

Chapitre X

Inventaire de la pollution côtière

Rapport de synthèse

présenté par

J. BOUQUIAUX et P. HERMAN

L'étude de l'eau est réalisée entièrement à l'Institut d'Hygiène et d'Epidémiologie, sauf la détermination de certains éléments peu abondants faite à l'Institut de Recherches chimiques qui, d'autre part, effectue l'étude complète des sédiments et des matières en suspension. Les travaux ont été effectués à temps partiel par le personnel du cadre des deux institutions et à temps plein par les personnes recrutées spécialement : C.I.P.S. pour l'I.H.E., Groupe de Travail Agriculture pour l'I.R.C.

Le programme d'études et de recherches du *Groupe Inventaire* a pour but de déterminer l'état actuel de pollution de l'eau en Belgique. L'objectif est poursuivi suivant une double approche. D'une part, vu le manque de certaines données, il est apparu indispensable d'analyser un grand nombre d'échantillons d'eaux et de sédiments représentatifs des milieux étudiés. Ces échantillons sont prélevés suivant un réseau de points répartis sur toute l'aire inventoriée, ils sont analysés par voie chimique, physique et biologique. Les résultats de cette étude sont complétés par ceux qui existent déjà. D'autre part, des données sur la nature et la quantité de polluants rejetés dans l'eau par les industries, les centres urbains, les zones agricoles, etc., sont également recherchées. Ce travail est rendu difficile du fait qu'aucune administration n'a la charge de centraliser les informations en la matière. Les deux démarches concourent à l'établissement de synthèses sur base de données aussi complètes et précises que possible.

Les travaux analytiques, qui seuls sont présentés ci-après, comportent

- pour l'eau : les analyses chimiques et physiques pour la détermination quantitative de la pollution organique et inorganique; l'analyse bactériologique de la pollution fécale; l'étude hydrobiologique du degré de pollution, principalement organique; la mesure de la toxicité aiguë et la mesure de l'influence des polluants présents sur le pouvoir auto-épurateur;
- pour les sédiments et matières en suspension (analysées en l'absence de sédiments) : les analyses physiques et chimiques pour la détermination de la pollution organique et inorganique et les études criblométrie, minéralogique et physico-chimique ¹.

Suivant l'approche envisagée ici, effectuer l'inventaire de la pollution consiste à dresser l'état de la situation d'après l'analyse de prélèvements aussi représentatifs que possible du milieu à inventorier. Celui-ci est caractérisé par un grand nombre de situations différentes qui chacune varie d'un moment à l'autre. De plus, on ne pourrait se contenter de le décrire d'après un petit nombre de paramètres. D'accord avec les responsables du projet, nous avons choisi d'effectuer des analyses et études très complètes de chaque échantillon prélevé. Aussi a-t-il fallu restreindre le nombre d'emplacements et la cadence d'échantillonnage. Pour la mer : 12 stations à raison de 4 échantillonnages en un an; pour les émissions : un égout, en été et en hiver (chaque fois 7 jours consécutifs), un emplacement de chaque canal ou chenal (onze au total). Dès lors, il s'agit plutôt de coups de sonde qui permettent d'apprécier l'état de la pollution mais non de le décrire avec certitude, dans le temps et dans l'espace. Encore faut-il ajouter que ce travail a correspondu à récolter et analyser plus de 150 échantillons, soit à effectuer près de 5.000 déterminations dont certaines très délicates.

1. Depuis le début des activités, en septembre 1971, le programme analytique décrit ci-dessus a été appliqué à près de 400 échantillons d'eau et plus de 150 sédiments et matières en suspension. Les résultats sont consignés sur des fiches propres à l'emplacement inventorié et à la date de prélèvement.

Un premier rapport sur l'état d'avancement des travaux, avec 241 fiches, a été envoyé en juin dernier au Centre de Rassemblement des données. Un second suivra en décembre prochain, il est prévu d'y annexer environ 300 fiches. L'ensemble des résultats correspond à plus de 15.000 déterminations.

Au cours de cette première année d'activité, les membres du groupe inventaire se sont consacrés aux travaux analytiques et n'ont pu vraiment s'occuper de la tâche difficile de synthétiser le grand nombre d'informations recueillies progressivement. Ceci ne peut d'ailleurs se faire qu'avec un certain recul et par approches successives.

Les résultats qui paraissent les plus intéressants à communiquer dans le cadre du *Projet Mer* concernant : l'inventaire de la zone côtière d'immixtion de la mer et les polluants rejetés en mer (c'est-à-dire les rejets directs par les émissaires à la côte belge et les apports dans l'Escaut et la Meuse lors de leur passage en Belgique).

1.- Inventaire mer

Les teneurs trouvées en différents constituants chimiques : BOD , COD , N_2 , NO_3^- , PO_4^{---} , certains métaux lourds et les pesticides témoignent d'un très sérieux état de pollution. La pollution bactérienne est importante aussi.

De l'une à l'autre des douze stations, les teneurs sont parfois très différentes mais les variations d'une campagne (saison) à l'autre sont encore beaucoup plus importantes. Ceci est le cas, notamment, pour N_2 total. Etant donné en outre le nombre de polluants dosés dans l'eau, d'une part, et dans les sédiments, d'autre part, on se trouve finalement devant un très grand nombre de variables qui augmente la difficulté d'établir des interprétations d'ensemble.

Un fait au moins semble certain, c'est qu'à tous points de vue la partie est de la zone d'immixtion en mer est la plus polluée, depuis et y compris Oostende. Par exemple, le nombre de streptocoques fécaux est particulièrement élevé à l'est, ce qui est confirmé par de nombreuses mesures effectuées dans le cadre d'un autre programme relatif aux plages. L'influence des émissaires très pollués, qui débouchent à Oostende et à Blankenberge, semble manifeste sur les sédiments des stations correspondantes (n° 5 et 8) et décalée vers l'est sur les eaux (chimie et bactériologie), notamment à Bredene (station 6) pour Oostende (station 5). De fortes pollutions chimiques apparaissent aussi à Knokke (eaux et sédiments), extrémité est de la

zone inventoriée. Par contre, l'extrémité ouest, à Oostduinkerke (n°1), est la moins polluée. L'étude de la dispersion locale des émissaires dans la zone d'immixtion sera effectuée prochainement.

La situation est assez confuse en ce qui concerne la relation entre le niveau de pollution chimique de la mer et la date de prélèvement des échantillons. Du point de vue bactériologique, on trouve assez singulièrement un nombre plus grand de streptocoques fécaux en hiver. On y voit un témoignage de leur résistance et d'une moins grande activité des bactéries marines aux basses températures.

Une certaine corrélation existe entre les polluants chimiques des sédiments, ce qui a permis plus facilement d'établir des moyennes et de distinguer les stations entre elles. Cette corrélation englobe la proportion de passant 37 μ . Pour le mercure, en tous cas, on ne trouve pas de relation entre son abondance et celle de la matière organique dans le passant 2 μ , catégorie criblométrique d'ailleurs toujours peu importante dans laquelle il n'a pas été possible de caractériser des minéraux argileux.

Les polluants de l'eau sont très peu corrélés entre eux, sauf les phosphates avec les nitrates.

Il nous a manqué de données pour étudier la dispersion des polluants vers le large d'après confrontation de nos résultats avec ceux du *Modèle mathématique de la mer du Nord*. Quelques comparaisons sans valeur statistique ont été présentées pour les sédiments qui semblent contenir plus de Hg, Mn, Pb, Zn et matières organiques à la côte et moins de Cr et de Cu. Au point de vue bactériologique, bien que les prélèvements n'aient pas été effectués au même moment, on peut toutefois estimer que les résultats obtenus lors de l'examen des échantillons prélevés dans le cadre du programme des 1.000 points montrent une diminution assez nette de la pollution fécale au fur et à mesure de l'éloignement vers le large.

2.- Emissaires

En principe, seuls les polluants dont les teneurs dans les émissaires sont plus fortes que dans la mer nous intéressent ici. En fait, pour chaque polluant, à part Fe et Mn, il existe toujours des émissaires, que ce soient les égouts ou les canaux, dont les teneurs sont plus riches que celles

trouvées en mer et parfois de 10 à 100 fois. Dès lors, des polluants, dont la teneur était en dessous de la limite de détection, sont trouvés et dosés dans les émissaires. Les rejets en matières organiques, phosphates, N_2 , NH_3 et Zn proviennent de tous les émissaires en général. Ceux de NO_3^- , Cu, Hg, Pb, Cr, Ag, Bi, Ba, ..., détergents anioniques et pesticides proviennent plus particulièrement des égouts, ceux de Co, Ni, phénols et cyanures, des chenaux et des canaux.

Les chenaux et canaux sont tous très pollués chimiquement, surtout le canal de Brugge, celui de Schipdonk (dérivation de la Lys) et le bassin d'Oostende. Ensuite, Noortedevaart et le canal de Zelzate (Léopold). Cette échelle relative est la même pour la pollution bactérienne (*Streptococcus faecalis*, *Escherichia coli*). Mêmes relations encore en ce qui concerne la pollution hydrobiologique sauf que Noortedevaart passe en tête.

Que les eaux d'égouts soient très polluées n'étonnera personne, qu'elles soient rejetées en mer se passe de commentaires ... Comme il fallait s'y attendre, les quantités de polluants évacuées par les égouts sont beaucoup plus fortes en été qu'en hiver mais le rapport est surprenant. D'après T.V.Z.A.M., le débit moyen des égouts de Blankenberge pendant 24 heures, durant les 14 jours de nos prélèvements dépasse 4.800 m^3 en juillet et n'atteint pas 400 m^3 en février. Ceci, combiné à des teneurs généralement plus élevées en été, conduit à des rapports été/hiver qui dépassent 100 pour certains polluants.

Il serait trop long de fournir ici de plus amples informations à propos des multiples polluants rejetés en mer par les émissaires. De nombreux détails sont d'ailleurs fournis dans la suite de ce rapport. Ajoutons qu'il n'est cependant pas possible, aujourd'hui, de traiter l'aspect quantitatif de la pollution par les canaux et chenaux car leur débit vers la mer n'est pas encore connu. Par contre, grâce aux débits communiqués par T.V.Z.A.M., on peut faire des estimations pour les égouts de Blankenberge, par exemple des quantités de polluants rejetées durant 3 mois de saison estivale. On ne perdra pas de vue qu'il s'agit d'extrapolations à partir de valeurs enregistrées pendant une semaine de juillet 1972.

Les valeurs ainsi calculées sont exprimées pour les 3 mois d'été cumulés : 340 tonnes en COD, 80 t en P total dont 14,5 t en phosphates, 46 t en N_2 total dont 70 % en NH_3 , 22,3 t en détergents anioniques, ...

Par ailleurs, il paraît intéressant de comparer l'apport dû à l'eau des égouts à celui des polluants fixés aux matières en suspension (280 mg par litre, en été). Pour le plomb, la teneur de l'eau des égouts de Blankenberge est de 80 ppb et celle des matières en suspension de 800 ppm, c'est-à-dire, toujours calculée par extrapolation, la quantité de plomb dans les rejets de ces égouts vers la mer, durant la saison estivale, peut être estimée à 136 kg dont 75 % sont fixés aux matières en suspension. Celles-ci sont rejetées à raison de 125 tonnes estimées pour les 3 mois d'été cumulés. Le poids de zinc évalué de la même manière et provenant des seules matières en suspension correspond à 500 kg.

Les quantités citées ci-dessus paraîtront dérisoires vis-à-vis de celles qui correspondent aux grands estuaires; toutes proportions gardées, elles méritent sans conteste d'être très sérieusement prises en considération.

Ces quelques idées générales sont certainement à revoir. Les prochains résultats permettront de les confirmer ou de les infirmer mais, en tous cas, d'en avoir de nouvelles. Pour cela, il conviendra non seulement de poursuivre les travaux analytiques, y compris la très importante mise au point de certaines méthodes, et de développer l'interprétation, mais encore d'entreprendre diverses recherches dont les sujets ne manquent pas. Ce sont là les éléments du programme du *Groupe Inventaire* pour les années à venir.

A.- ETUDE DE L'EAU

J. BOUQUIAUX; Melle BOELEN, MM. R. DE BOECK, R. DE BRABANDER, J. VAN DIJCK, Mme J. VERHOEVEN,
Melle C. VAN DER WIELE, M. G. VAN HOOREN, Melle L. D'HONDT.
Mme DE MAYER; MM. L. BARBETTE, J.P. DAUBY, M. DUBOQUET.
L. GORDTS; M. A. VANDEZANDE

1.- Synthèse des résultats

Chimie	Unités	n	x min	x max	\bar{x}	Observations
pH		48	déc., fév. octob., août		7,5 8,0	4 campagnes
Cl ⁻	g/l	36	18,0	21,0	19,2	3 premières campagnes
F ⁻	mg/l	36	1,3	5,5	2,8	idem
O ₂ dissous	%	28	57,5	80,7	71,5	65 à 90 % saturation 4ème c.
BOD	mg/l	48	1,0	8,1	3,2	4 campagnes
COD (perm. alc.)	mg/l	48	1,0	8,0	4,1	idem
N ₂ total	mg/l	48	< 1 m	4,1	1,4	idem; pas de NH ₃
NO ₃ ⁻	mg/l	260	-	-	0,32	Région W Oostende
PO ₄ ⁻⁻⁻	mg/l	260	-	-	0,14	idem
Cu	ppb	48	7	32	16	4 campagnes
Fe	ppb	36	10	360	282	3 camp.; 4ème : mêmes extr.
Hg	ppb	46	0,05	0,8	0,15	4 campagnes
Mn	ppb	36	14	270	87	3 camp.; 4ème : mêmes extr.
Pb	ppb	36	14	58	29	idem; idem
Zn	ppb	32	6	88	46	idem; idem
Cd, Co, Cr, Ni	ppb	48	< 5	< 5	< 5	4 campagnes
Phénols	mg/l	48	< 1 m	0,14	-	idem
CN ⁻	mg/l	48	moins de 0,001			idem
Dét. anion.	mg/l	48	moins de 0,01			idem
Pesticides	ng/l	48	HCH α (16); endosulfane α (24), β (55); lindane (19); heptachlore (Knokke 33).			

2.- Inventaire des polluants

2.1.- Analyses chimiques

2.1.1.- Mer émission

a) Egouts de Blankenberge

Deux campagnes ont été organisées 7 jours durant. Un échantillon moyen est prélevé pendant 24 h en fonction du débit de l'égout. La première campagne a eu lieu du 20 au 26 février (hiver) et la seconde du 1 au 7 juillet (été). En comparant les valeurs des résultats des deux séries d'analyses, on remarque que très peu de paramètres ont les mêmes valeurs en hiver et en été.

Pour les deux campagnes, on n'observe pas de variations de pH au sein d'une campagne, mais la moyenne d'hiver est de 7,5 alors que celle d'été est de 7. Le cas du potentiel d'oxydo-réduction est remarquable. Celui-ci est positif et varie de 24 à 194 en février; en juillet, il ne varie que du simple au double, est toujours négatif et est en moyenne 130 fois moins élevé. En ce qui concerne le COD, on passe d'une valeur moyenne de 230 mg/l à celle de 760 mg/l soit trois fois plus. La quantité d'azote total ne varie pratiquement pas au cours d'une série de prélèvements, mais passe de 50 mg/l en février à 103 mg/l en juillet tandis que la proportion d'azote se trouvant sous forme d'ammoniac est de 70 % pour les deux campagnes. La valeur moyenne des détergents anioniques passe de 19 mg/l à 50 mg/l en juillet. Par contre, la concentration moyenne de nitrates (7,3 mg/l) ne varie pas d'une campagne à l'autre. Bien que la concentration varie du simple au triple au cours de la campagne de février, celles de la campagne de juillet varient d'une façon beaucoup plus importante puisque certains jours la concentration est nulle alors qu'à d'autres elle atteint la valeur de 24 mg/l. La concentration moyenne en phosphates est énorme en juillet (32,5 mg P/l) par rapport à celle de février (1,2 mg P/l); la quantité de phosphore total variant dans d'encore plus grandes proportions : 181 mg P/l en juillet pour 1,6 mg P/l en février. En moyenne, les phosphates représentent 18 % du phosphore total en juillet, tandis qu'en février ils représentent 76 %. En ce qui concerne les phénols et les cyanures, les résultats sont négatifs pour les deux séries d'analyses. Il en est de même d'ailleurs pour le cobalt et le

chrome. La concentration moyenne du *fer* est 146 ppb en février et 290 ppb en juillet; celle du *cuivre* est de 14 ppb en février et 30 ppb en juillet. On a donc deux fois plus de fer et de cuivre en juillet. Par contre, on observe une diminution d'un facteur deux pour le *manganèse* qui passe de 129 ppb à 61 ppb en juillet. Les concentrations moyennes du *plomb* sont de 17 ppb et 80 ppb soit 5 fois plus en été. En ce qui concerne le *mercure*, on note un fait très curieux. Alors que la concentration moyenne de 6 échantillons ne varie pratiquement pas d'une campagne à l'autre (0,88 ppb en février et 0,76 ppb en juillet), un échantillon au cours de chaque campagne atteint des teneurs 10 fois plus élevées (7,8 ppb et 13,5 ppb pour février et juillet respectivement). La concentration en *nickel* est toujours inférieure à la limite de détection en hiver. En été, par contre, on a une concentration moyenne de nickel de 22 ppb. Pour les *pesticides*, on observe une très grande similitude entre les résultats des deux saisons. En effet, dans les deux campagnes, la moitié des échantillons contiennent des traces d'hexochlorocyclohexane- α et quelques mg/l de lindane. Par contre, dans un des échantillons de juillet, on trouve 6 ng/l d'heptachlore et dans un autre 3 ng/l de diéldrine alors qu'en février on ne trouve pas de trace de ces deux composés.

b) Chenaux

La campagne de prélèvements a été effectuée à marée basse aux endroits suivants : à Nieuwpoort, dans le canal de Placendaal, l'Yser, le canal de Veurne et dans le chenal du port en face des installations de l'ADEPS. A Blankenberge dans le Vaart, à Zeebrugge et à Heist dans le canal de Schipdonk et dans le canal de Zelzate.

A Nieuwpoort, le pH varie entre 7,9 et 8,4 suivant les canaux. Dans le Noortede, il est de 8,4 mais pour les autres échantillons d'Oostende, il est de 7,5. Pour les échantillons de Blankenberge, Zeebrugge et du canal de Zelzate, le pH est compris entre 8,1 et 8,5 ; il a la valeur de 7,7 dans le canal de Schipdonk.

Neuf échantillons ont un potentiel d'oxydo-réduction compris entre 290 et 309 ; dans l'Yser, il est un peu plus élevé (322) tandis qu'il est de 280 à Zeebrugge. Les canaux de Placendaal et de Zelzate sont saturés en *oxygène dissous* (97 % et 101 %). On trouve 78 % dans le canal

de Veurne et dans le Noortede, 63,5 % dans le chenal de Nieuwpoort, 55 % à Blankenberge, 47 % dans l'Yser, 26 % en face de la gare d'Oostende, 12 % dans le Schipdonk et une saturation quasi nulle (5 %) dans le canal de Brugge. Il y a par contre sursaturation en oxygène dissous (158 %) à Zeebrugge.

Les valeurs du COD sont toujours élevées; elles varient entre 60 mg/l et 85 mg/l à Nieuwpoort excepté dans le chenal, ainsi que dans le canal de Brugge et de Schipdonk. Les valeurs sont comprises entre 120 mg/l et 140 mg/l pour les autres échantillons excepté celui de Zeebrugge où le COD est de 204 mg/l. La quantité de *nitrates* est inférieure à la limite de détection pour 7 échantillons. Dans le canal de Veurne et de Schipdonk, la concentration en nitrate est de 2 mg/l, elle est de 3,6 mg/l dans l'Yser et de 4,7 mg/l dans le canal de Placendaal.

Dans tous les échantillons prélevés à Nieuwpoort, ainsi que dans celui de Zeebrugge, la concentration en *phosphates* est inférieure ou très proche de 1 mg/l. A Blankenberge, elle est de 4,2 mg/l, 6,2 mg/l à la gare d'Oostende, 7 mg/l dans le canal de Zelzate, 7,5 mg/l dans le Noortede et 8,5 mg/l dans le canal de Brugge et de Schipdonk.

Dans le canal de Zeebrugge ainsi que dans les échantillons prélevés à Nieuwpoort, l'Yser excepté, la concentration en *azote total* varie entre 1 mg/l et 1,5 mg/l. Pour ces quatre échantillons, l'azote se trouve à 100 % sous forme organique. A Blankenberge, la concentration est de 4,5 mg/l dont 22 % se trouve sous forme d'ammoniac, elle est de 6 mg/l dans l'Yser et le Noortede avec 35 % sous forme de NH_3 . On trouve 8 mg/l dans le canal de Zelzate, 10,8 mg/l à la gare d'Oostende, 12,4 mg/l dans le canal de Brugge et 14,2 mg/l dans le Schipdonk dont 50 %, 60 %, 70 % et 68 % se trouvent respectivement sous forme de NH_3 .

Aucun échantillon ne contient de *détergents anioniques* en quantité décelable. La concentration en *phénols* est de 0,01 mg/l en face de la gare d'Oostende, de 0,095 mg/l dans le canal de Brugge et de 0,4 mg/l dans le Schipdonk. Dans tous les autres échantillons, les concentrations sont inférieures à la limite détectable.

On trouve des traces de *cyanures* de l'ordre de 0,001 mg/l dans tous les échantillons excepté dans le canal de Veurne où la concentration est de 0,004 mg/l et en face de la gare d'Oostende où elle est de 0,006 mg/l.

Pour tous les échantillons, la concentration en *cobalt* et en *chrome* est inférieure à la limite de détection de 5 ppb excepté à Blankenberge où on trouve 7 ppb de cobalt. Quatre échantillons ont une concentration en *cuivre* inférieure à 5 ppb ; dans les autres, la concentration reste toujours très faible : entre 5 et 9 ppb .

La plus faible teneur en *fer* est celle du canal de Veurne (30 ppb) ; elle est de 55 ppb dans le Noortede et de 70 ppb dans le canal de Placendaal, de Zelzate, de Blankenberge et dans l'Yser. On trouve 100 ppb de fer dans le Schipdonk, 130 ppb à Zeebrugge, 160 ppb dans le canal de Brugge et 200 ppb dans le chenal de Nieuwpoort et en face de la gare d'Oostende.

En ce qui concerne le *mercure*, la concentration est de 0,05 ppb dans le canal de Brugge, entre 0,1 ppb et 0,3 ppb pour les échantillons de l'Yser, de la gare d'Oostende, du Noortede, de Blankenberge et du canal de Zelzate. Les autres échantillons contiennent entre 0,45 ppb et 0,65 ppb de mercure sauf dans le Schipdonk où on a la concentration énorme de 9,5 ppb de mercure. Les teneurs en *manganèse* des échantillons de Nieuwpoort excepté l'Yser sont relativement faibles, entre 40 ppb et 60 ppb . Par contre, dans le canal de Brugge, la concentration est de 200 ppb . Pour tous les autres échantillons, elle se situe entre 100 ppb et 150 ppb .

Pour les quatre échantillons prélevés à Nieuwpoort ainsi que celui du Noortede, la teneur en *nickel* est inférieure à 5 ppb . On trouve 15 ppb et 17 ppb de nickel à la gare d'Oostende et dans le canal de Brugge. La teneur des autres échantillons varie entre 5 ppb et 10 ppb de nickel. La concentration en *plomb* de tous les échantillons est comprise entre 7 ppb et 10 ppb excepté dans l'Yser où la concentration en plomb est inférieure à 5 ppb . Pour tous les échantillons, la concentration en *zinc* est comprise entre 35 ppb et 50 ppb .

En ce qui concerne les *pesticides*, seul le canal de Veurne et celui de Zelzate contiennent environ 7 ng/l d'hexachlorocyclohexane- α . Dans l'Yser, le Noortede, le canal de Brugge, de Blankenberge, on trouve entre 12 et 16 ng/l de lindane. A la gare d'Oostende, la concentration y est de 5 ng/l et de 30 ng/l dans le canal de Veurne. Seul l'échantillon prélevé à Blankenberge contient de l'endosulfane, la concentration est de 34 ng/l .

2.1.2.- Mer immixtion

Nous avons organisé 4 campagnes de prélèvements (octobre et décembre 1971, février et août 1972) en 12 stations réparties entre Oostduinkerke et Knokke. En ce qui concerne les valeurs du pH, on observe une augmentation en octobre et août par rapport aux mois de décembre et février. Alors qu'en saison chaude la valeur moyenne est de 8, elle est de 7,5 durant la saison froide. On observe également une variation de la saturation en oxygène dissous pour les stations à l'ouest d'Oostende. D'octobre à février, la saturation décroît de 80 % à 70 % mais remonte à 90 % en août. Par contre, on n'observe pas une telle variation pour la côte est dont la saturation voisine toujours les 70 %. Deux exceptions : Heist en octobre et août où on observe que 65 % d'oxygène dissous.

Les valeurs des COD, déterminés par la méthode au permanganate alcalin, sont comprises entre 1 et 8 mg/l. Nous n'observons pas de variations en fonction de la station de prélèvement, ni d'ailleurs en fonction de la saison au cours de laquelle ce prélèvement a été effectué.

En ce qui concerne les *phosphates* et les *nitrites*, les analyses ont été effectuées par plusieurs méthodes différentes automatiques et individuelles, et il nous est assez difficile de comparer les résultats. Ce problème fait d'ailleurs l'objet d'une étude.

A Oostende et Bredene, on observe une concentration d'azote total 2 à 3 fois plus élevée qu'à l'ouest. A l'est, la teneur est légèrement supérieure à celle de la côte ouest.

Tous les échantillons ont des teneurs en *cadmium*, *cobalt*, *chrome* et *nickel* inférieures à la limite de détection de 5 ppb. La concentration en *cuivre* est remarquablement constante puisqu'elle est toujours comprise entre 10 et 20 ppb.

La concentration en *mercure* varie d'une façon tout à fait erratique d'une campagne à l'autre et d'une station à l'autre. La concentration de mercure est comprise entre 0,05 ppb et 0,2 ppb excepté en ce qui concerne deux échantillons de Heist (0,4 ppb) et un échantillon de Oostduinkerke (0,8 ppb). Alors qu'au cours des deux premières campagnes, la teneur en *plomb* est comprise entre 20 et 30 ppb, elle se situe aux environs de 50 ppb en février et retombe entre 5 et 20 ppb en août, le maximum étant à Bredene.

Les *pesticides* n'ont été dosés que dans les échantillons de décembre et de février; tous les échantillons de février ayant des concentrations inférieures aux limites de détection. Pour la côte ouest, les concentrations en hexachlorocyclohexane- α et en lindane varient entre 2 et 6 ng/l et entre 2 et 26 ng/l en HCH ; la concentration étant plus élevée à Mariakerke pour ces trois composés. A Oostende et à Bredene, les concentrations en lindane sont de 19 ng/l et de 13 ng/l respectivement. La situation est exceptionnelle à Wenduine, on y trouve 24 ng/l d'endosulfane- α et 55 ng/l d'endosulfane- β . A Heist ouest, la concentration en ces deux composés est respectivement de 5 ng/l et de 3 ng/l et à Heist est de 12 ng/l et 2 ng/l . A Knokke, on trouve une assez forte teneur en heptachlore : 33 ng/l .

2.2.- Analyse hydrobiologique

On peut classifier les canaux de la côte de la façon suivante. Les canaux de Plassendaal et de Veurne sont moyennement pollués; les indices les plus élevés étant dans la zone de β -mésosaprobie. Les résultats du canal de Plassendaal indiquent cependant une plus grande tendance à l' α -mésosaprobie que ceux du canal de Veurne. Les canaux de Blankenberge, de Brugge et de Schipdonk sont fort pollués, les indices les plus élevés étant dans la zone d' α -mésosaprobie : situation α -mésosaprobie assez nette dans le canal de Schipdonk, α -mésosaprobie avec tendance à la polysaprobie dans le canal de Blankenberge, α -mésosaprobie avec des valeurs moins élevées dans le canal de Brugge. Le Noortede est très fort pollué; les indices se situent dans la zone d' α -mésosaprobie et dans la zone de polysaprobie.

Canal	β o	α o	β m	α m	p
Plassendaal	-	1,5	5,1	3,3	0,1
Veurne	-	1,3	5,4	3,0	0,2
Noortede	-	0,3	2,1	4,6	3,0
Blankenberge	-	0,3	1,8	5,7	2,2
Brugge	0,4	1,0	1,9	4,5	2,1
Schipdonk	-	0,1	2,6	6,2	1,0

2.3.1.- Prélèvements côtiers (figures 1-4)

Les résultats assez favorables de septembre 1971, en ce qui concerne plus particulièrement la pollution par des germes d'origine fécale, ne se sont pas maintenus en décembre. A ce moment, le nombre de streptocoques fécaux notamment s'est révélé très élevé le long de la côte est alors que les *E. coli* abondaient à certains endroits tels que Bredene, Wenduyn, Blankenberge et Heist Oost. En février, le nombre de streptocoques s'est encore accru, cette fois tout le long de la côte tandis que les *E. coli* restaient abondants à Bredene, Wenduyn, Blankenberge et Heist. En août 1972, la pollution d'origine fécale a beaucoup diminué, qu'il s'agisse des *E. coli* ou des streptocoques fécaux. La persistance des streptocoques fécaux au cours de l'hiver ne nous a pas surpris; en effet, ces germes résistent aux conditions de survie peu favorables réalisées dans l'eau de mer; ils sont généralement considérés comme des germes témoins de pollution fécale ancienne. A ce titre, ils pourraient donc constituer les derniers témoins d'une pollution estivale. L'importance de la pollution par *E. coli* au cours de l'hiver nous a quelque peu surpris; en effet, nos résultats antérieurs obtenus à partir des eaux prélevées en hiver le long de nos plages se sont généralement révélés plus favorables. Par ailleurs, nous constatons assez généralement une pollution plus importante au fond de la mer, particulièrement en ce qui concerne les streptocoques fécaux.

La pollution relativement constante aux points de Bredene et de Blankenberge et, par intermittence, à Mariakerke et Wenduyn, a retenu notre attention. Par contre, à Knokke, la pollution semble se maintenir à un niveau assez bas, ce qui confirme nos observations antérieures.

2.3.2.- Egouts de Blankenberge (figure 5)

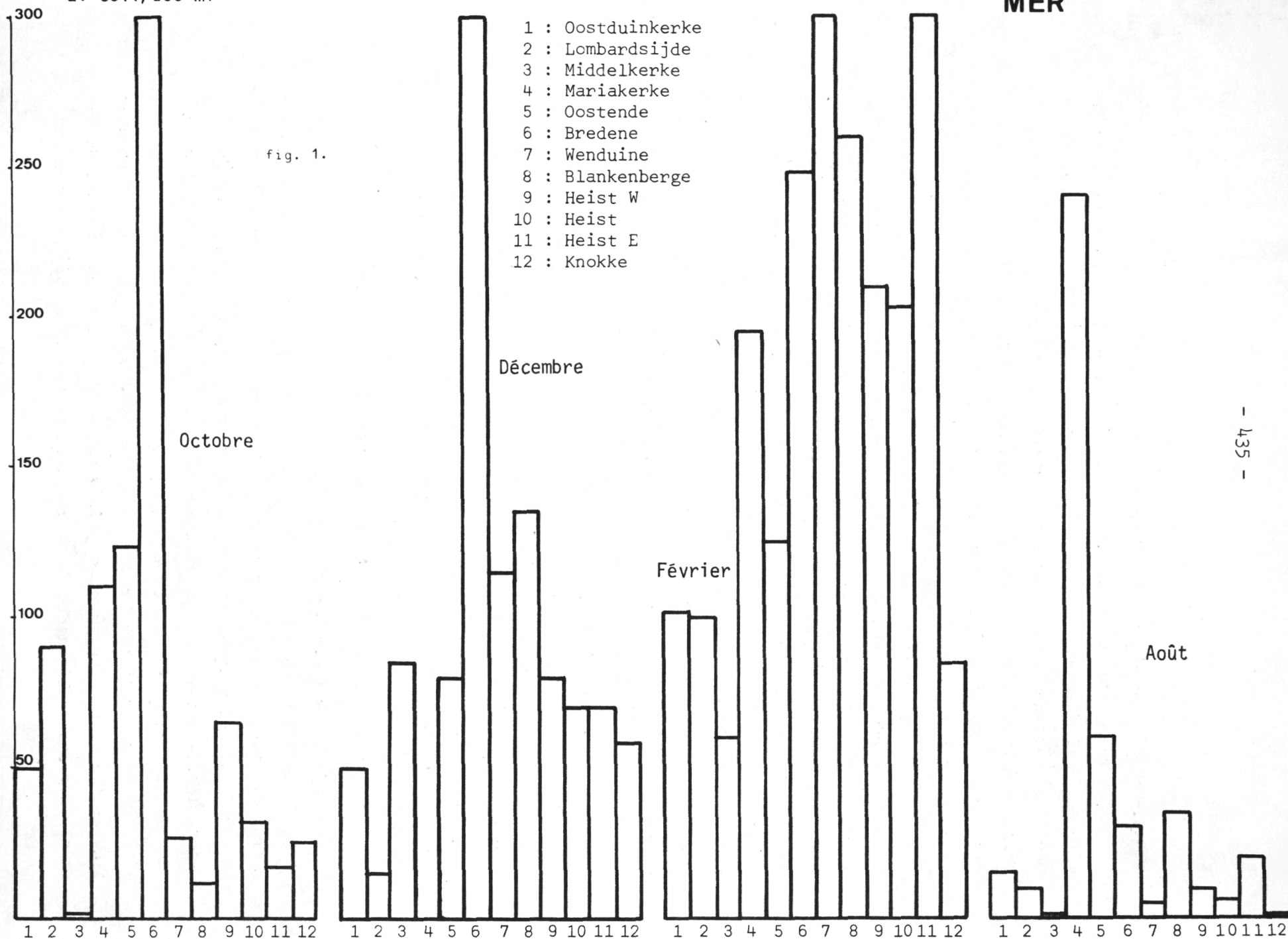
Le nombre de coliformes est relativement constant au cours de la semaine. Des variations peu importantes, de l'ordre du log, ont été constatées mais qui ne peuvent être considérées, sur le plan bactériologique, comme significatives. Le nombre de coliformes se situe aux environs de 10^7 à 10^8 colonies/100 ml en février et 10^8 colonies/100 ml en juillet.

En ce qui concerne les *E. coli*, nous constatons une légère augmentation en fin de semaine pour les prélèvements de juillet et en début de semaine pour les prélèvements de février. Le nombre d'*E. coli* se situe aux

E. coli/100 ml

MER

fig. 1.



Str. faecalis/100 ml

fig. 2.

Février

MER

- 1 : Oostduinkerke
- 2 : Lombardsijde
- 3 : Middelkerke
- 4 : Mariakerke
- 5 : Oostende
- 6 : Bredene
- 7 : Wenduine
- 8 : Blankenberge
- 9 : Heist W
- 10 : Heist
- 11 : Heist E
- 12 : Knokke

800

600

400

200

Octobre

Décembre

Août



MER

- 1 : Oostduinkerke
- 2 : Lombardsijde
- 3 : Middelkerke
- 4 : Mariakerke
- 5 : Oostende
- 6 : Bredene
- 7 : Wenduine
- 8 : Blankenberge
- 9 : Heist W
- 10 : Heist
- 11 : Heist E
- 12 : Knokke

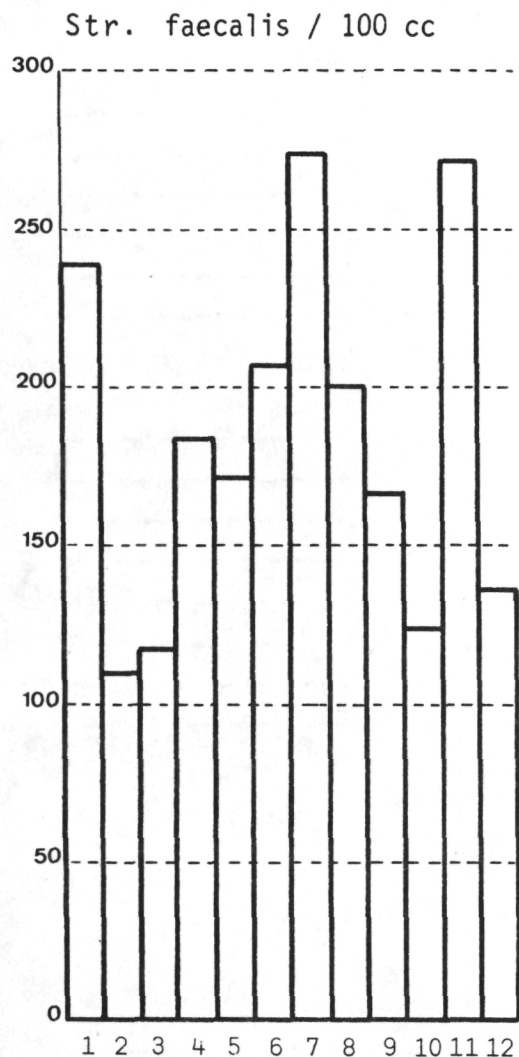


fig. 3.

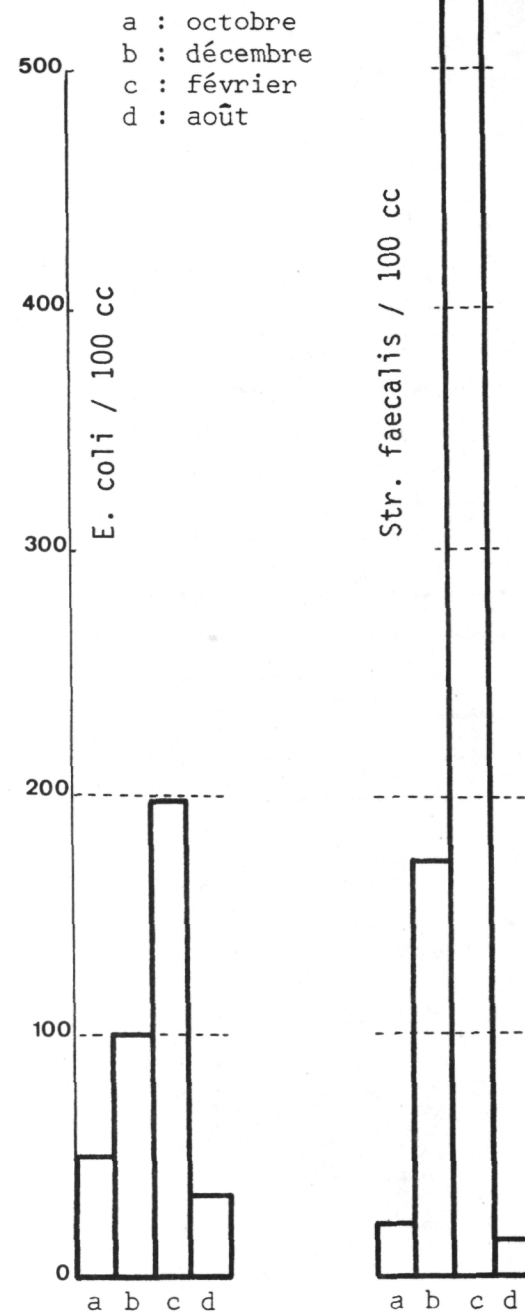
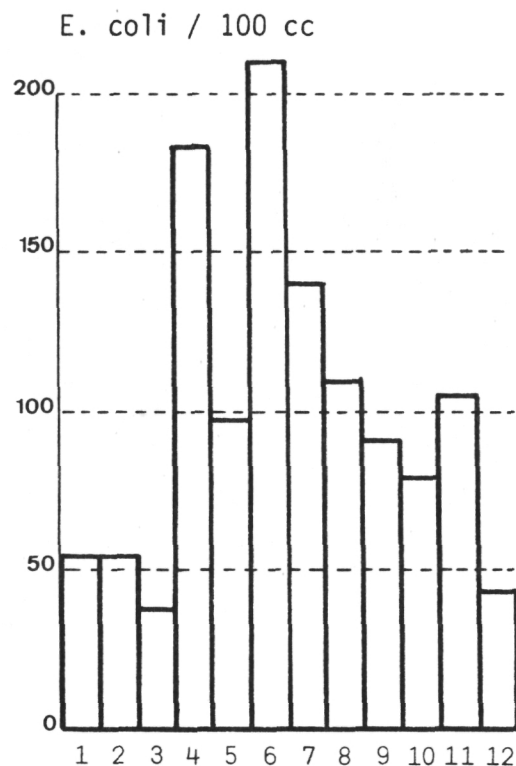


fig. 4.

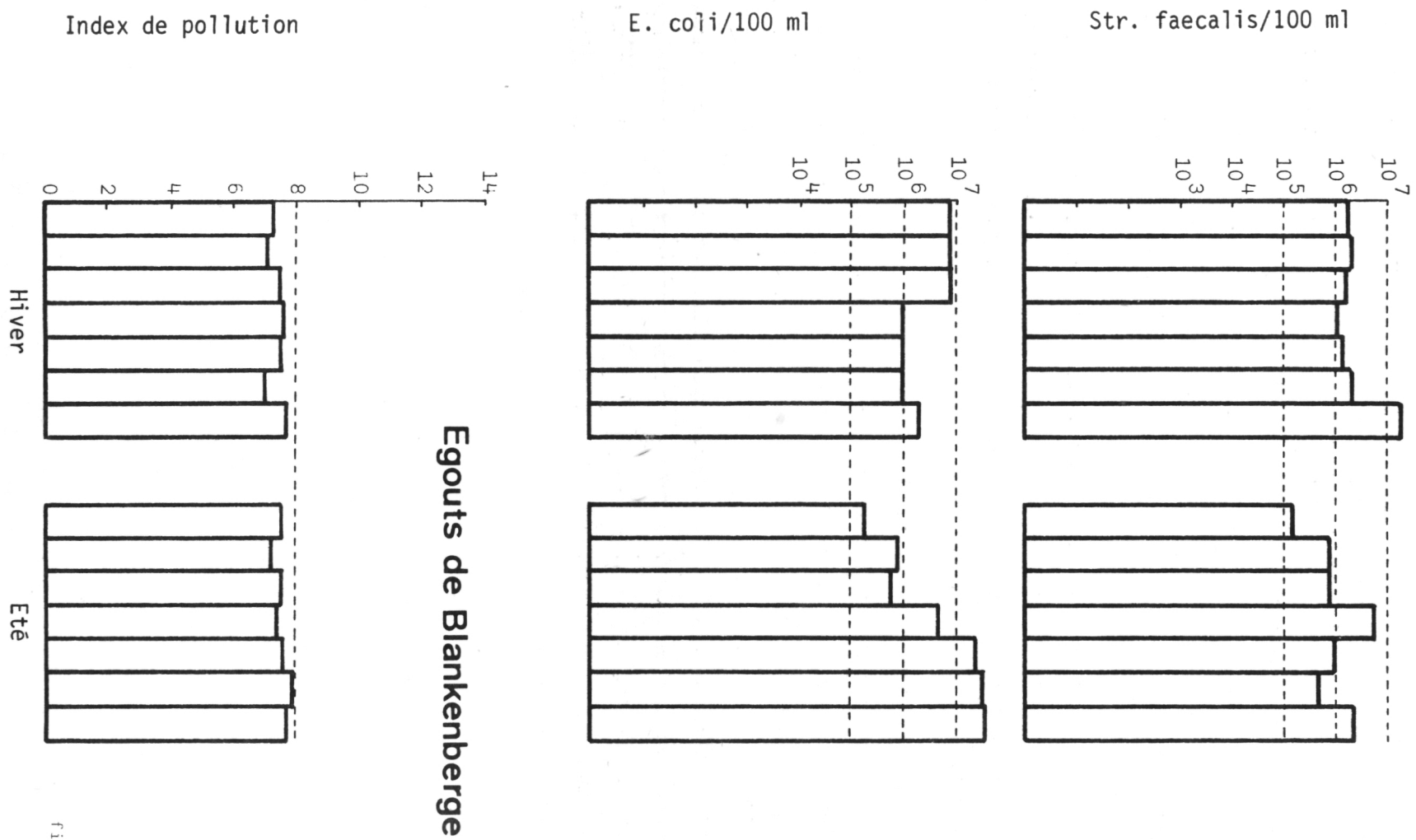


fig. 5.

environs de 10^5 à 8×10^6 colonies/100 ml en février et de 10^5 à 4×10^7 colonies/100 ml en juillet.

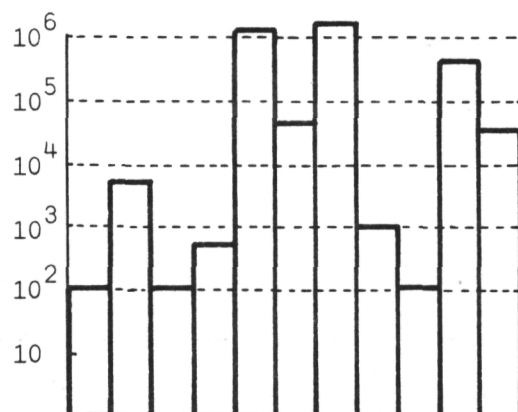
Quant aux streptocoques fécaux, leur nombre varie assez peu au cours de la semaine, en février comme en juillet. Le nombre de streptocoques fécaux se situe aux environs de 10^6 colonies/100 ml en février, avec un maximum de 10^7 colonies/100 ml le samedi et 5×10^6 colonies/100 ml en juillet, avec un maximum de 5×10^7 colonies/100 ml le jeudi.

En conclusion, les germes témoins de pollution fécale pullulent dans les égouts de Blankenberge et leur nombre ne varie pas sensiblement d'un jour à l'autre. Nous n'avons pas constaté d'importantes variations saisonnières.

2.3.3.- Chenaux (figure 6)

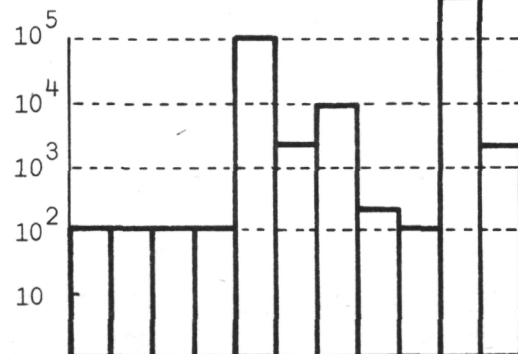
Nous sommes frappés par l'importance des populations de streptocoques fécaux en certains endroits. C'est ainsi que le rapport *E. coli*/streptocoques fécaux est de : 0,02 à Nieuwpoort Yser, 0,08 à Oostende Yacht, 0,006 à Oostende Canal, 0,2 à Blankenberge Vaart et 0,07 à Heist Zelzate. Pour expliquer ces rapports particulièrement bas, nous avons émis l'hypothèse d'une contamination d'origine animale par la présence d'élevages dans la région ou de conditions chimiques (pH, ...) réalisées dans ces eaux, de nature à favoriser la survie des streptocoques fécaux au détriment d'autres germes.

Str. faecalis/100 cc

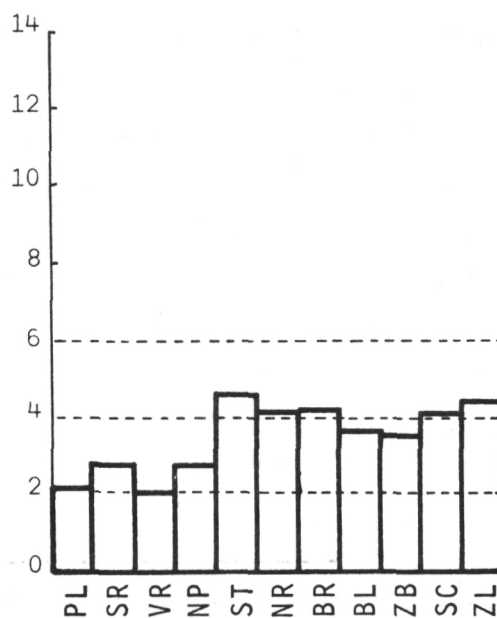


PL : Plassendaalkanaal
 SR : Yserkanaal
 VR : Veurnekanaal
 NP : Nieuwpoort
 ST : Oostende gare
 NR : Noortedevaart
 BR : Bruggekanaal
 BL : Blankenbergevaart
 ZB : Zeebruggekanaal
 SC : Schipdonkkanaal
 ZL : Zelzatekanaal

E. coli/100 cc



Index de pollution



ChenauX

fig. 6.

B.- ETUDE DES SEDIMENTS ET DES MATIERES EN SUSPENSION

P. HERMAN, R. VANDERSTAPPEN; Mme K. MEEUS-VERDINNE, MM. P. HANISSET, G. ISTAS, J. CORNIL,
G. LEDENT, R. VAN DER ZEYP.

G. NEIRINCKX; MM. P. HEIMES, H. STRUELENS.

Th. JACOBS; R. VAN CAUTER.

1.- Synthèse des résultats

Chimie	Unités	n	x min	x max	\bar{x}	Observations
P/F : 110-550 °C	%	36	0,23	12,24	5,11	
P/F : 550-1000 °C	%	36	2,82	16,95	8,21	
M. org. (K ₂ Cr ₂ O ₇)	%	36	0,04	4,92	2,14	
Al ₂ O ₃	%	43	2,28	10,83	6,03	
Fe ₂ O ₃	%	43	0,53	3,96	2,15	
TiO ₂	%	43	0,05	0,55	0,30	
P ₂ O ₅	%	3	0,07	0,30	0,17	
CaO	%	43	3,61	16,41	10,58	
MgO	%	43	0,14	14,5	1,28	
K ₂ O	%	43	0,85	1,97	1,45	
Na ₂ O	%	3	1,03	2,24	1,51	
S total	%	43	0,02	1,27	0,47	
Cl ⁻	%	43	0,01	0,25	0,14	
Ag	ppm	43	< 1 m	1,9	0,9	\bar{x} sur 7 éch., 36 éch. < 1 m
Ba	ppm	7	56	140	110	sur 7 éch. campagne août 72
Bi	ppm	43	< 1 m	4	-	1 seul éch., 42 éch. < 1 m
Ga	ppm	43	0,8	13	4,82	
Ge	ppm	43	0,7 !	8	3,2 !	\bar{x} sur 19 éch., 24 éch. < 1 m
Sn	ppm	43	< 1 m	18	7,7	\bar{x} sur 42 éch., 1 éch. < 1 m
Sr	ppm	43	115	660	299	
V	ppm	43	< 1 m	105	32,8	\bar{x} sur 42 éch., 1 éch. < 1 m
Zr	ppm	43	33	320	183	
~ crude	mL/100 g	4	< 1 m	0,22	-	

Co, Cr, Cu, Hg, Mn, Ni, Pb, Zn : voir p. 443; Be, Cd, In, Li, Mo, Sb, Ti : inférieur à la limite de détection.

2.- Inventaire des polluants

2.1.- Zone d'immixtion de la mer

Quatre campagnes de prélèvement d'échantillons ont eu lieu en septembre 1971, décembre 1971, février 1972 et août 1972, en douze stations réparties entre Oostduinkerke et Knokke. On observe qu'en une même station, d'une campagne à l'autre, les sédiments prélevés n'ont généralement pas des compositions criblométriques semblables. Tel est aussi le cas entre échantillons des douze stations d'une même campagne. Toutefois, dans l'ensemble, la fraction la plus importante est comprise entre 63 et 2 μ .

Il a été remarqué que les teneurs en divers polluants dans un même sédiment ne sont pas indépendantes les unes des autres : un échantillon relativement riche en un élément quelconque contiendra aussi des teneurs relativement élevées en autres polluants.

Pour *chacune* des quatre campagnes, on observe à des stations précises des teneurs basses, à d'autres des teneurs beaucoup plus importantes; de plus, d'une campagne à l'autre, alors que les niveaux des teneurs absolues varient, les fluctuations d'un emplacement à l'autre se font dans le même sens. Cette quasi similitude de variations de teneurs pour les quatre campagnes, malgré les différences de composition criblométrique des sédiments prélevés d'une campagne à l'autre en un même point et les différences des teneurs en valeur absolue, nous a conduit à considérer la moyenne des quatre teneurs en chaque polluant relevées en un même endroit.

Le tableau ci-après permet d'observer les variations de huit polluants le long de la côte et de comparer entre eux polluants et stations. Il est basé sur le classement des teneurs moyennes de chacun des huit polluants en trois catégories comprises entre les teneurs minimum et maximum enregistrées lors de cette étude. Nous remarquons ainsi des teneurs basses des sédiments en tous les polluants à Oostduinkerke (St. 1), des teneurs hautes à Oostende (St. 5) et Knokke (St. 12) et des teneurs très hautes à Blankenberge (St. 8).

L'incorporation dans la même représentation graphique, de la proportion de sédiments qui passe au tamis de 37 μ (moyenne des échantillons prélevés au même point) met en relief la dépendance qui existe entre les teneurs en polluants et la proportion de particules fines.

Mer : teneurs en ppm

	Quatre campagnes, chacune en 12 stations			Au large ¹	
	min	max	moyenne	pt 6	pt 7
Co	0,3	7,6	2,75	-	-
Cr	4	120	43,45	72	89
Cu	0,6	58	15,65	26	30
Hg	0,01	1,24	0,27	0,16	0,14
Mn	70	1488	553,5	88	120
Ni	0,4	27	11,7	-	-
Pb	10	280	87,7	12	11
Zn	15	271	124,3	21	23

Le tableau ci-dessus donne pour chaque polluant envisagé les teneurs minimale, maximale et moyenne observées lors des quatre campagnes ainsi que des chiffres empruntés aux données publiées par R. Wollast (1971) pour les points 6 et 7, les plus voisins de la côte belge.

Les teneurs que nous avons trouvées sont donc ~ 2 fois moins élevées pour le Cr et ~ 1,6 fois pour le Cu ; par contre, il y a ~ 2 fois plus de Hg, ~ 4 fois plus de Mn, ~ 6,3 fois plus de Pb et ~ 5 fois plus de Zn dans les sédiments prélevés dans la zone côtière. La teneur en matière organique de nos échantillons côtiers varie de 0,04 à 4,92 % et la moyenne globale est de 2,14 %. R. Wollast (1971) observe les teneurs suivantes : 0,04 % au point 6, 0,15 % au point 7.

Quartz et CaCO_3 sont les constituants essentiels de ces sédiments marins, la teneur en CaCO_3 peut même dépasser 25 %. Dans la fraction granulométrique inférieure à 2μ , quasi toujours plus petite que 5 %, parfois insignifiante, les constituants carbonatés sont encore importants. La teneur en minéraux argileux est faible, il y a présence de quelques micas; la teneur en glauconite oscille autour de 0,2 % environ.

La mesure par Th. Jacobs de la surface spécifique sur la fraction inférieure à 2μ , par la méthode à l'éthylène-glycol, a donné de 103 à

1. R. WOLLAST, Rapport sur la campagne de mesure en mer du Nord de janvier et février 1971, C.I.P.S. Technical Report 1971/0 : Sed. 1; Distribution of mercury in the sediments of the North Sea, C.I.P.S.

207 m²/g ; ces valeurs sont élevées et d'autant plus que des minéraux argileux n'ont pu être identifiés par diffraction aux R.X. On a trouvé de 39 à 201 m²/g avec ces mêmes fractions débarrassées des matières organiques. D'après la détermination comparative des teneurs en mercure du sédiment et de sa fraction inférieure à 2 μ , il apparaît que les différences les plus grandes en Hg correspondent aux moindres différences en proportion de matière organique dans cette fraction.

Exemple

	Surface spécifique (m ² /g)		Teneurs en mercure (ppm)	
	avec mat. org.	sans mat. org.	sur < 2 μ	sur séd. total
éch. C 62	206	199	1,53	0,53
éch. C 63	103	38,5	0,56	0,58

Ces travaux sont rendus très difficiles par la très faible proportion de passant 2 μ .

2.2.- Emissaires (égouts - chenaux)

2.2.1.- Egouts

Un échantillon de matière en suspension en provenance de l'égout de Nieuwpoort a été analysé; d'autre part, deux campagnes de prélèvements durant sept jours consécutifs dans les égouts de Blankenberge en février 1972 et juillet 1972 ont fourni les échantillons suivants :

hiver : 7 matières en suspension, 1 dépôt;

été : 7 matières en suspension, 2 dépôts.

Chaque échantillon de matière en suspension est constitué de prises effectuées à intervalles réguliers pendant 24 h .

Comme les teneurs en les divers éléments varient de façon désordonnée, d'un jour à l'autre, nous considérerons pour chaque élément la teneur moyenne des 7 échantillons de la campagne et comparerons la campagne d'hiver à celle d'été, en tenant compte de la quantité de matières en suspension par litre et du débit de l'égout. En effet, la teneur en matières en suspension est environ 2 fois plus grande en été qu'en hiver : en moyenne, 280 et

150 mg par litre et le débit varie très fort suivant la saison : en été, 4855,5 m³ par jour et en hiver, 395,2 m³ par jour; il est donc ~ 12 fois plus élevé en été qu'en hiver.

Les teneurs des matières en suspension sont (moyennes de 7 jours, en ppm) :

	Hiver	Eté
Cu	150	65
Cr	70	30
Co	< 7	< 0,7
Zn	5000	4000
Pb	700	800
Ni	9	15
Mn	95	160

En tenant compte de la quantité de matières en suspension et du débit, on peut dire ceci : les quantités évacuées de Cu , Cr , Co sont ~ 12 fois plus élevées en été, celles de Zn , Pb , Ni le sont ~ 24 fois plus et en Mn ~ 48 fois plus. Comparées aux teneurs des sédiments de la zone côtière belge, les teneurs des matières en suspension des égouts sont plus faibles en Mn , du même ordre en Cr , Co , Ni . Elles sont plus fortes en Cu , Pb et particulièrement en Zn .

Valeurs du rapport $\frac{\text{teneurs mat. susp. égouts}}{\text{teneurs sédim. côte}}$

	Nieuwpoort	Blankenberge
Cu	~ 20	~ 5
Pb	~ 2	~ 10
Zn	~ 15	~ 30

Les teneurs en Ag, Ba , Bi sont particulièrement élevées dans les matières en suspension des égouts et les dépôts de Blankenberge.

Donc, compte tenu de la quantité de matières en suspension et du débit, on observe à Blankenberge dans les matières en suspension ~ 8 fois plus d' Ag en été qu'en hiver, ~ 10 fois plus de Ba et ~ 30 fois plus de Bi .

	Ag (ppm)	Ba (ppm)			Bi (ppm)		
		min	max	moy	min	max	moy
<u>Nieuwpoort</u> mat. susp.	> 24	600	2000	1300	20	60	40
<u>Blankenberge</u> mat. susp. hiver	> 100	780	3100	2150	220	1060	610
mat. susp. été	> 32	470	2100	915	310	1500	790
dépôt hiver (1 éch.)	> 40	1430		-	48		-
dépôt été	> 13	410	1020	715	8	21	14
<u>Mer</u> sédiments	< 2	< lim. sens.			< 20		

Dans le cas des dépôts recueillis dans les égouts, ne connaissant pas la différence de vitesse de sédimentation entre les saisons, ni la quantité variable de dépôt entraînée par la masse d'eau (les fluctuations du débit entre les saisons sont énormes), on ne peut comparer les teneurs des deux campagnes. Il faut souligner toutefois des différences sensibles par rapport aux teneurs observées dans les sédiments prélevés dans la zone côtière de la mer et par rapport à celles en Bi dans les matières en suspension.

2.2.2.- Chenaux

Une campagne de prélèvement de sédiments a été effectuée dans tous les canaux et chenaux de la côte, soit onze échantillons, en avril 1972. On observe les plus hautes teneurs en polluants aux points suivants : en Co (canal Brugge-Oostende, puis canal de Blankenberge), en Cr (canal Schipdonk, puis canal Brugge-Oostende), en Cu (canal Brugge-Oostende, puis canal de Schipdonk), en Hg (canal de Schipdonk, puis chenal de Nieuwpoort), en Mn (chenal d'Oostende), en Ni (canal Brugge-Oostende, puis canal de Blankenberge), en Pb (peu de fluctuations) et en Zn (canal de Schipdonk, puis chenal de Nieuwpoort).

Le classement des émissaires suivant les teneurs en polluants de leur sédiments est par conséquent :

- canal de Schipdonk (teneurs les plus hautes en Cr , Hg , Zn),
(teneurs hautes en Cu , Pb);
- canal Brugge-Oostende (teneurs les plus hautes en Co , Cu , Ni),
(teneurs hautes en Cr , Zn , Pb);

- canal de Blankenberge (hautes teneurs en Co , Ni , Pb);
- chenal d'Oostende (teneurs les plus hautes en Mn).

De plus, le canal de Zeebrugge se distingue par des teneurs extrêmement basses en tous les polluants envisagés.

Nous avons comparé les teneurs trouvées dans les sédiments des émissaires et celles des sédiments de la partie de la zone côtière la plus proche. A cet effet, nous avons délimité quatre zones d'émission le long de la côte (Nieuwpoort, Oostende, Blankenberge et Heist), caractérisées, pour chaque polluant, par la moyenne des teneurs mesurées respectivement, pour Nieuwpoort : dans les canaux de Plassendaal, de l'Yser, de Veurne et le chenal de Nieuwpoort; pour Oostende : dans les canaux du Noord Eede, de Brugge-Oostende et le chenal d'Oostende; pour Blankenberge : dans le canal de Blankenberge et pour Heist : dans les canaux de Schipdonk et Leopold. Pour chaque polluant, la teneur moyenne de chacune de ces quatre zones d'émission est comparée dans le tableau suivant à la teneur (moyenne des quatre campagnes) trouvée à la station en mer, la plus proche.

Teneurs en ppm dans les sédiments
(émission : moyenne chenal + canaux)

	Nieuwpoort		Oostende		Blankenberge		Heist	
	émission	mer	émission	mer	émission	mer	émission	mer
Co	3,5	1,6	7	4,8	11	5,3	5,5	2,1
Cr	38	33	90	62	120	75	133	34
Cu	41	12	94	27,5	12	35	50	15
Hg	0,5	0,45	0,2	0,6	0,15	0,5	0,4	0,6
Mn	255	360	500	850	310	910	345	670
Ni	18	9,7	24	18,5	41	20,5	25	11
Pb	110	90	120	155	75	120	95	88
Zn	320	97	575	185	150	205	920	134

Pour apprécier le degré de ressemblance par polluant, entre la teneur des sédiments des chenaux et celle des sédiments de la station correspondante en mer, nous comparons l'écart entre elles à l'écart maximum trouvé entre toutes les teneurs en ce même élément.

Par exemple, pour le cobalt, le rapport teneur maximum (11 ppm) à teneur minimum (1,6 ppm) vaut 7 , tandis que les rapports entre teneurs chenal/mer d'une même zone sont tous voisins de 2 .

En résumé :

Sédiments

	max/min	chenaux/mer
Co	~ 7	tous ~ 2 , toujours environ deux fois plus de Co dans les chenaux
Cr	~ 4	tous moins de 2 sauf 4 à Heyst
Cu	~ 8	tous 3 à 4 sauf rapport inversé à Blankenberge : trois fois plus de cuivre en mer
Mn	~ 3,5	toujours plus en mer surtout à Blankenberge : 2 à 3 fois
Hg	~ 4	dans trois cas sur quatre, il y a environ trois fois plus de Hg en mer; le rapport est donc aussi inversé, comme pour Mn
Ni	~ 4	tous ~ 2 , comme Co
Pb	~ 1,6	faibles différences mais deux fois un rapport inversé (plus riche en mer) pour les mêmes zones que Hg
Zn	~ 9,5	rapports élevés et particulièrement à Heist, inversion à Blankenberge où les sédiments mer sont un peu plus riches

Dans l'ensemble, on peut donc dire que pour Co , Cr , Cu , Ni et Zn les sédiments des chenaux sont plus riches sauf à Blankenberge où il y a plus de Cu et de Zn en mer. Les teneurs tendent à être plus élevées en mer pour Pb , nettement pour Hg et très fortement pour Mn . A noter à propos de la plus forte teneur en Zn des sédiments de la mer à Blankenberge que la matière en suspension des égouts est particulièrement riche en cet élément.

2.3.- Hydrocarbures

Des mesures de teneurs d'hydrocarbure, exprimées en ml de crude moyen par 100 g de sédiment, ont été effectuées dans les sédiments prélevés dans la zone côtière, dans les chenaux et dans le dépôt de l'égout de Blankenberge. La teneur la plus haute observée en ces divers endroits se situe dans le dépôt recueilli dans les égouts de Blankenberge (0,55 ml de crude par 100 g), suivent les teneurs des sédiments des canaux de Schipdonk (0,5) et Brugge-Oostende (0,25), puis celles des sédiments prélevés en mer à Heist et Knokke (respectivement 0,22 et 0,18). De teneurs non négligeables sont trouvées dans les sédiments du chenal de Nieuwpoort et du canal Leopold (0,052 et 0,039 ml). Par contre, on

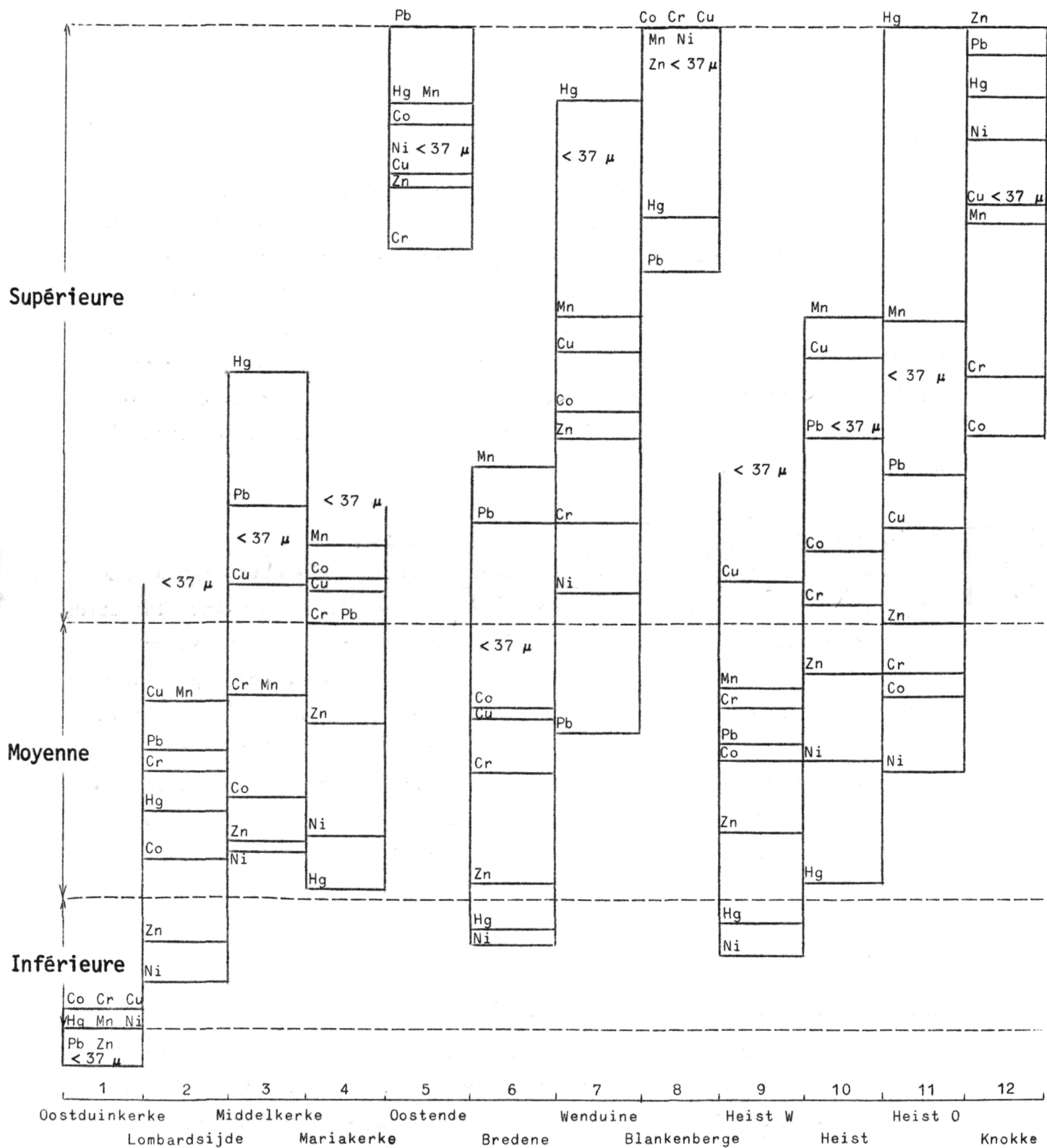
constate des teneurs moins élevées dans le chenal d'Oostende et le canal de Blankenberge (0,014 et 0,012), teneurs proches de celles qui sont observées en mer dans les sédiments (de 0 à 0,034 [Bredene]). La teneur trouvée dans le chenal d'Oostende (0,014) est la même que celle que l'on trouve en mer face à la sortie du chenal (0,014). Il en est de même à Blankenberge (canal : 0,012 , en mer : 0,015 ml), malgré l'apport d'hydrocarbures par les égouts. A Heist, les teneurs sont très hautes à la fois dans la mer et le canal de Schipdonk. Il s'agit ici de déterminations obtenues par extraction au CCl_4 et mesure absorptiométrique, dont on retiendra surtout la valeur relative tant que la mise au point d'une nouvelle méthode ne sera pas terminée.

Limites des classes (en ppm) pour chaque polluant

Mer - Sédiments

Classes	Co	Cr	Cu	Hg	Mn	Ni	Pb	Zn	Limites
SUP	5,20	75	35,2	0,58	910	20,5	154	206,5	MAX
MOY	2,42	35,6	9,97	0,36	408	13,7	70,6	134,3	
INF	1,1	16,9	2,82	0,22	183	9,06	32,5	87,5	
	0,5	8	0,8	0,14	82	6	15	57	MIN

Comparaison des polluants à divers emplacements



Annexe 1 - Note explicative (index - tableaux)

Pour visualiser les résultats, il a été fait usage de présentations graphiques et d'index qui sont expliqués ci-après.

EAU

Index de pollution

A partir des données de l'analyse chimique et physique de l'eau concernant principalement la pollution organique, nous avons calculé un *index de pollution* selon une méthode établie par Prati et Pavanello. Le chiffre ainsi obtenu se situe toujours entre 0 et 14 ; tous les niveaux de pollution étant compris entre ces deux limites. Notre expérience montre déjà clairement que l'application stricte de ce système à nos eaux nous donne une image beaucoup trop optimiste de la réalité. Abstraction faite de sa valeur absolue, cet index est néanmoins un moyen pratique d'intercomparaison des différents points du réseau.

Index de saprobité

Les résultats de la recherche hydrobiologique comprenant l'étude qualitative et quantitative de la faune et de la flore fixées sur des plaquettes immergées durant trois semaines; sont également résumées dans un index : l'*index de saprobité*. Celui-ci calculé selon une méthode établie par Marvan et Zelinka partage le chiffre 10 en 5 gradations de pollution : β -oligosaprobe, α -oligosaprobe, β -mésosaprobe, α -mésosaprobe et polysaprobe représentant des situations de putréfaction croissantes. Etant donné que la somme de ces 5 chiffres est toujours égale à 10, une situation sera d'autant mieux caractérisée que la fraction présente dans une des gradations de pollution est grande.

SEDIMENTS

Tableau comparatif de la pollution minérale

Il a été élaboré comme suit : pour chaque polluant, l'écart entre la teneur moyenne maximale et la teneur moyenne minimale a été subdivisé en trois intervalles délimités par des valeurs en progression géométrique

$$r = \sqrt[3]{\frac{\max}{\min}} .$$

Exemple : pour le Cr , la teneur moyenne maximale étant 80 ppm et la teneur moyenne minimale 8 ppm :

$$\sqrt[3]{\frac{80}{8}} = 2,15 .$$

Les limites des trois intervalles seront donc : 8 , 17,2 (8 × 2,15) , 37 (17,2 × 2,15) , 80 (37 × 2,15) . 8 à 17,2 = classe inférieure; 17,2 à 37 = classe moyenne; 37 à 80 = classe supérieure. Chaque teneur moyenne en polluant se situe ainsi dans une classe déterminée : inférieure, moyenne, supérieure. Enfin, les limites correspondantes des trois intervalles établies pour chaque polluant ont été superposées sur un seul graphique et les teneurs y ont été reportées en respectant la valeur relative de chacune d'elles.

Annexe 2 - Emplacements inventoriés

En mer (zone côtière d'immixtion), 12 emplacements situés tout au long de la côte belge, de 250 à 700 m de la ligne de marée la plus basse. Les prélèvements ont été réalisés avec le bateau du Service Hydrographique de la côte, grâce à la collaboration de son chef M. Van Cauwenberghe.

Stations

- 1 : face à Oostduinkerke (51°08'30" N - 2°39'50" E);
- 2 : face au camp de Lombardzijde où débouchera le futur collecteur d'égouts (51°10'00" N - 2°44'20" E);
- 3 : face au casino de Middelkerke (51°11'35" N - 2°48'48" E);
- 4 : face à l'ouest des Thermes d'Oostende (51°13'05" N - 2°51'58" E);
- 5 : dans le prolongement du chenal d'Oostende (51°14'33" N - 2°54'50" E);
- 6 : face à Bredene (51°15'25" N - 2°56'57" E);
- 7 : face à la station balnéaire de Wenduine (51°18'35" N - 3°4'29" E);
- 8 : dans le prolongement du chenal de Blankenberge (51°19'14" N - 3°6'13" E);
- 9 : à l'ouest du môle de Zeebrugge (51°20'3" N - 3°10'52" E);

- 10 : face à l'embouchure du canal de Heist (51°21'1" N - 3°13'00" E);
- 11 : à l'est de Heist, face à l'embouchure du canal de la Lys
(51°21'5" N - 3°14'10" E);
- 12 : face au casino de Knokke (51°21'42" N - 3°17'18" E).

EMISSAIRES

Egouts

Les prélèvements ont été réalisés grâce à la collaboration de M. Ir. Bultynck, directeur de T.V.Z.A.K. qui a également fourni les valeurs de débits.

- Nieuwpoort : station de pompage (51°8'53" N - 2°44'11" E),
- Blankenberge : station de pompage (51°16'1" N - 3°7'26" E).

Canaux et chenaux

Les prélèvements ont été faits à marée basse.

- Nieuwpoort : canaux de Plassendaal, de l'Yser, de Veurne, chenal de Nieuwpoort (face aux installations d'ADEPS);
- Oostende : canaux de Noord Eede, de Brugge-Oostende, bassin d'Oostende (face à la gare);
- Blankenberge : canal de Blankenberge (Vaart);
- Zeebrugge : canal Brugge-Zeebrugge;
- Heist : Schipdonk (dérivation de la Lys) et canal de Zelzate (Léopold).