	C.393	0,12	6,0	3,13	24,2
Heult	25.6.74	C.394	0,16	7,7	3,26	15,7
Raversyde	25.6.74	C.395	0,12	12,5	8,05	42,6
Nieuport	27.6.74	C.396	0,23	9,2	7,54	46,1

ppm

Littorina Littorea L.

Annexe 2

Brise-lames	Date	N° labo	Hg.	Cu	Pb.	Zn.
Knokke	12.02.74	C.318	0,16	55,5	3,99	32,1
Heist	12.02.74	C.319	0,13	51,7	3,11	31,5
Raversijde	12.02.74	C.320	0,16	41,1	3,12	31,5
Nieuport	13.02.74	C.321	0,15	47,1	3,31	31,5
Knokke	08.04.74	C.351	0,33	55,9	3,20	77,2
Heist	08.04.74	C.352	0,28	70,3	3,49	71,3
Raversijde	08.04.74	C.353	0,20	62,7	0,51	33,3
Nieuport	10.04.74	C.354	0,41	118,1	3,45	134,9
Knokke	25.06.74	C.393	0,30	88,4	4,17	57,2
Heist	25.06.74	C.394	0,0, 25 0,0, 31	41, 89, 1 61, 130, 7	0, 4, 32 0, 4, 43	0, 0, 7, 1 0, 0, 9, 9
Raversijde	25.06.74	C.395	0,14	40,3	2,76	45,8
Nieuport	27.06.74	C.396	0,34	83,2	2,25	75,3

ppm

Mytilus edulis L.

Localité	Date	N° label.	Hg	Cu	Pb	Zn
Brite - lamer						
Knokke	12. 2. 74	C. 318	0,50	13,0	7,00	226,1
Heist	12. 2. 74	C. 319	0,75	20,6	14,13	316,5
Raversijde	12. 2. 74	C. 320	0,22	12,2	4,06	102,0
Nieuwpoort	13. 2. 74	C. 321	0,28	10,6	2,78	158,3
Knokke	08. 04. 74	C. 351	0,77	6,9	8,92	259,3
Heist	08. 04. 74	C. 352	0,44	6,3	7,44	219,2
Raversijde	08. 04. 74	C. 353	0,26	9,1	4,87	168,2
Nieuwpoort	10. 04. 74	C. 354	0,14	7,4	4,30	122,2
Knokke	25. 06. 74	C. 393	0,73	8,2	8,84	219,1
Heist	25. 06. 74	C. 394	0,67	8,9	19,49	175,4
Raversijde	25. 06. 74	C. 395	0,33	7,6	5,93	120,5
Nieuwpoort	27. 06. 74	C. 396	0,35	7,7	4,87	134,3

Fucus spiralis L.

Brise - Lames.	Date.	N° Labo.	Hg.	Cu.	Pb.	Zn.
KNOKKE.	12. 02. 74	C. 318	0,22	7,7	2,11	337,4
Heist.	12. 02. 74	C. 319	0,06	2,3	1,03	139,0
Nieuwpoort	13. 02. 74	C. 321	0,16	6,1	3,87	275,5
Heist.	08. 04. 74.	C. 352	< 0,04	5,3	4,21	213,8
Nieuwpoort.	10. 04. 74	C. 354	< 0,04	4,7	8,12	124,8
KNOKKE.	25. 06. 74.	C. 393	< 0,04 < 0,03	5,6 5,2	7,33 4,23	55,4 143,3

ANNEXE 5

Porphyra umbilicalis (L.) J. Ag.

Brise - Lames.	Date	N° Labo	Hg.	Cu.	Pb	Zn.
Raversyde	8. 4. 74	C. 353	< 0,03	34,4	3,70	103,2
Nieuupoort.	10. 4. 74	C. 354	< 0,03	10,1	3,03	57,0
Raversyde	25. 6. 74	C. 395	< 0,03	21,8	3,65	149,3

ANNEXE 6

Diatomées (Navicula grevillei et N. mollis.)

Brise - Lames.	Date	N° Labo	Hg.	Cu	Pb	Zn
KNOCKE.	12. 2. 74	C. 318	0,21	85,0	70,00	777,0

ANNEXE 7.

Asterias Rubens L.

Brise - Lames.	Date	N° Labo	Hg.	Cu	Pb	Zn
KNOCKE.	8. 14. 74.	C. 351	0,34	6,1	3,73	312,3