



**Pollution marine microbiologique  
le long de la côte belge**

Jean PINON

$$f_m = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

BB 2766

20

11592

**Instituut voor Zeewetenschappelijk onderzoek**  
**Institute for Marine Scientific Research**  
Prinses Elisabethlaan 69  
8401 Bredene - Belgium - Tel. 059 / 80 37 15



# FORCES ARMEES BELGES

Journée Scientifique du Service de Santé

BIBLIOTHEEK "JEUGDZORG"

B.S. van 18.10.62

73, Koninklijkebaan

— DE HAAN —

## Pollution marine microbiologique le long de la côte belge

Jean PINON

$$f_m = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

Oostende, 6 mai 1972

POLLUTION MARINE MICROBIOLOGIQUE  
LE LONG DE LA COTE BELGE

---

---

Lt Col. Pharm. J. PINON - Pharm. biologiste

*Chef du Service Pharmaceutique de l'Hôpital Militaire d'Oostende.*

*Directeur des recherches microbiologiques sur l'eau de mer.*

*(Comité de Coordination des Activités Scientifiques - Forces Armées)*

Ce travail, en cours, est effectué en coordination avec la Commission Interministérielle de la Politique Scientifique et en collaboration avec le Laboratorium voor Farmaceutische Microbiologie en voor Hygiëne, Koninklijke Universiteit van Gent (Dir., Prof. J. Pijck)

Compte rendu présenté à l'occasion de la

JOURNÉE SCIENTIFIQUE DU SERVICE DE SANTÉ

Oostende - 6 mai 1972 -

This paper not to be cited without prior reference to the author

Foto-Lithografisch Centrum van de Zeemacht - Oostende

*Ik bedank alle personen die mij helpen en onder anderen mijn militaire oversten voor hun steun en ook voor hun vertrouwen, de Commandanten en de diensten van de Zeemacht en van de Haven van Oostende, de gemeentelijke diensten eveneens de Heren Professoren Pijck J., Gennart P.E., David A., de Heren Dereere A. en Van Cauwenberghe C., ingenieurs, de Heer Geens J., Licentiaat in wiskunde, allemaal voor hun zeer vriendelijke en zeer doelmatige medewerking. En ik zal alle leden van mijn dienst zeker niet vergeten voor hun voorbeeldige toewijding in soms zeer moeilijke omstandigheden. Nemen actief deel aan de opzoekingen de Heer Everaert S., OLT apotheker, de Heren Bottu E., Larsen G., Maeckelberghe H. en Perier R.*

~ ~ ~

*Je remercie toutes les personnes qui me prêtent leur concours et entr' autres mes chefs militaires pour leur appui et aussi pour leur confiance, les commandants et les services de la Force Navale et du port d'Oostende, les administrations communales, de même que Messieurs les Professeurs Pijck J., Gennart P.E., David A., Messieurs Dereere A. et Van Cauwenberghe C., ingénieurs, Monsieur Geens J., Licencié en sciences mathématiques, tous pour leur collaboration très aimable et très efficace.*

*Et je n'oublierai certe pas tous les membres de mon service pour leur dévouement exemplaire dans des conditions parfois très difficiles. Participent activement aux expériences Monsieur Everaert S., S/Lt pharmacien, Messieurs Bottu E., Larsen G., Maeckelberghe H., et Perier R.*

~ ~ ~

## Table des matières.

Introduction.	1
Pollution marine à la côte belge : Sources - Epuration.	2
Contaminations - Hygiène individuelle.	5
Situation géographique de notre laboratoire à Oostende.	6
Les courants.	7
Nature de nos études.	10
Technique.	11
Précision.	11
Germes étudiés.	16
Staphylocoques pathogènes.	17
Etude du degré de pollution.	21
Les paramètres.	22
Courbes des concentrations bactériennes. Examen préalable au traitement par ordinateur.	28
En Dernière minute	33
Références bibliographiques.	

## Introduction.

Notre but n'est pas de présenter les résultats d'un programme mais bien de faire le point à l'occasion de cette journée scientifique.

A la suite des expériences menées sur la côte belge deux conclusions me paraissent suffisamment étayées.

Premièrement la pollution bactériologique le long de la côte belge, comme en de nombreux autres endroits d'ailleurs, dépasse parfois le niveau critique que l'on peut situer approximativement sur la base des normes proposées à différents échelons. Cette affirmation est devenue banale.

Deuxièmement cette pollution est irrégulière dans l'espace et dans le temps.

Mon intention est de vous donner en quelques minutes un bref aperçu des points parfois moins connus et de nos travaux à ce sujet, commencés en 1967.

Il nous paraît important de comprendre autant que possible les raisons de ces variations, qui dépassent parfois le rapport de 1/10 ou de 10/1 en quelques jours.

Nous avons dernièrement constaté une augmentation de plus de 60 fois le chiffre initial, en 7 jours (16 ensemencements, 2 fois 2 échantillons, 2 groupes de germes. La Panne : 29.03.72 et 05.04.72 : avant et après Pâques).

Bien que l'augmentation était générale et qu'elle s'est produite également à Pâques en 1971 aux deux points étudiés, elle est disproportionnée par rapport à l'augmentation de la population à cette période.

Une meilleure compréhension de ces anomalies dangereuses nous permettrait sans doute de les prévoir.

Une meilleure connaissance de ce mécanisme de pollution et d'épuration serait aussi très utile aux services chargés de remédier à cette pollution. Un déversement en mer d'eaux bactériologiquement fort polluées, quand il est inévitable, devrait en tout cas se faire de telle façon que les grosses particules aient le temps de sédimenter

ou de se désagréger avant d'atteindre une plage. Nos études statistiques sur les numérations en montrent l'importance.

En l'absence d'épuration biologique active, un séjour prolongé dans des voies d'eau quand il est possible, sinon dans des réservoirs de sédimentation, constituent deux moyens relativement simples et efficaces.

D'un réservoir de sédimentation bien conçu le déversement à quelques km des plages pourrait être interrompu quand les conditions mènent à une contamination importante de certaines plages.

Dans la situation actuelle, des prévisions bactériologiques à partir de mesures diverses et systématiques seraient très intéressantes pour les plages touristiques.

Elles pourraient compléter avantageusement les prévisions météorologiques. Cette remarque restera valable même après l'installation de moyens d'épuration qui ne seront jamais parfaits.

Il serait en outre intéressant, pour l'armée en particulier, de pouvoir apprécier, dans une certaine mesure, le degré de pollution en se basant sur des données simples sans recourir aux examens compliqués et lents que sont les examens bactériologiques.

Il faut noter l'importance actuelle des opérations et des exercices sous-marins ou de surface et d'autre part le manque de choix du milieu et la nécessité impérieuse de ne pas compromettre, sans raisons importantes, les capacités physiques des effectifs ne fut-ce que par des affections bénignes.

Etant donné le nombre de facteurs susceptibles d'intervenir nous avons eu immédiatement conscience qu'il s'agissait pour l'étude de ce problème d'entreprendre un travail de longue haleine, que ce n'était pas avec deux prises d'échantillon par point que nous pourrions tirer une quelconque conclusion. Une telle façon de procéder est d'ailleurs aberrante même s'il s'agit simplement d'apprécier la qualité de l'eau en un point le long des côtes.

Pollution marine à la côte belge : Sources - Epuration (fig. 1a et 1b)

Cette pollution est causée principalement par les eaux domestiques et



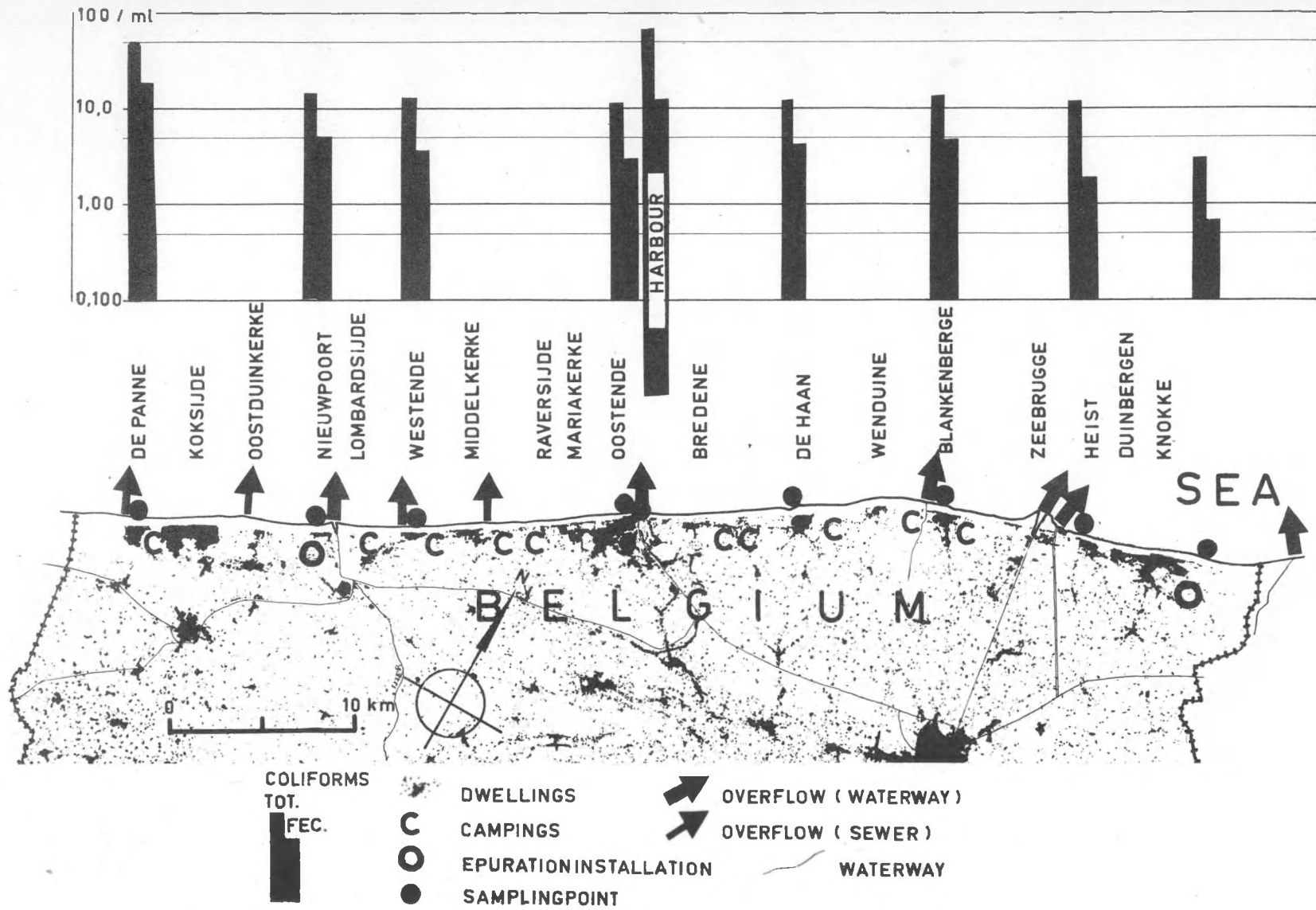


Fig. 1a

A. Concentrations de la population - Voies d'eau principales  
 Stations d'epuration [Symbol] - Points de déversement en mer.

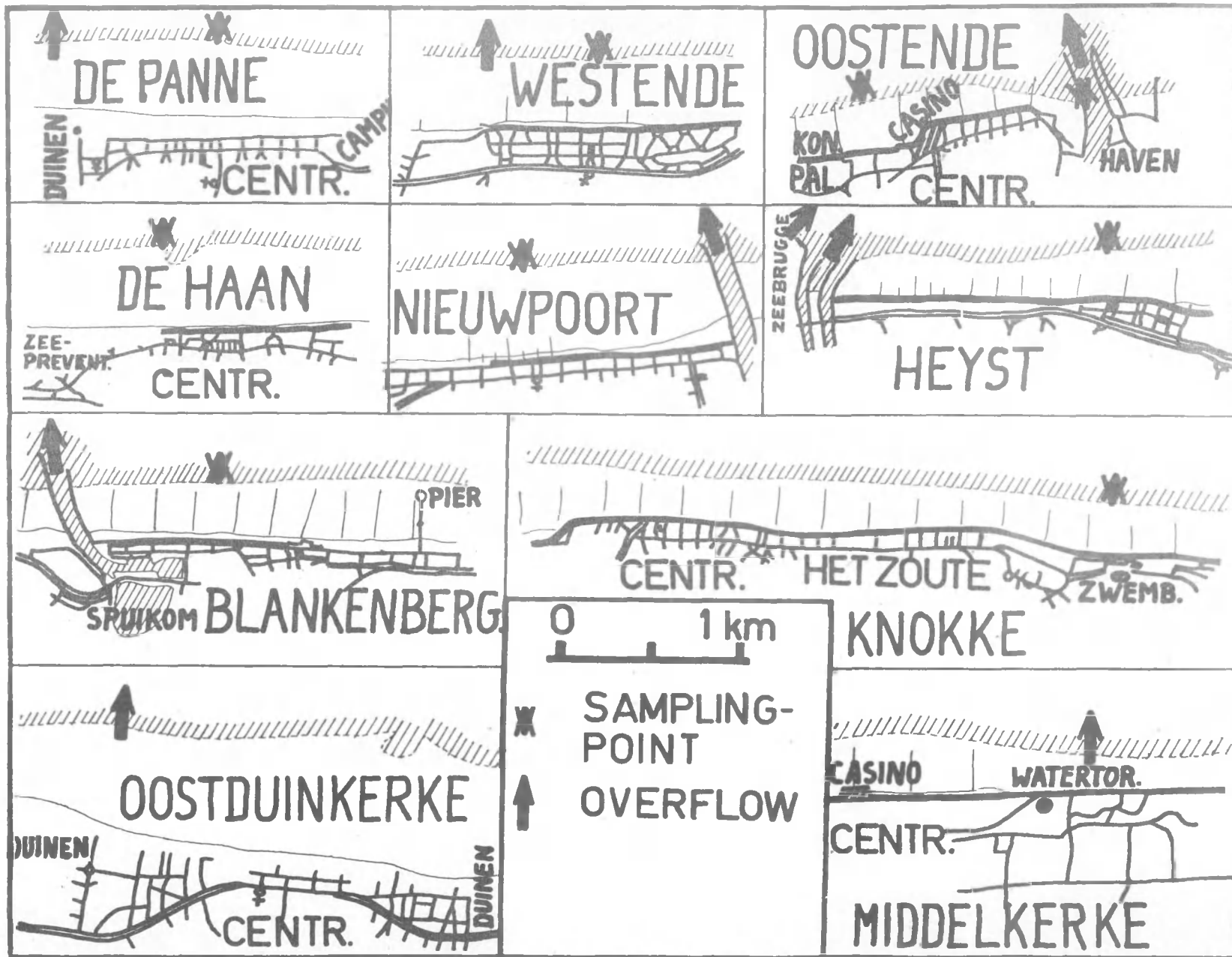


Fig. 1b  
Emplacement exact des points de déversement en mer et des points de prélèvements d'échantillons.

dans celles-ci principalement par les selles humaines (200 tonnes par jour en été).

Les eaux usées sont déversées vers la mer soit directement par les égouts soit par l'intermédiaire de voies d'eau où elles subissent une première dilution par l'eau des polders et parfois, secondairement, une épuration relative lors d'un séjour plus ou moins prolongé dans des voies d'eau secondaires.

Il existe deux stations d'épuration efficaces, une à Knokke et une à Nieuwpoort. Auparavant beaucoup d'eaux domestiques étaient absorbées par le sol. Ce genre d'épuration naturelle est devenu négligeable.

Comme vous le voyez la côte belge bénéficie d'une caractéristique intéressante pour l'évolution ultérieure. Le nombre de points de déversement en mer est très limité (9 pour 65 km de côte). Il n'existe aucun déversement clandestin, ceci à cause de la largeur des plages et du niveau du sol.

C'est le cas, même dans les voies d'eaux importantes à proximité de la côte. La collection des eaux usées est donc relativement facile à réaliser.

La pollution en un point dépend de nombreux facteurs. En bref on peut dire qu'elle est la résultante du débit à la sortie des émissaires, de la dilution au point considéré et de la viabilité des germes.

#### Contaminations - Hygiène individuelle.

Il faut bien distinguer 2 types de contaminations : les contaminations externes et les contaminations par absorption d'eau de mer.

En ce qui concerne les contaminations externes, m'appuyant sur l'avis de spécialistes, je pense que l'eau de mer à une distance raisonnable des points de pollution, lave plutôt qu'elle ne contamine et que les risques peuvent pratiquement être éliminés par un rinçage à l'eau de ville ou simplement en éliminant l'eau de mer en s'essuyant rapidement et soigneusement après le bain.

Une certaine hygiène est aussi à recommander concernant le contact avec le sable de la plage. Là, peuvent se produire, si l'on y prend garde, des contaminations massives par des excréments d'animaux, des

pansements, etc ...

Ces contaminations peuvent fausser certaines enquêtes épidémiologiques. Ce sont souvent les mêmes personnes qui prennent un bain et qui ensuite jouent, en maillot, dans le sable. Ceci est en tout cas une raison supplémentaire d'éviter d'irriter et donc de sensibiliser la peau par une exposition exagérée aux rayons solaires.

L'absorption d'eau est inévitable si on plonge la tête sous l'eau sans précautions spéciales. Si l'eau est suspecte, il est très facile de l'éviter pour autant que les vagues ne présentent pas de crête. Si on plonge parfois la tête dans l'eau, rappelons qu'il est préférable de nager en inspirant par la bouche.

Après le rejet, on ne conserve qu'une quantité minime d'eau sur les muqueuses.

Il s'agit là de règles élémentaires d'hygiène dont le respect diminue singulièrement un danger de contamination éventuel.

Il ne serait pas logique en tout cas de s'en tenir uniquement aux règles d'hygiène microbiologique, que personne ne conteste, pour l'alimentation. Un germe pathogène présente au moins le même danger quand il est absorbé dans une petite quantité d'eau de mer que quand il est absorbé dans une boisson par exemple.

#### Situation géographique de notre laboratoire à Oostende.

Pour l'étude de ces problèmes nous jouissons d'une situation idéale, dans le quartier de l'hôpital.

Au bord de la mer, nous pourrions facilement compléter l'installation de pompage existante par une installation adéquate pour l'examen en continu au laboratoire.

Exactement au milieu de la côte belge signifie pratiquement au milieu d'une région relativement homogène dans des domaines variés : fond marin, tracé de la côte, plages, répartition de la population et des sources de pollution, courants marins, etc ...

Du point de vue général, les études sur la mer du Nord dans sa partie méridionale concerne une mer dont la profondeur dépasse rarement 100 m. Or 5,5 % de l'ensemble des mers ne dépasse pas 200 m. Ceci apparaît

dans la distribution binomiale des altitudes et profondeurs (William et coll. 1968).

Cette situation avantageuse permet des études théoriques relativement faciles de même que des déterminations pratiques concernant toute la côte belge.

Les budgets nécessaires sont négligeables, comparés à ceux qui seront utilisés pour l'épuration.

### Les courants.

On peut considérer ici trois types de courants dont la résultante constitue le courant réel.

Premièrement, le "courant de marée" qui dépasse parfois 6 km/h, est approximativement parallèle à la côte et change de sens toutes les 6 heures environ. Il commence à se diriger vers la Hollande environ 2 h avant la marée haute, et vers la France environ 2 h avant la marée basse.

Au cours de chacune de ces demi-périodes de 6 heures, une particule, un germe, par exemple, est entraîné de 6 à 15 km environ de son point de déversement en mer (suivant l'endroit et le moment dans le cycle lunaire).

Pratiquement, ce que nous considérons comme le deuxième type est la résultante du courant de marée.

C'est le "courant résiduel" qui, en l'absence de vent, correspond au déplacement d'une particule d'eau entre une marée haute et la marée haute suivante. A partir des courants instantanés donnés par le Service Hydrographique pour un cycle complet de marée aux vives eaux et aux mortes-eaux, pour 38 points en face de la côte belge, nous avons pu déterminer que cette masse d'eau se déplace environ suivant le tableau fig. 2a.

La fig. 2b donne un exemple de tableau à 80 colonnes pour le traitement des données.

Troisièmement, le "courant de dérive", provoqué par le vent sur la couche superficielle a une valeur approximative de 4 % de la vitesse du vent.

COURANT RESIDUEL MOYEN

Composantes parallèles à la côte, corrigées pour la profondeur moyenne (\*5,  
Le courant de dérive est ramené à zéro.

A. POUR L'ENSEMBLE DE LA MER LE LONG DE LA COTE BELGE

(38 points de mesure)

à vive-eau : 2,0 km par jour vers la Hollande.

à morte-eau : 1,2 km par jour vers la France.

B. POUR LA ZONE EN FACE DE OOSTENDE - DE HAAN

(8 points de mesure)

à vive-eau : 2,6 km par jour vers la Hollande.

à morte-eau : 0,6 km par jour vers la France.

N.B. Mesure des courants instantanés d'heure en heure :

Service Hydrographique de la Côte.

Chef du service : Ingénieur C. Van Cauwenberghe.

Calcul des résultantes, composantes et moyennes :

Centre d'Informatique de l'Ecole Royale Militaire.

Directeur : Professeur P.E. Gennart.

IDENTIFICAT.	uiterste fractie (min)	ST=1 RT=2	RICHTING										SNELHEID														
			h voor H.W.					W.					h na H.W.					h voor H.W.					W.				
			6	5	4	3	2	1	H.	1	2	3	4	5	6	6	5	4	3	2	1	H.	1	2	3	4	5
02	38	1270	250	225	220	214	216	082	055	045	037	013	333	302	275	111	12	12	10	05	17	15	14	14	14		
	38	1280	252	23	234	230	138	073	066	059	035	342	284	269	257	161	17	15	09	19	15	14	14	17			
	38	1290	257	213	206	186	138	090	065	052	036	349	303	282	11	12	14	16	11	12	22	15	15	12	13		
	38	1300	259	246	238	222	127	081	069	064	055	003	286	273	261	12	14	19	14	12	11	33	25	20	24		
	38	1310	260	240	211	177	124	087	077	065	042	341	294	276	16	16	11	08	07	09	24	18	14	10	08		
	38	1320	259	256	255	241	166	093	076	069	052	021	267	266	11	17	12	08	06	05	21	23	14	09	04		
	38	1330	254	248	243	232	155	082	080	069	062	030	307	269	255	18	14	18	10	07	30	28	20	15	09		
	38	1340	264	255	247	152	107	086	080	074	059	330	288	269	264	24	10	05	07	10	25	13	05	04	03		
	38	1350	248	248	250	239	107	066	062	066	072	246	247	247	24	30	23	13	04	09	37	3	12	10	05		
	38	1360	270	230	198	141	107	087	079	071	055	290	281	280	27	14	06	07	09	12	3	12	5	15	06		
	38	1370	259	259	244	154	109	082	072	069	077	264	256	258	13	11	06	05	12	22	29	18	09	06	11		
	46	2010	248	247	249	080	067	063	062	056	325	274	260	253	24	12	10	03	06	11	10	07	02	01	05		
	46	2020	228	223	215	170	070	060	052	046	034	013	330	246	231	10	11	09	08	07	09	10	09	06	04		
	46	2030	260	260	249	100	096	096	096	096	101	227	261	262	26	07	03	04	12	13	13	13	06	02	04		
	46	2040	239	239	239	085	062	062	062	062	023	243	240	240	08	07	04	02	07	10	09	05	02	03	08		
	49	2050	243	237	222	136	070	058	053	046	044	343	326	314	14	15	14	08	05	10	12	12	10	06	05		
	47	2060	234	230	224	185	109	064	064	062	033	316	264	242	12	13	11	07	09	14	13	12	09	06	05		
	46	2070	211	208	210	180	067	053	057	047	041	046	277	233	216	05	04	03	04	05	04	04	01	01	03		
	46	2080	240	226	216	190	112	071	055	055	047	044	008	277	256	09	10	09	07	10	12	12	10	07	05		
	46	2090	226	225	219	175	069	057	060	061	063	085	239	238	230	11	11	09	06	09	14	14	13	09	06		
	49	2100	240	233	228	131	129	074	064	053	042	035	350	327	301	11	10	08	06	09	10	10	09	07	04		
	46	2110	254	222	212	174	082	059	054	054	038	352	327	314	14	14	10	08	06	08	11	10	09	07	05		
	46	2120	236	223	214	175	084	064	059	056	050	037	348	326	314	14	14	10	09	12	11	10	09	08	06		
	47	2130	225	220	214	182	093	054	050	044	033	333	338	325	314	10	12	11	08	07	11	11	10	08	05		

Fig. 2b Un des tableaux à 80 colonnes ayant servi au calcul du courant résiduel.

Ajoutons enfin que le courant réel résultant de ces trois types est déformé par les obstacles naturels (bancs de sable) ou artificiels (brise-lame, rade ...) et peut prendre des formes variées.

En l'absence de renseignements locaux précis, en vue d'étudier la dissémination des germes, il faut retenir surtout, à priori, avec une certaine réserve cependant, le courant de marée changeant de sens environ 2 h avant chaque marée et le courant de dérive provoqué par le vent.

L'épuration naturelle rend pratiquement négligeable l'action du courant résiduel le long de la côte.

#### Nature de nos études.

En ce qui concerne l'analyse de l'eau nous nous sommes pratiquement limités jusqu'à présent à l'étude de groupes qui constituent plutôt des indicateurs de pollution microbiologique générale ou de pollution fécale.

Notre travail est essentiellement statistique. D'autre part il faut reconnaître qu'il n'est pas possible de rechercher et surtout de doser tous les éléments pathogènes. Certains, tel que le virus hépatique ne peuvent pratiquement pas être mis en évidence. Il va de soi que chaque élément pathogène n'est pas représenté dans un rapport constant avec le nombre de germes indicateurs mais le risque global qu'ils représentent est en fonction de la pollution bactériologique totale et fécale.

La situation endémique de la région est ici un facteur important. Mais il existe une concentration, variable, appelée "résiduelle". Des recherches sur les Salmonellas, par exemple, démontrent qu'en l'absence d'épidémie, la concentration résiduelle serait inférieure à un pour 100 Escherichia Coli en Angleterre et en USA. Elle serait de l'ordre de 3 % en Australie et de 3,9 % à Ceylan (Geldreich 1970).

Comme nous l'avons dit, notre but actuel est avant tout d'expliquer les variations du degré de pollution, variations parfois brutales. La difficulté pour cette étude réside dans le fait que les différents paramètres ne peuvent être dissociés.



### Technique.

Il ressort des considérations concernant les courants qu'il est impérieux, pour une interprétation valable des résultats, de tenir compte du moment dans le cycle de marée. C'est ainsi que pour pouvoir comparer les résultats obtenus en 9 points de la côte, 3 opérateurs au moins sont nécessaires.

D'autre part, tout doit être soigneusement organisé pour réaliser dans de bonnes conditions et dans le délai le plus court les ensemencements nécessaires. Quand il s'agit de rechercher des corrélations, la précision admise ordinairement pour apprécier la qualité de l'eau n'est pas suffisante. Ce travail de recherche réclame plus de soins tout au long de l'expérience. Les prélèvements à la plage se font dans les conditions suivantes : profondeurs moyennes, de l'eau : 60 cm; du prélèvement : 30 cm. Distance de l'opérateur : 3 m. Lors du prélèvement, il dirige l'appareil de prélèvement vers le large et se déplace parallèlement à la côte.

En principe, nous nous référons aux directives proposées par les trois grandes associations américaines en matière d'analyse des eaux (1).

Pour certains essais, nous avons cependant mis au point un appareil semi-automatique, à gachette, pour le prélèvement de volumes de 2 ou de 20 ml. (Publication en cours dans le Journal de Pharmacie de Belgique).

Les plus grands volumes sont prélevés dans des flacons sous-vide. Pour d'autres essais, nous étions amenés à prélever l'eau en hauteur. Les surfaces immergées, par exemple la coque des bateaux, se recouvrent rapidement de films de microorganismes (Persoone 1965) donnant lieu à un substrat pour le développement de flores diverses. Il nous parut prudent de procéder suivant le schéma, fig. 3. L'homogénéisation des petits volumes est réalisée au moyen d'un anneau que nous avons monté sur un moteur électrique. Les flacons sont agités suivant les directives mentionnées ci-dessus.

### Précision.

Tout bactériologiste a conscience de la faible reproductibilité des

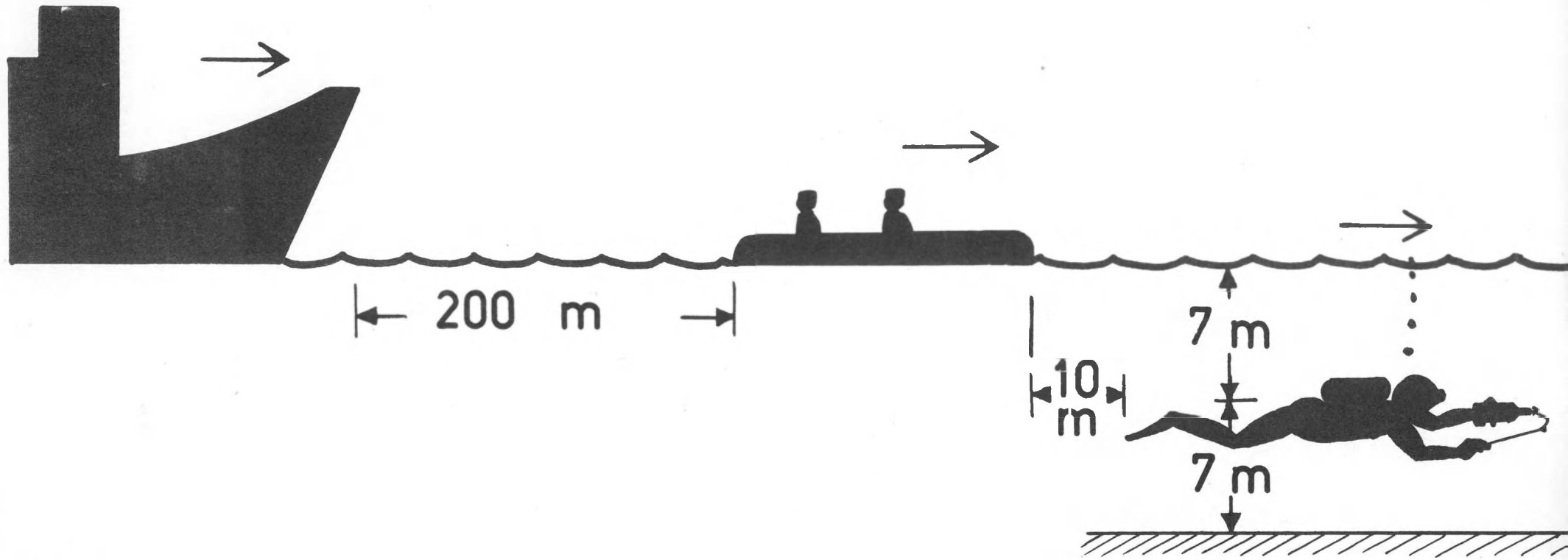


Fig. 3  
Prélèvement au large.

numérations sur plaque de Pétri. Cette technique est pourtant plus précise que celle du nombre le plus probable (technique des dilutions) encore souvent utilisée.

Nous avons cru utile d'évaluer cette reproductibilité et de l'améliorer dans une certaine mesure, parce que notre but principal est de rechercher des corrélations (Pinon 1971).

Nous supposons que la courbe de distribution des erreurs est approximativement normale. En partant des numérations de microbes totaux (le cas normalement le plus défavorable car le plus hétérogène) (fig. 4), nous avons appliqué la formule des doublets suivant laquelle l'erreur standard  $\sigma = \mu_w / 1,13$ .  $\mu_w$  est la moyenne arithmétique des écarts des doublets (2 résultats pour un même test).

Les écarts entre les 2 valeurs furent exprimés par rapport à la moyenne entre ces valeurs, car les moyennes considérées vont de 20 à 350 colonies par ml d'eau **ensemencée**.

D'autre part nous avons considéré 7 classes de moyennes, les extrêmes dans chaque classe variant dans le rapport de 1/1,5.

En outre, nous avons effectué les calculs pour des doublets obtenus à partir chacun d'un seul échantillon et pour des doublets obtenus chacun à partir de 2 échantillons. Compte tenu de la reproductibilité seuls les erreurs standard obtenues à partir des doublets sur deux échantillons sont portées sur le graphique et comparées aux erreurs standards théoriques calculées à partir de la loi de Poisson.

On s'attendrait à ce que l'écart standard diminue quand le nombre de colonies augmente, comme cela serait le cas, par exemple, pour des gouttes de pluie sur les carreaux d'une terrasse. La courbe expérimentale (D) montre qu'il n'en est rien et que, pour la distribution des colonies sur plaques de Pétri, l'écart et par conséquent l'erreur standard finissent par augmenter quand le nombre de colonies augmente. Ceci est conforme à l'hypothèse que nous avons formulée et précisée concernant le rôle important de l'inhibition lors des numérations de microbes totaux sur plaque de Pétri.

La fig. 5 donne quelques points de la courbe de correction proposée.

Nous pouvons considérer que pour les essais effectués sur deux échantillons, l'erreur relat. standard par numération est de l'ordre de

NUMERATIONS DE MICROBES TOTAUX

(aérob 37° C. en surf. sur plaque de Pétri Ø 9 cm - Incubation : 1;2 et 4 jours.

CALCUL DE L'ERREUR STANDARD A PARTIR DE DOUBLETS.

COMPARAISON AVEC L'ERREUR STANDARD THEORIQUE SUIVANT LA LOI DE POISSON.

Classes des moyennes	Nombre de doublets	Moyennes des écarts relat.	Erreur rel. standard expérim.	Erreur rel. standard selon Poisson.
I. Doublets obtenus, chacun, sur un seul échantillon				
20 à 29	22	0,312	0,28	0,40
30 à 44	35	0,277	0,25	0,16
45 à 69	34	0,220	0,19	0,13
70 à 104	20	0,311	0,27	0,10
105 à 155	9	0,154	0,14	0,09
156 à 234	6	0,261	0,23	0,07
II. Doublets obtenus, chacun à partir de 2 échantillons.				
20 à 29	24	0,407	0,36	0,40
30 à 44	23	0,441	0,39	0,16
45 à 69	27	0,324	0,29	0,13
70 à 104	28	0,291	0,26	0,10
105 à 155	27	0,322	0,28	0,09
156 à 234	28	0,336	0,30	0,07
235 à 350	23	0,357	0,32	0,06

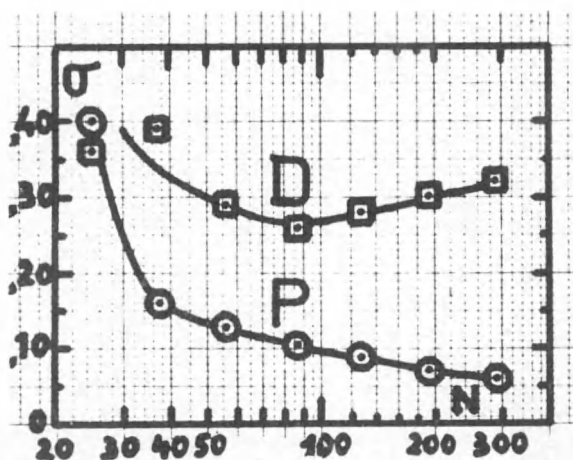


Fig. 4

$\sigma$  = erreur relative standard

{ D : expérimentale  
(doublets sur 2 échantillons)  
P : théorique.

N = Nombre de colonies par plaque corrigé de l'erreur de recouvrement.

1971

## MICROBES TOTAUX

(aérob : 37° C - Plaque Petri Ø 9 cmensem. en surf.)

### COURBE DE CORRECTION DE L'ERREUR DUE AUX INHIBITIONS DE CERTAINES COLONIES

$$\underline{N} = f N$$

N est le nombre compté et corrigé de l'erreur de recouvrement.

N est le nombre N corrigé de l'erreur d'inhibition.

f est le facteur de correction.

Quelques points de la courbe :

N	f	N	f
50	1,00	500	1,43
100	1,02	600	1,53
150	1,06	700	1,62
200	1,09	800	1,70
300	1,19	900	1,76
400	1,32	1000	1,82

Fig. 5

30 % pour des nombres de 30 à 300 colonies par plaque.

Comme nos essais sont effectués en double c'est-à-dire sur 2 échantillons l'erreur standard de nos résultats est égal à l'erreur standard ci-dessus divisée par  $\sqrt{2}$  soit environ 20 %.

De plus elle ne se rapporte pas à la concentration dans un échantillon mais bien à la concentration dans l'eau où furent prélevés les 2 échantillons. Ceci est très important étant donné les résultats parfois aberrants pour un échantillon.

Nous négligeons le fait que nous comptons parfois 2 plaques pour un seul échantillon. Nous estimons donc que, par exemple, pour un résultat de 100/ml, il y a 95 chances sur 100 que la valeur réelle soit située entre 60 et 140/ml.

Notons que dans la technique parfois encore utilisée du nombre le plus probable, le rapport entre les valeurs limites pour une probabilité de 95 % dépasse souvent 1/10.

#### Germes étudiés.

Le groupe de germes pour nos premières recherches de corrélations fut le groupe très vaste des microbes poussant en aérobiose sur un milieu riche à 37°C.

Nous appelons ce groupe, le groupe des "microbes totaux".

Ces germes sont susceptibles d'être pathogènes, Pour leur dénombrement, nous utilisons l'ensemencement en surface sans filtration.

En vue de pouvoir nous référer à des données bibliographiques, nous avons choisi ensuite un deuxième groupe assez étendu, les "coliformes totaux", cultivé après filtration sur membrane, sur m Endo Medium (1).

Ayant actuellement assez de points de comparaison avec le groupe suivant, nous l'abandonnons provisoirement, Nous nous proposons de le reprendre en saison touristique.

Le troisième groupe étudié est le groupe des "coliformes fécaux".

Il fut défini par Buttiaux (1958) puis par Geldreich (1965).

Nous avons adopté la technique de Geldreich depuis août 1971. Cette technique avec membrane filtrante, est recommandée depuis septembre 1971 par les trois associations américaines citées ci-dessus (1).

93 % des germes sont d'origine fécale d'animaux à sang chaud, dont l'homme.

Nous avons constaté que la grosse majorité de ce groupe est constitué d'Echerichia Coli. Le milieu utilisé est le m FC Medium.

Les rapports moyens entre le nombre de coliformes fécaux et le nombre de coliformes totaux, calculé pour chaque point de prélèvement varie suivant le tableau, fig. 6. Ce rapport apparaît sur le tableau des résultats, fig. 1a.

Des études approfondies démontrent le manque de spécificité des streptocoques fécaux, recherchés dans les travaux de routine. Nous n'utilisons pas ce groupe dans nos recherches actuelles. (Geldreich 1969).

#### Staphylocoques pathogènes.

Il s'agit du germe pathogène rencontré sans doute le plus fréquemment en bactériologie clinique.

Lors de nos recherches bibliographiques nous nous étonnions de la place peu importante donnée aux staphylocoques pathogènes.

Des recherches dans une eau très polluée ne nous ont d'ailleurs pas permis de les mettre en évidence. Après filtration sur membrane filtrante et ensemencement sur un milieu spécifique classique, aucune des colonies suspectes examinées ne contenait des staphylocoques. Il y a donc lieu d'être très circonspect lors de leur recherche dans l'eau de mer. Or les staphylocoques pathogènes semblent résistants et paraissent devoir être assez courants, notamment à cause des affections intestinales qu'ils provoquent.

D'autre part, il est bien connu qu'une concentration élevée en chlorure sodique leur est favorable en milieu de culture.

Une difficulté se présentait pour tâcher d'élucider ce point d'interrogation. Dans la nature nous trouvons ces germes généralement isolés mais, cultivés, ils se trouvent en groupes que l'on ne peut que disloquer partiellement.

Or un groupe donne une colonie identique à celle donnée par un germe isolé et ses chances de survies sont plus grandes.

04.01.72 - 11.04.72

Rapports des concentrations  
Colif. fécaux / Colif. totaux

---

---

La Panne	0,37
Nieuwpoort	0,36
Westende	0,29
Oostende strand	0,26
Oostende haven	0,18
De Haan	0,35
Blankenberghe	0,35
Heyst	0,16
Knokke	0,23
<hr/>	
Moyenne arithm.	0,28
<hr/>	

Fig. 6



Nous avons donc procédé à une dislocation, dans des conditions standardisées et avons au cours de 5 essais, sur un total de 1000 groupes, noté la fréquence des groupes en fonction du nombre des germes qu'ils contenaient.

Ceci nous amenait à une courbe de fréquence, pratiquement exponentielle (fig. 7).

D'autre part une série d'essais de viabilité dans de l'eau de mer fraîche, non traitée, prélevée au large et maintenue en mouvement pendant l'expérience, nous a permis d'établir une courbe moyenne de décroissance.

Des essais comparatifs furent effectués simultanément avec de l'eau de source (fig. 8). La forme de ces courbes de viabilité nous a permis de formuler les hypothèses suivantes :

1. Pendant les premières heures, une réserve en éléments nutritifs permettrait aux staphylocoques dispersés dans les eaux à tester, un taux de reproduction au moins suffisant pour compenser les pertes.
2. Une concentration plus élevée en oligoéléments dans l'eau de mer donnerait lieu à un métabolisme plus actif et, mènerait à un épuisement plus rapide des réserves, ce qui expliquerait que la décroissance débute plus vite que dans l'eau de source.
3. Aucune action chimique ou biologique spécifique de l'eau de mer n'apparaît dans la phase de décroissance (Pinon 1971).

En outre partant de ces deux courbes, d'une part "fréquence des groupes" en fonction du nombre d'individus par groupe et, d'autre part "viabilité des groupes", il fut possible de déterminer sur ordinateur, expérimentalement sur les résultats numériques, la courbe approximative de décroissance du nombre des individus, ce qui nous intéresse puisque les staphylocoques dans la nature sont généralement isolés.

Il est ainsi apparu que cette décroissance est pratiquement exponentielle dans la période considérée de 30 h si bien qu'on pourrait parler de demi vie (temps nécessaire pour une diminution de 50 %). Dans le cas présent, elle serait de l'ordre de 10 h, ce qui n'est pas extraordinairement court comparativement à d'autres germes pathogènes.

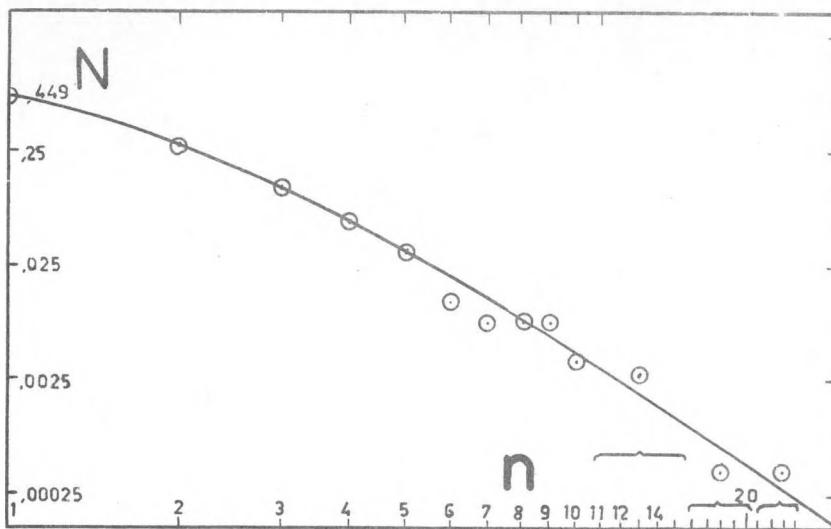


Fig. 7

STAPHYLOCOQUES IN VITRO

Après dislocation : fréquence  $N$  des groupes en fonction du nombre  $n$  d'éléments.

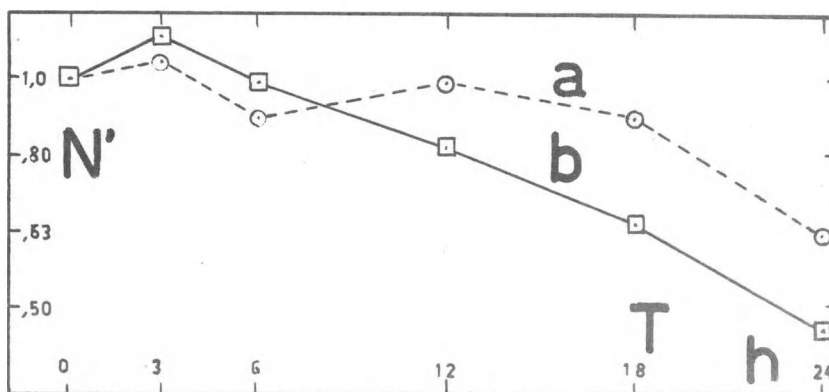


Fig. 8

Viabilité des staphylocoques pathogènes dans l'eau de source (a) et dans l'eau de mer (b).

BIBLIOTHEEK "JEUGDZORG"  
B.S. van 18.10.62  
73, Koninklijkebaan  
— DE HAAN —

Il semble donc que les staphylocoques pathogènes, ne soient pas, ou ne soient plus relativement tellement fréquents.

N.B. Pour ces calculs à partir des deux courbes expérimentales, nous avons posé comme hypothèses de départ :

1. que les chances de survies des staphylocoques étaient les mêmes pour tous, quelque soit l'importance de leur groupe.

Etant donné les conditions expérimentales (mouvement continu des eaux contaminées, dislocation préalable donnant finalement 2,34 germes en moyenne par groupe), nous devons être assez près de la réalité.

De toute façon l'erreur éventuelle serait négligeable étant donné que nous cherchons seulement un ordre de grandeur.

2. que tous les germes sont vivants au temps zéro.

Cette hypothèse est fautive, car nous avons pu déterminer que 10 % environ des groupes étaient incapables de se développer au moment de leur dilution dans les eaux à tester et deuxièmement, le temps zéro utilisé pour les calculs se trouve plusieurs heures plus tard (phase de décroissance).

Ici la chance nous a souri puisque les deux courbes de décroissance, des groupes et des germes, sont pratiquement exponentielles et que l'erreur correspond finalement à un décalage dans le temps, ce qui ne change rien à nos conclusions.

#### Etude du degré de pollution.

Etant donné notre souci de ne présenter que des interprétations étayées, chaque fois, par un nombre suffisant de données, étant donné l'ampleur du travail statistique qui en résulte, nous devons nous borner maintenant à vous donner un inventaire général des examens effectués, à justifier brièvement notre premier choix du paramètre, à vous montrer les résultats de nos numérations depuis le premier janvier 1971 jusqu'en avril 1972 et à tirer quelques conclusions de l'examen des courbes et de certaines moyennes concernant les numérations.

Au cours de l'année 1971 nous avons examiné environ 500 échantillons prélevés à un point de déversement, la rade d'Oostende, et à hauteur de la plage de De Haan.

Cette année nous examinons 18 et parfois 36 échantillons par semaine. Les prélèvements se font avec une stricte régularité quelque soient les conditions. Suite à des essais préalables et aux considérations ci-dessus concernant les courants de marée, nous avons choisi la marée basse comme moment de référence.

Nos examens sont complétés par de nombreuses données concernant les paramètres choisis.

Toutes les expériences sont effectuées en double. C'est une des raisons du nombre relativement élevés d'échantillons. Nos premiers calculs sont également effectués en double et nos données sont finalement traitées par ordinateur en vue de découvrir et de déterminer les corrélations qui devraient normalement nous conduire à l'établissement de lois et de prévisions.

#### Les paramètres.

Parmi les influences possibles sur le degré de pollution il a fallu opérer un choix en rapport avec nos moyens.

Malgré le soin que nous y avons apporté en nous référant à la littérature et aux avis autorisés de différents spécialistes, nous n'avons pas la prétention de présenter le choix optimum. Il devra être adapté sur la base des premiers résultats, de même d'ailleurs que la façon de traiter les informations. Au stade actuel, notre étude est d'ailleurs très fragmentaire. Même après avoir terminé le travail statistique en cours, bien des questions resteront sans réponse.

Un paramètre que nous avons négligé volontairement est le trouble. Nous pensons qu'il est lié étroitement à certains paramètres étudiés. Nous en parlons surtout pour combattre l'idée assez courante suivant laquelle une eau très trouble est une eau bactériologiquement très polluée.

Disons immédiatement que parmi nos échantillons prélevés actuellement, l'eau la plus limpide (au port d'Oostende) est grosso modo 50 fois plus polluée que les eaux des plages. D'ailleurs les auteurs qui croient à l'action biologique de l'eau de mer contre les microbes pathogènes vous diront qu'une eau très limpide est une eau morte. L'autoépuration y serait plus lente.

Et 10 000 germes terrestres par ml ne changeraient pratiquement rien à sa limpidité. Une suspension de  $10^8$  staphylocoques par ml nous donnait une densité optique de 0,06 à 600 nm. Le trouble et la couleur de l'eau le long de la côte belge sont principalement déterminés par le sable fin et l'argile, et dans une moindre mesure par le ciel et les planctons. Ce trouble ne représente aucun danger.

Mais pour essayer d'élucider ce sujet de discorde qu'est l'action biologique de l'eau de mer, il eut été très intéressant bien sûr d'introduire aussi des paramètres concernant le benthos et le plancton global, les diatomées, les protozoaires et aussi les Bdellovibrions et les bactériophages avec les bactéries correspondantes. Il faut penser aussi à la possibilité d'une présence suffisante de matières toxiques.

Nous pensons toutefois que notre étude, tout en étant fragmentaire, est valable car il existe vraisemblablement une relation étroite entre des paramètres retenus et les paramètres négligés.

Classons les paramètres retenus : les germes, les points de prélèvement, les facteurs "locaux", influençant la pollution surtout aux points de déversement, le vent et les facteurs océanographiques.

1. Nous avons déjà justifié notre choix des germes à dénombrer.
2. Le nombre des points de prélèvement est actuellement de 9, choisis en fonction des points de déversement. Nous avons aussi donné la raison de cette limite.

Un point est situé dans le chenal du port d'Oostende à 2 m de l'estacade S-W et à 500 m de l'entrée du chenal d'accès. Le déversement vers la mer continue un certain temps après la marée basse. Il sert à l'étude des facteurs locaux et à l'étude de l'influence de ce point de déversement sur certaines plages. Pour notre programme réduit de 1971 nous avons choisi comme deuxième point la plage de De Haan à 8,5 km du port d'Oostende et à 7 km du déversement, moins important, de Blankenberge.

La distance entre Oostende et Blankenberge est la distance maximum entre deux points de déversement. Cependant De Haan se trouve dans la zone influencée normalement directement par les courants de marée partant de ces lieux de déversement.

Ces deux points restent dans notre programme actuel de 9 points. Le point de Knokke (Het Zoute) est à environ 5 km d'un point de déversement en Hollande et à 15 km de l'estuaire ouest de l'Escaut (débit moyen 2 000 000 m<sup>3</sup> par jour), en principe en dehors de l'influence rapide du courant de marée à partir de cet estuaire. La Panne est à 16 km de Dunkerke (agglomération de 120 000 habitants. Oostende, en hiver, compte 70 000 habitants).

3. La quantité de germes vivants libérés par marée, aux points de déversement constitue un paramètre global qu'il serait très intéressant de connaître et de dissocier des autres facteurs. Son évaluation pose une étude particulière pour chaque point et, pour être valable, devrait être réalisée plus fréquemment que les prélèvements sur les plages.

Nous lui substituons actuellement la série des facteurs "locaux" dont certains ne sont valables que pour le déversement d'Oostende, notamment le dénombrement des germes dans la rade, que nous avons déjà cité, l'ouverture des vannes et écluses, la vidange du bassin de chasse.

Ici deux types d'action : afflux de germes et afflux d'eau douce. Influencent ces facteurs : la population et les précipitations.

La population pour la région d'Oostende varie suivant les saisons, approximativement dans un rapport de 1/3. Etant donné la nature de leur influence nous classons aussi l'heure du prélèvement, le jour dans la semaine et naturellement les opérations de dragage et le nombre de baigneurs et de personnes sur la plage à De Haan (logarithme sans décimales), dans la série des facteurs locaux.

4. Le vent peut apporter des microbes terrestres ou ramener des microbes du large vers la côte car l'eau douce, polluée, ne se mélange que très lentement avec l'eau de mer et reste longtemps à la surface. Le vent peut surtout modifier la résultante des courants de marée, parallèles à la côte et influencer l'état de <sup>la</sup> mer :
5. Les vagues remettent certains sédiments en suspension. La composition des sédiments en germes pathogènes varie beaucoup suivant les auteurs.

Une action des vagues sur la désagrégation de particules chargées de microbes est également certaine.

6. En consultant les courbes de décroissance de certaines bactéries pathogènes ou d'indicateurs, en fonction de la température, de l'eau, il semble qu'à une augmentation de la température doit correspondre une augmentation de la vitesse d'épuration, du moins pour les bactéries. Cette influence compenserait dès lors celle de l'augmentation saisonnière de la population et devrait agir plutôt sur les courbes des plages que sur celles de la rade d'Oostende.
7. La densité et la salinité constituent en fait deux facteurs secondaires (ou globaux) indiquant la proportion d'eau douce. Ici la corrélation serait évidente si l'eau douce déversée en mer avait une concentration constante en bactéries. Malheureusement il n'en est rien. On devrait toutefois s'attendre à ce qu'une augmentation rapide de la concentration en eau douce signifie une sorte de rinçage des voies d'eau avec augmentation temporaire de la pollution.
8. L'influence du moment dans le cycle de marée est le seul paramètre neutralisé puisque les prélèvements de référence se font à marée basse.

Des séries de prélèvements à marée haute sont en cours.

Le nombre de paramètres nous a amenés à rassembler par nos travaux et à partir de sources diverses, une quantité assez impressionnante de chiffres, compte tenu des moyens réduits dont nous disposons. Vous comprendrez dès lors que nous préférons attendre les résultats du centre d'informatique avant de conclure. Nous ne nous faisons d'ailleurs aucune illusion. Certaines données sont inutiles. Le nombre de nos données sera dans d'autres cas insuffisant, il faudra appliquer plusieurs formules pour la recherche des corrélations. Il faudra approfondir certains points, peut-être chercher dans des domaines inexplorés. Le chemin de la recherche scientifique est très aride. Il est parsemé de satisfactions, mais souvent aussi de déceptions qu'il faut pouvoir accepter avec un certain fatalisme et une persévérance à toute épreuve.

9. La hauteur de la mer, à marée haute surtout, est influencée principalement par le moment dans le cycle lunaire, avec un décalage

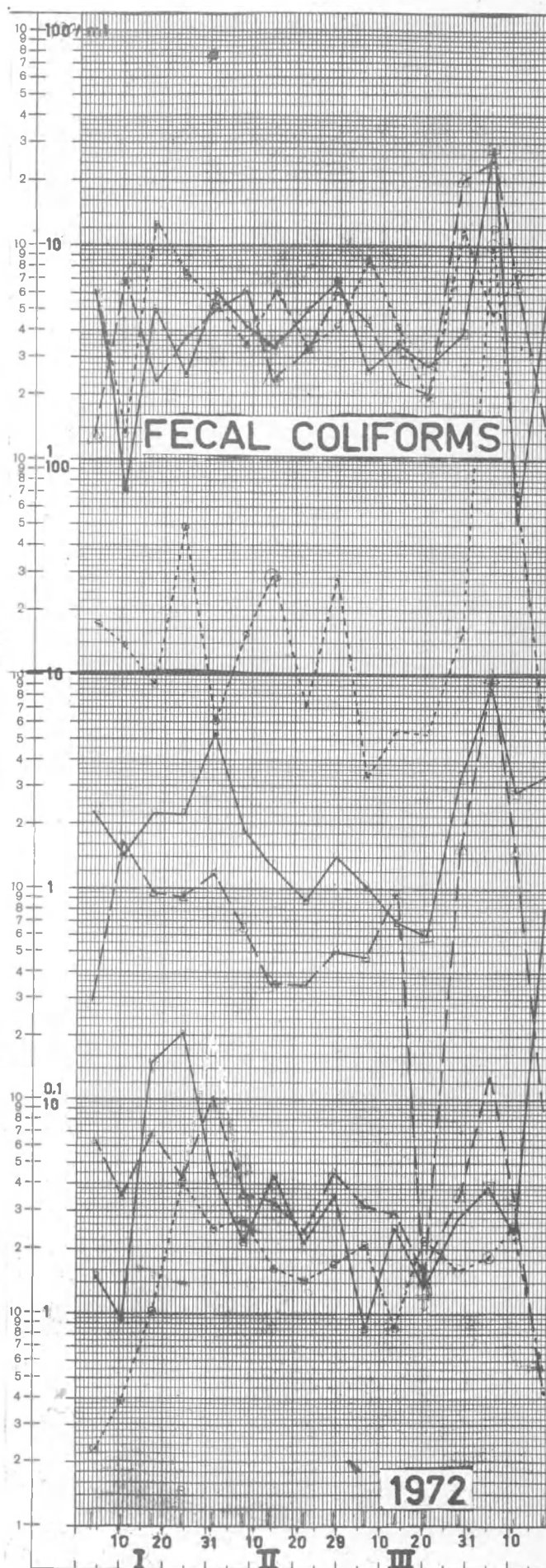
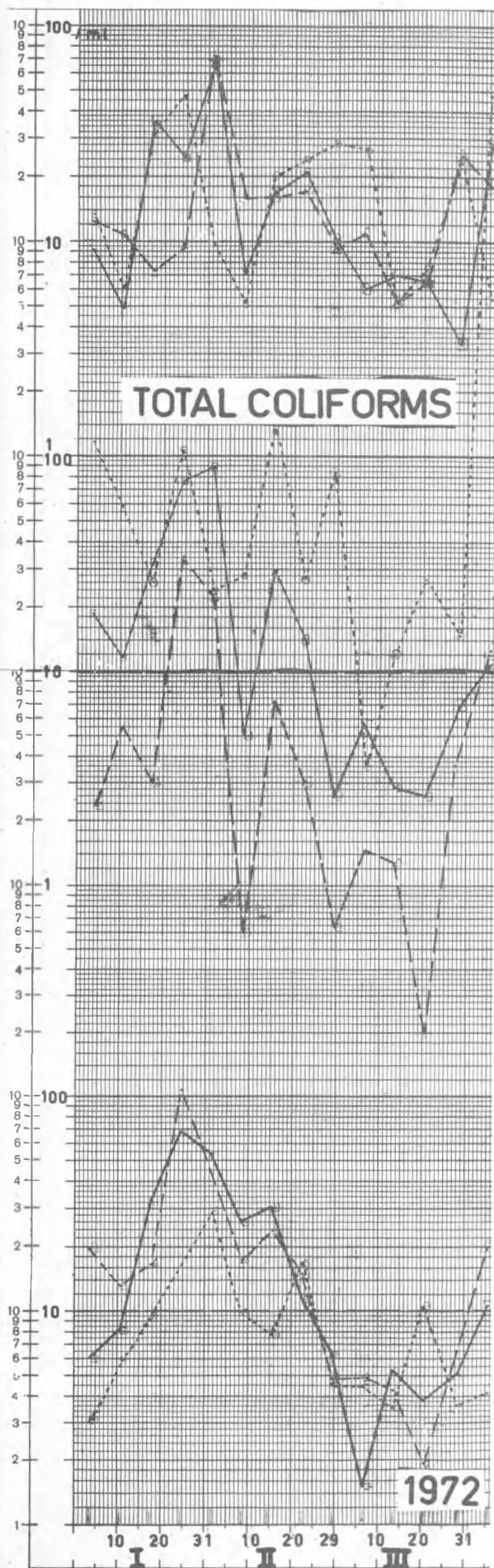


Fig. 9



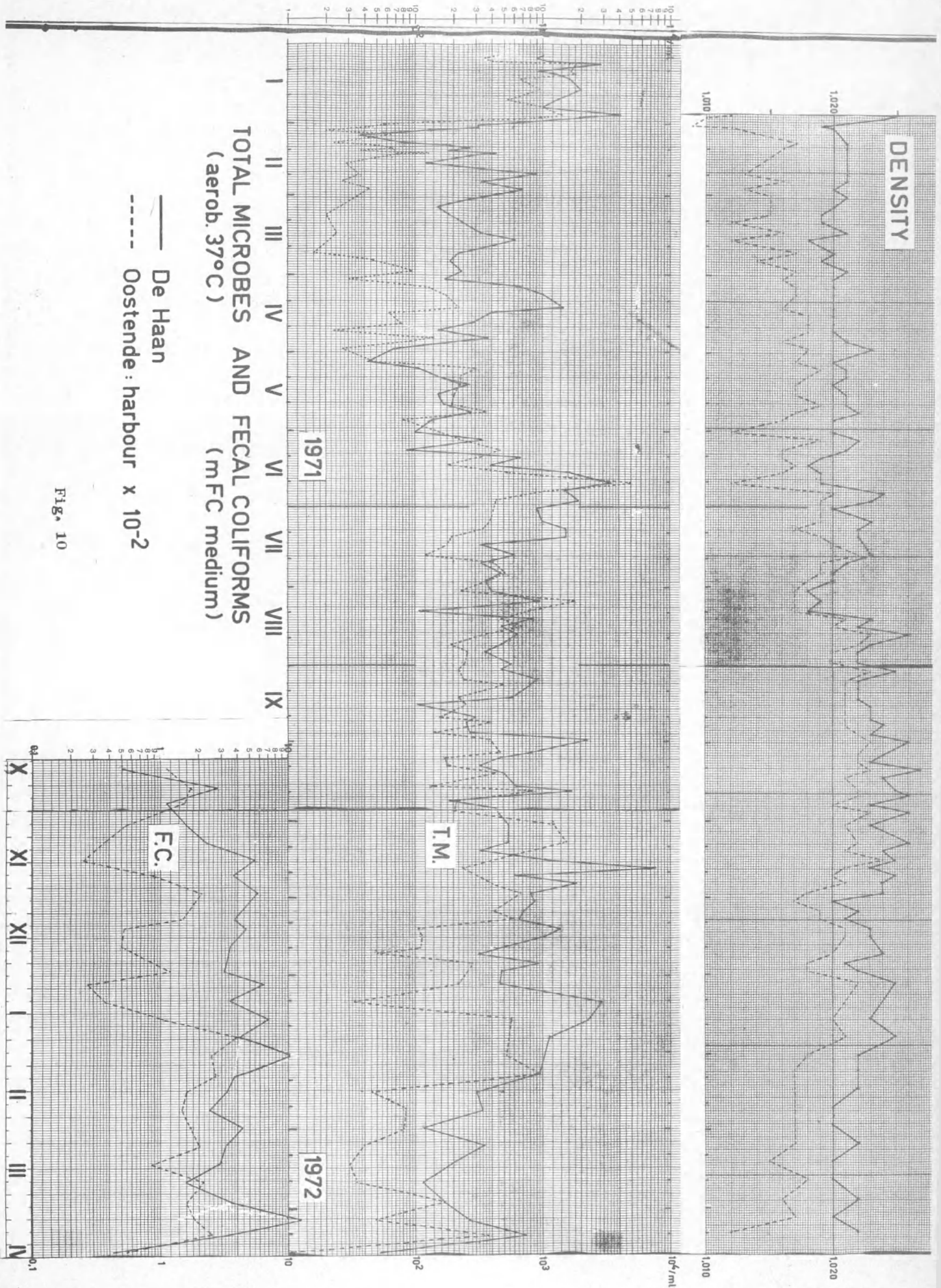


Fig. 10

dû à la rotation de la terre, et par le vent. La différence entre morte-eau et vive-eau, à marée haute est de l'ordre de 1 m. La hauteur de la mer prise en considération est celle mesurée à Oostende. Ce paramètre influence le courant résiduel et le lavage des plages et de certaines rives de voies d'eau, de même que leur écoulement.

Les tableaux 01 (fig. 11) sont complétés par d'autres données sur les voies d'eau, la température de l'air et concernant le rayonnement solaire global, qui inclut les rayons ultra-violetts. Ceux-ci traversent une couche d'eau suffisante mais, compte tenu de leur intensité, nous doutons cependant que leur action soit appréciable.

Courbes des concentrations bactériennes. Examen préalable au traitement par ordinateur.

Vous avez pu explorer nos courbes et remarquer qu'elles confirment des déclarations sur lesquelles il serait banal de revenir. J'espère cependant que l'étude serrée dont elles font l'objet apportera de nouvelles précisions.

Rappelons que pour les microbes totaux notre erreur standard est de 21 % ce qui donne une erreur probable de 14 %. Ceci est peu apparent sur la courbe.

Les normes sanitaires pour les eaux de baignade sont à l'étude à l'Organisation Mondiale de la Santé.

Les normes sont actuellement fort divergentes en fonction des pays ou des régions, ceci parfois à cause du degré variable d'hygiène dont résulte naturellement un degré variable d'immunité des populations. Mais dès à présent on peut considérer comme très suspectes les eaux pour lesquelles la moyenne géométrique du nombre des coliformes fécaux, dépasse 10 par ml. Nous avons vu plus haut que le nombre des coliformes fécaux correspond environ au nombre des Echerichia Coli utilisés dans certaines normes et à en moyenne 1/3 du nombre des coliformes totaux.

Un examen rapide des courbes permet déjà quelques constatations importantes :

1. La plage de La Panne s'annonce comme très suspecte à marée basse, sans doute à cause du déversement des égouts et de courants défavorables, bien qu'à marée basse justement, on ait pu s'attendre à de meilleurs résultats puisqu'on se trouve normalement en amont de l'émissaire proche de la plage.

Remarquons que c'est à La Panne que la densité moyenne de l'eau est la plus élevée. La concentration en eau douce y est donc relativement basse. Il faut espérer d'autre part que la qualité de l'eau de la plage à Knokke (Het Zoute), à marée basse, se maintiendra en été. C'est la plage la plus proche de l'Escaut, mais la densité de l'eau n'y est pas inférieure à celle des autres plages.

La distance au point de déversement le plus proche est relativement grande (5 km) mais De Haan qui est l'endroit le plus éloigné d'un point de déversement donne une eau de qualité moyenne.

Nous avons vu que toutes nos plages se trouvent en principe, par chaque courant de marée, sous l'influence directe d'un point au moins, de déversement.

Aucun de nos points de prélèvement n'est à moins de 500 m d'un point de déversement.

2. Malgré le fait que les prélèvements se fassent au même moment du cycle de marée, les variations importantes sont souvent rapides ainsi que nous l'avons signalé au début de notre exposé : augmentation de plus de 60 fois le chiffre initial en 7 jours à La Panne. En quinze mois la variation de 1/10 ou 10/1 est dépassée, en moins d'une semaine, 5 fois dans la rade d'Oostende et 6 fois à la plage de De Haan.

3. D'une façon générale il existe un certain parallélisme des courbes de numération en fonction du temps, qu'il s'agisse de germes différents ou de points de prélèvement différents.

Mais le rapport moyen entre les résultats semble plus constant quand il s'agit de germes différents prélevés en un endroit déterminé.

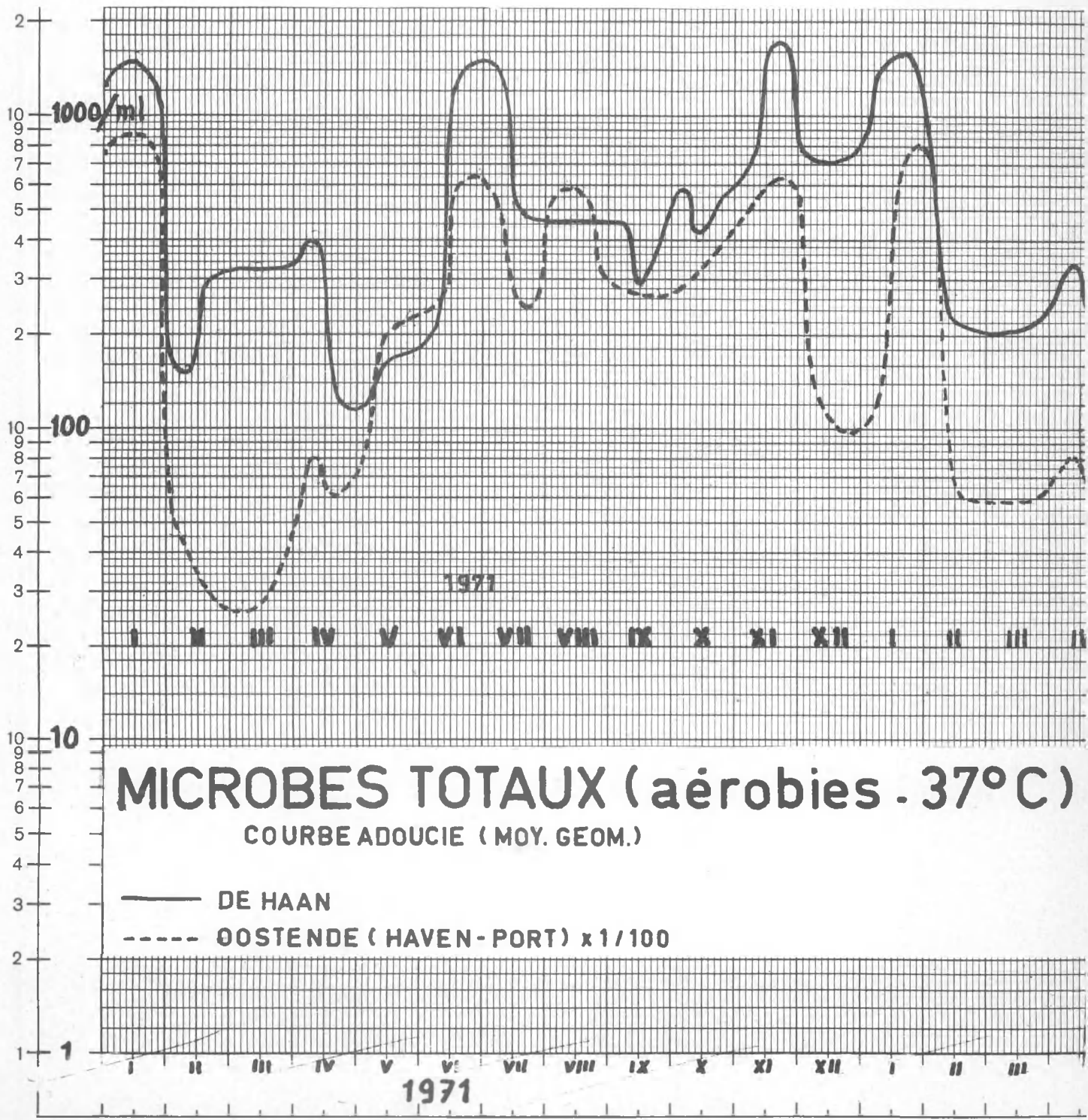
Quand il s'agit d'un groupe de germes prélevés en deux points,

dans le port d'Oostende et à la plage de De Haan à 8,5 km, le parallélisme journalier semble bon mais le rapport moyen entre les résultats peut subir des variations de l'ordre de 1/10 ou 10/1 suivant la période considérée (fig. 11).

D'autre part pendant la première période de 1972 (fig. 12), une corrélation semblable avec les sept autres points démontre l'action combinée de facteurs que nous avons appelés "locaux", mais agissant simultanément sur tous les points de pollution, et d'autres facteurs dont il reste à faire ressortir l'importance relative.

4. L'évolution saisonnière du chiffre de la population, dont l'influence est évidente, n'apparaît guère sur les courbes et n'est certainement pas le facteur le plus important. Cette influence, donnant lieu à une augmentation plus ou moins graduelle pour aboutir à environ trois fois le chiffre normal pendant approximativement deux mois, peut effectivement être "noyée" par d'autres influences plus importantes (fig. 9 et fig. 10). De plus, comme nous l'avons vu, la température de l'eau devrait agir en sens inverse.
5. Remarquons enfin que pour les premiers trimestres de 1971 et de 1972 aussi bien le port d'Oostende que la plage de De Haan donnent deux courbes analogues concernant les microbes totaux.

Fig. 11



# MICROBES TOTAUX (aérobies - 37°C)

COURBE ADOUCIE (MOY. GEOM.)

— DE HAAN  
- - - OOSTENDE (HAVEN-PORT) x 1/100



EN DERNIERE MINUTE

Influence de la marée

Comme nous l'avons dit plus haut, nous complétons certaines séries de mesures à marée basse par une série de mesures identiques à un autre moment, actuellement, à marée haute.

Nos 5 séries doubles ne nous permettent pas actuellement de tirer des conclusions. Nous nous bornons à signaler les points pour lesquels 4 résultats au moins sur les cinq obtenus vont dans le même sens par rapport à ceux obtenus à marée basse.

La Panne : amélioration - Nieuwpoort : amélioration - Oostende plage : amélioration - De Haan : moins bon - Blankenberge : amélioration - Heyst : moins bon.

Si on pense au courant de marée les cas de Nieuwpoort, Oostende et Heyst paraissent normaux.

Par contre pour la Panne et Blankenberge, si la tendance actuelle se confirme, cette situation ne pourrait guère s'expliquer que par la formation d'une poche relativement protégée de l'action du courant quand la plage est en aval, à marée haute, poche qui n'existerait plus quand la mer s'est retirée et que les eaux polluées commencent à refluer vers leur point d'origine.

L'hypothèse d'une pollution relativement importante à marée basse par des points de déversement plus éloignés me paraîtrait dans ces deux cas difficilement acceptable.

Mais il est trop tôt pour épiloguer longuement au sujet de l'influence de la marée.

Dernières moyennes

Pour la concentration en coliformes fécaux, aux 8 points de prélèvement le long des plages, les moyennes géométriques des 18 déterminations, par point, entre le 4.01.72 et le 2.05.72 s'établissent comme suit pour la marée basse :

Point de prélèv.	Colif. fécaux par ml	Point de prélèv.	Colif. fécaux par ml
La Panne	15,5	De Haan	3,4
Nieuwpoort	5,4	Blankenberge	3,8
Westende	3,4	Heyst	2,0
Oostende	3,8	Knokke	0,6

Les changements par rapport aux résultats des 14 ou des 15 premières mesures (fig. 1) sont minimes.

Le nombre de résultats supérieurs à 10 colif. féca./ml est de 10 à La Panne et de 0 à Knokke.

## Références.

1. APHA, AWWA, WPCF - USA 1971 - Août.  
"Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater".  
New York.
2. AUBERT M., DESIROTTE N. - France 1968.  
"Théorie formalisée de la diffusion bactérienne".  
Rev. Intern. Océanogr. Méd. - Tome XII - 1968.
3. BRISOU J. - France 1970.  
"La vie des microbes dans les mers et pollution - Situation  
actuelle - Perspectives".  
Rev. Intern. Océanogr. Méd. - Tome XVII.
4. BUTTIAUX - France 1958.  
"Surveillance et contrôle des eaux d'alimentation".  
Rev. Hyg. et Méd. Soc. - Tome 6 - n° 2.
5. GELDREICH E.E., CLARK H.F., HUFF C.B., BEST Lois C. - USA 1965.  
"Fecal Coliform Organism Medium for the Membrane Filter Techniques"  
Journ. AWWA.
6. GELDREICH E.E., KENNER B.A. - USA 1969.  
"Concepts of Fecal Streptococci in Stream Pollution".  
J. WPCF.
7. GELDREICH E.E.  
"Applying Bacteriological parameters to recreational water  
quality".  
Journ. Americ. Water Works Associat. - Vol. 62 - 2/1970.
8. HYDROGRAFISCHE DIENST DER KUST - Oostende, Belgique.  
"Stroomatlas".
9. HYDROGRAFISCHE DIENST DER KUST - Oostende, Belgique - 1972.  
"Getijtafels".
10. LA FONTAINE A., DE MAEYER S., CLEEMPOEL, BOUQUIAUX J. - Belgique,  
1956.  
"Recherches sur les entérobactériacées des eaux de mer du  
littoral belge".  
Archives Belges de Méd. Soc., Hyg., Méd. du Trav. et Méd.  
Lég. - Février 1956.



11. PERSOONE G. - Belgique 1965.  
"Contribution à l'étude des bactéries marines au littoral belge".
12. PINON J. - Belgique 1971.  
"Viabilité des microorganismes terrestres et notamment des Staphylocoques pathogènes dans l'eau de mer. Comparaison avec l'eau de source".  
(actuellement à l'impression).  
Congrès International de Médecine et Pharmacie militaires - Bruxelles.
13. PINON J. - Belgique 1971.  
"Analyse bactériologique de l'eau de mer - Matériel - Technique. Erreurs de numération sur plaque de Pétri".  
(actuellement à l'impression).  
Congrès International de Médecine et Pharmacie militaires - Bruxelles.
14. TEST ACHAT - Avril 1971 - Bruxelles.
15. WILLIAMS J., HIGGINSON J.J., ROHRBOUGH J.D. - USA 1968.  
"Sea and Air - The Naval Environment".  
United States Naval Institute.

Renseignement pratique.

Le tableau annuel des marées peut être obtenu contre paiement de 10 F par exemplaire au CCP n° 264025. Hydrografie der Kust, Oostende.

