



DIENTEN VAN DE EERSTE MINISTER
PROGRAMMATIE VAN HET WETENSCHAPSBELEID
Wetenschapsstraat 8
1040 BRUSSEL
BELGIE

NATIONAAL ONDERZOEKS- EN
ONTWIKKELINGSPROGRAMMA

LEEFMILIEU

WATER

PROJEKT ZEE

Eindverslag

Boekdeel 7

INVENTARIS VAN DE FAUNA EN FLORA

uitgevoerd door

Jacques C.J. NIHOUL en L. DE CONINCK



SERVICES DU PREMIER MINISTRE
PROGRAMMATION DE LA POLITIQUE SCIENTIFIQUE
Rue de la Science, 8
1040 BRUXELLES
BELGIQUE

PROGRAMME NATIONAL DE RECHERCHE
ET DE DEVELOPPEMENT

ENVIRONNEMENT

EAU

PROJET MER

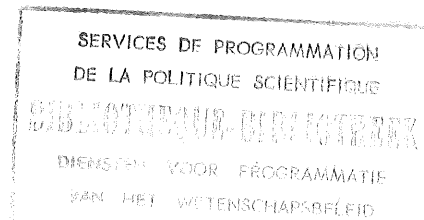
Rapport final

Volume 7

INVENTAIRE DE LA FAUNE ET DE LA FLORE

édité par

Jacques C.J. NIHOUL et L. DE CONINCK



"We have gone too far; we have got ourselves into a very precarious position. How on earth was it possible for man to bring himself to such a predicament? I believe we fell victim to the growing need of specialization connected with the division of labour, unavoidable in human society. Without that specialization man never would have achieved the wonderful works of art and science and their applications, nor a social organization which tries to ensure (with partial success only, it is true) a life worthy of a human being. Thus the division of labour offers priceless advantages, but it also has some important drawbacks. One of them is the fact that each specialization develops its own language, intelligible only to its initiates. This makes communication between people of different specialities very difficult if not totally impossible. Another drawback is due to the growing demands made by specialization, inviting one's almost permanent attention and taking up nearly all available time.

As a result of all this, man has almost totally lost the notion of the coherence of all things, of their unity, their oneness. Generally he cannot look back far enough to gain an overall picture of the evolution of the world, of life, of man and of society. He looks at man as being one thing, at the world as being another thing, not only different from, but also alien to man.

If he had an evolutionary view of man and of the world, he would know that both belong together. He would know that man is part of nature, together with all other kinds of living beings, and with them forms that biosphere which gradually grew out of the beginnings of life. The world is like a multicellular organism on a huge scale.

"The cells of such an organism react differently because they find themselves in different conditions and for that reason perform different transformations of matter. They develop specialized "functions" as, together, they meet the demands of life; being specialized they remain together, because their survival depends on each other's activities. That mutual dependence creates the higher levels of individuality.

Different units of nucleic acids, called genes, producing different proteins, together form a proto-organism. Different proto-organisms, hundreds of them, performing different, complementary steps in the building up and breaking down of living substance, build up a cell. Hundreds of millions of differentiated cells build up a man. Millions of different living species, together with the vital chemical and physical prerequisites, form the biosphere. We begin to call it the environment, looking at it from the inside, through our human eyes. But it is a living thing, with a sort of individuality, the measure of which is given by the interdependence of its different constituents.

We can see it, that biosphere, awakening in the spring and preparing for a partial rest when winter comes; we can follow it in between the glacial periods, as a spreading green mantle, treading upon the heels of the retreating ice-caps, and retreating when the ice-caps start growing again. It is a living thing which, like all other living things, can only remain in existence between narrow margins of variation in the physical and chemical conditions, and thanks to an unbelievably complicated balance between its structural and functional constituents.

Just as in the human body some types of cells can all suddenly begin to multiply immoderately and develop into a tumour which leads to death, in a similar way a given constituent of the biosphere can begin to expand like a cancer, destroying the environment. Many present-day deserts have to be imputed to such destructive action by some immoderate development, often man-made, but not always.

Many of us have a feeling that modern society is creating conditions which could very easily lead to disaster. It reminds me of a painting by Breughel, the famous Flemish artist, which represents a procession of

"blind people, guided by a blind man. We were in such a situation until very recently, and the shock produced by the MIT-Report of the Club of Rome and by Blueprint for Survival bears witness to that blindness.

Our sociologists and economists will have to plan totally new, workable models of society, in which service to fellowman takes precedence over the pursuit of personal profit, and in which the simple enjoyment of life, happiness and fulfilment should be the required achievement.

We will need sound attitudes, very clear and very rational thinking, radical and rapid action and an unflinching determination if human society is to survive in a way which makes that survival worth while. In the coming years this will be one of our major assignments, and all will bear responsibility for the things to come. Let us hope that in a common effort we will be equal to our task."

Lucien DE CONINCK, "Man and his Environment".

Inventaris van de fauna en flora

uitgevoerd door

Jacques C.J. NIHOUL en L. DE CONINCK

INHOUDSTAFEL

Hoofdstuk I - Het meiobenthos in de zuidelijke Noordzee

door Dirk VAN DAMME en Carlo HEIP

1.- Inleiding	1
2.- Materiaal en methoden	3
3.- Meiobenthische gemeenschappen	18
4.- Vertikale distributie	44
5.- Trofische relaties in het meiobenthos	53
6.- Diversiteit, affiniteit en stabiliteit van de meiofauna	58
7.- Densiteit en biomassa	63
8.- Produktie	100

Hoofdstuk II - Studie van het macrobenthos in de zuidelijke Noordzee

door Jan C.R. GOVAERE, Luc K.H. THIELEMANS en Ros. DE BOEVER

1.- Inleiding	115
2.- Materiaal en methoden	117
3.- Korrelanalyse	117
4.- Faunistische groepen	117
5.- Abondantie en biomassa	133
6.- Produktie	142
7.- Het macrobenthos in de trofische keten	146
8.- Conclusies	160

Hoofdstuk III - Epibenthos

door Frank REDANT

1.- Inleiding	167
2.- Methodiek	168
3.- Qualitatieve samenstelling van het epibenthos	175
4.- Quantitatieve samenstelling van het epibenthos	178
5.- Maandelijkse evolutie van de densiteit van de dominante epibenthische species	188
6.- Schattingen van de totale biomassa van het epibenthos in de Belgische kustwateren	195

Hoofdstuk IV - Pelagische en demersale vissen - Niet-commerciële species

door Frank REDANT

1.- Inleiding	203
2.- Methodiek	203
3.- Qualitatieve samenstelling van de Ichthyofauna in de Belgische kustwateren	205
4.- Quantitatieve samenstelling van de niet-commerciële Ichthyofauna	208
5.- Maandelijkse evolutie van de densiteit van de dominante niet-commerciële species	209
6.- Schattingen van de biomassa van de niet-commerciële Ichthyofauna in de Belgische kustwateren	212
7.- Inventaris van de trofische relaties van de dominante niet-commerciële species	227

Hoofdstuk V - Inventarisatie plankton - Fauna en flora

door Ph. POLK

1.- Inleiding	233
2.- De Spuikom te Oostende	234
3.- De Noordzee	268

Chapitre VI - Inventaire et zonation des organismes sur les brise-lames de la côte belge

par C. van der BEN, D. van der BEN, J. van GOETHEM et M.H. DARO

1.- Introduction	313
2.- Le milieu	314
3.- La zonation à Knokke	317
4.- La zonation à Raversijde	326
5.- La zonation à Nieuwpoort	327
6.- Résumé et conclusions	328

Hoofdstuk VII - Vissen

door R. DE CLERCK en J. VAN DE VELDE

1.- Embryonale en larvale fase	333
2.- Pre- en postrekruteringsfase	357

Hoofdstuk VIII - Studie van de heterotrofe bacteriën van de oppervlakte-sedimenten uit de Noordzee

door A. BOEYE

1.- Kwantitatieve studie van de heterotrofe bacteriënbevolking	383
2.- Samenstelling van de heterotrofe bacteriënbevolking	386
3.- Numerieke taxonomie van Bacillus isolaten : groepsvorming	388
4.- Vergelijking met de klassieke taxonomie en met een ander numeriek taxonomisch systeem	397
5.- Taxonomie van Bacillus isolaten op grond van serologische verhoudingen	401
6.- Aanverwante onderzoekingen	401
7.- Discussion	402

Hoofdstuk I

Het meiobenthos in de zuidelijke Noordzee

door

Dirk VAN DAMME en Carlo HEIP

1.- Inleiding

Bij de studie van de betekenis van het meiobenthos in de ecologie van de Noordzee werden twee aspecten benadrukt, samenhangend met een kwalitatieve en een kwantitatieve benadering van de gemeenschappen. Het kwalitatieve aspect heeft betrekking op de diversiteit van de gemeenschappen en de relaties tussen deze diversiteit en andere karakteristieken zoals stabiliteit en het vermogen om te weerstaan aan perturbaties veroorzaakt door veranderingen in de omgeving. Dit zijn globale karakteristieken van ecosystemen. Een tweede aspect in dit kwalitatief onderzoek heeft meer direkt te maken met pollutie : hierbij wordt getracht bepaalde karakteristieke soorten of gemeenschappen op te sporen die aanwijzingen kunnen verstrekken omtrent bepaalde invloeden op deze soorten of gemeenschappen in het verleden. Het is namelijk zo dat de karakteristieken van een gemeenschap op een bepaald moment in de tijd het gevolg zijn van een aantal processen die zich in het verleden hebben afgespeeld. Wanneer deze processen een belangrijke impact hebben dan zal het resultaat ervan over een lange periode zichtbaar blijven in de samenstelling van de gemeenschap, en dit onafhankelijk van de tijdsduur gedurende dewelke deze faktor heeft ingewerkt. Op die manier kan een gemeenschap ons aanwijzingen verlenen over processen die zich afspelen zonder dat een continue valorisatie van de relevante parameters noodzakelijk is. Daarbij komt dat de invloed van het tegelijkertijd inwerken

van een groot aantal factoren synergistisch is, en een effect heeft dat dikwijls onmogelijk uit de kennis van de werking der afzonderlijke factoren uit laboratoriumexperimenten afleidbaar is. Hier opnieuw kan de samenstelling van de gemeenschap ons aanwijzingen verstrekken over het voorkomen van dergelijke processen. De bodemgemeenschap is in dit opzicht beter geschikt dan het plankton dat enkel informatie kan verstrekken over de watermassa waartoe het behoort.

Deze kwalitatieve benadering heeft als nadeel dat de problemen verbonden aan de systematiek dikwijls zeer groot zijn en dat het aantal stalen dat verwerkt kan worden dikwijls klein blijft. Het is dan ook zo dat veel van het materiaal verzameld tijdens het ICWB-onderzoek nog onvolledig verwerkt is. Dit kon ook niet anders : het is daarom steeds onze bekommernis geweest de stations zo representatief mogelijk uit te kiezen om althans in grote lijnen het gehele gebied kunnen karakteriseren. We moeten hier trouwens opmerken dat de kennis van het sublitoraal meiobenthos van de Noordzee vóór het ICWB-onderzoek beperkt was tot enkele voornamelijk taxonomische studies langsheen de Duitse kust [Noodt (1957); Kunz (1951), (1971), e.a.], een studie van de nematodenfauna vóór de Engelse kust van Northumberland [Warwick en Buchanan (1970), (1971)] en het belangrijke werk over de Fladen Grounds in de noordelijke Noordzee van McIntyre (1964).

Het kwantitatieve aspect van dit onderzoek was noodzakelijkerwijs beperkt door een soms onvolledige bemonstering, de afhankelijkheid van andere onderzoeksteams en de uitgestrektheid van het onderzochte gebied, waardoor de meeste punten slechts eenmaal of enkele malen konden bemonsterd worden. De aldus bekomen schattingen zijn dan meestal niet voldoende betrouwbaar om nauwkeurige en zinvolle evaluaties van de evolutie van de biomassa doorheen de tijd te geven. In plaats daarvan stelden wij een globale benadering waarbij de gemeenschappen werden omschreven en waarbij de door deze gemeenschappen bewoonde gebieden werden gekarakteriseerd aan de hand van de biomassa, de produktie en de respiratie van de gemeenschappen over een langere tijdsduur.

2.- Materiaal en methoden

2.1.- Staalname

In de zuidelijke Noordzee werd een gebied omlind waarin een rooster van monsterplaatsen werd getekend. De zijde van elk vakje in het rooster, d.i. de afstand tussen twee monsterpunten, bedraagt ongeveer 5 km (fig. 1).

De staalname gebeurde door middel van een Van Veen grijper die een oppervlakte van $0,1 \text{ m}^2$ bemonstert. Deze grijper was gemonteerd aan boord van de mijnenveger *Mechelen* van de belgische Marine. Op elke monsterplaats werden meestal vijf sedimentmonsters genomen. De inhoud van elke Van Veen grijper werd in een vergaarbak opgevangen, in een emmer (bovenoppervlak $0,05 \text{ m}^2$) overgebracht en gefixeerd met neutrale hexamin-gebufferde formol. Na vervoer werd in het laboratorium de deelbemonstering uitgevoerd.

Het aantal bemonsterde punten per jaar varieerde in de loop van de vijf jaar staalname. Over de hele periode werden 126 punten van het ICWB-net en 3 punten aan de Nederlandse kust bemonsterd (tabel 1) :

Tabel 1

Aantal onderzochte stalen per zone

	Zone A	Zone B	Zone C
Zomer 1971	3	17	20
Winter 1972	32	17	31
Zomer 1972	22	21	32
Winter 1973	5	13	14
Zomer 1973	4	15	11
Winter 1974	3	2	0
Zomer 1974	4	4	2
Winter 1975	3	7	4
Winter 1974 (nematoden)	5	5	3
Zomer 1974 (nematoden)	5	11	5
Winter 1975 (nematoden)	5	11	14

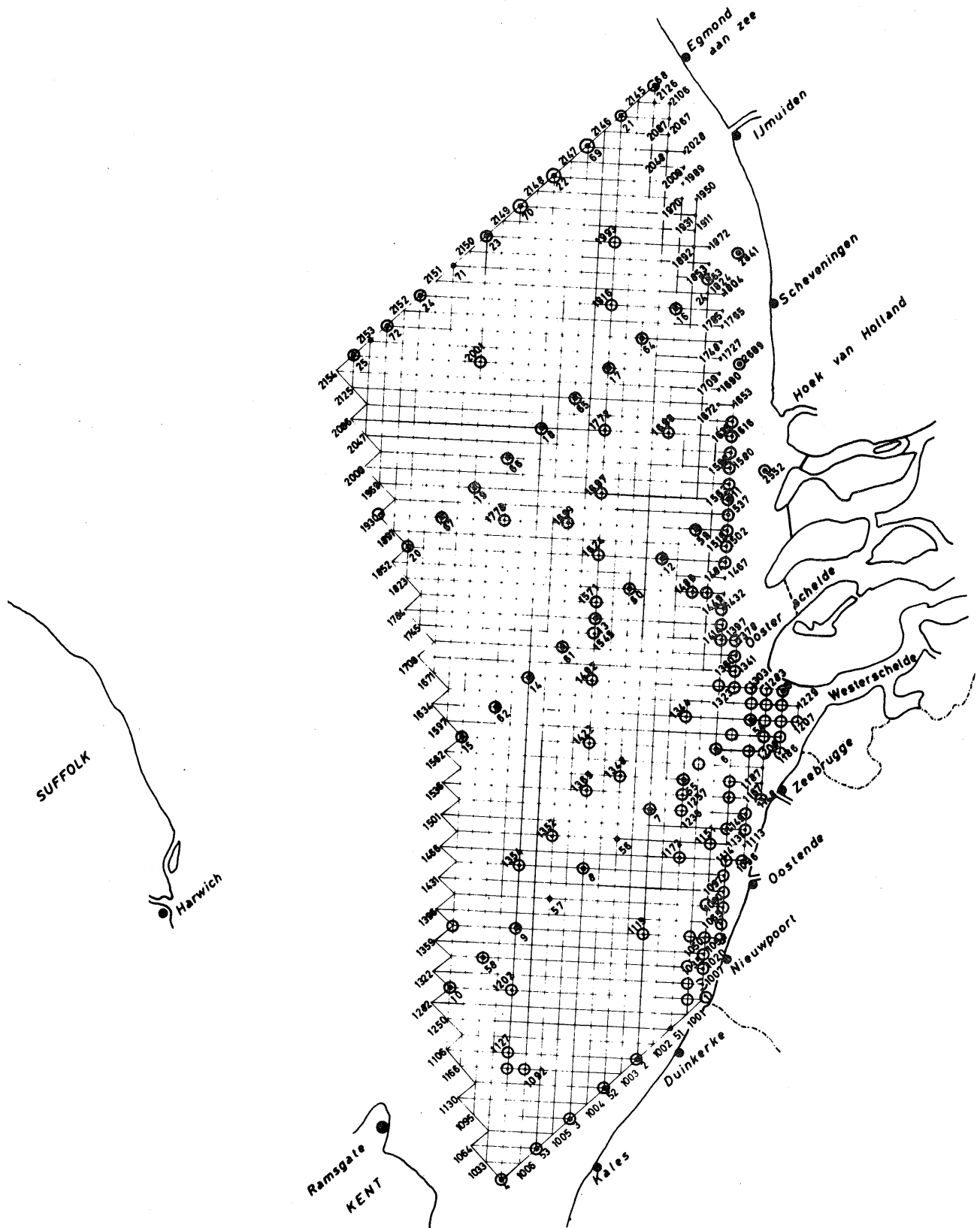


fig. 1.

Kaart met C.I.P.S. rooster en lokaliteiten bemonsterd gedurende de vijf jaar staalname

- In de zomer van 1971 werden de hoofdpunten M01-M25 en 15 van de M52-M72 punten bemonsterd.

- In de winter en de zomer van 1972 werden de 25 hoofdpunten (M01-M25), 11 van de M52-M72 punten en 93 van de "duizend punten" bemonsterd.

- In de winter en de zomer van 1973 werden de 25 hoofdpunten (M01-M25), 8 van de M52-M72 punten en 1 van de "duizend punten" bemonsterd.

- In de winter en de zomer van 1974 werden 10 van de hoofdpunten (M01-M25) en M55, M1149 en M1323 bemonsterd.

- In de winter van 1975 werden 14 van de hoofdpunten (M01-M25), M55, M1149 en M1230 en M1323 bemonsterd.

In maart en juli 1974 bemonsterden SCUBA duikers vijf lokaliteiten (M1149, M01, M06, M11 en M1323) met plastieken buizen met een lengte van 30 cm en een binnenoppervlak van $75,4 \text{ cm}^2$. Telkens werden 4 monsters genomen tot op een diepte van 15-20 cm.

2.2.- Deelbemonstering (*subsampling*)

Uit de emmers werden in het laboratorium deelmonsters genomen met behulp van plastieken buizen. De organismen werden verzameld door het sediment van de gefixeerde deelstalen op te spoelen met een waterstraal en het water af te gieten boven een zeef van 0,038 mm. Het meiobenthos uit de meeste stalen afkomstig van een modderbodem werd geëxtraheerd door middel van suikerextractie.

De verwerking van de stalen genomen door SCUBA duikers gebeurde als volgt : de inhoud van drie buizen werd afzonderlijk in vierkante bakjes met een binnenoppervlak van 346 cm^2 gegoten en deelbemonsterd met een buis van $9,62 \text{ cm}^2$; de inhoud van deze buis werd verdeeld in schijfjes van 2 cm de verticale distributie te bestuderen.

2.3.- Systematische methodiek

Het hier besproken benthos omvat het meiobenthos zoals omschreven door Mare (1942) en Hulings (1971) en het mixobenthos, zoals omschreven door McIntyre (1969).

De taxonomische groepen Hydrozoa, Turbellaria, Gastrotricha, Kinorhyncha, Nemertini, Nematoda, Polychaeta, Oligochaeta, Archiannelida, Mollusca, Harpacticoida, Ostracoda, Halacarida, Tardigrada en Echinodermata hebben vertegenwoordigers in het meiobenthos. Foraminifera werden buiten beschouwing gelaten.

De Nematoden [De Coninck, Decraemer (1972); Jensen (1974)], de Harpacticoida (Van Damme) en de Turbellaria [Degadt (1974)] vormden het onderwerp van een diepgaander systematische studie.

2.4.- Weegmethodes

De biomassa van de diverse taxa en een aantal soorten werd bepaald door weging op een Mettler ME 22/BA 25 Microbalans (gevoeligheid 0,1 µg). Dieren werden in kleine aluminium vaatjes gepipetteerd die op voorhand gedroogd waren in een oven tot constant gewicht (2 u bij 110 °C). Elk vaatje met dieren werd opgeborgen in een gesloten petriplaat, opnieuw gedroogd gedurende 2 u bij 110 °C, afgekoeld gedurende 30 min in een dessicator en gewogen op de microbalans.

Het aantal gewogen dieren varieerde naargelang de grootte, harpacticoiden en een aantal nematoden werden gewogen per soort. Andere dieren werden gewogen per taxon en per faunistische zone A, B of C.

2.5.- Berekeningen en correctie van gegevens

De diversiteit van de taxonomische groepen werd berekend per zone en per seizoen. Voor de Hydrozoa, Turbellaria, Gastrotricha, Nematoda, Polychaeta, Oligochaeta, Archiannelida, Harpacticoida, Bivalvia (Mollusca) en Halacarida werd de densiteit per m², de biomassa per gemeenschap (zone A, B, C) en per seizoen berekend, evenals de produktie per jaar. Voor de Nematoda en Harpacticoida werd de respiratie per zone en

per seizoen geschat. Dieren behorend bij de Nemertini, Kinorhyncha, Ostracoda, Gastropoda en Tardigrada zijn ofwel onherkenbaar en in stukken gebroken (Nemertini) of zeer zeldzaam en werden niet in beschouwing genomen voor berekeningen van diversiteit, biomassa of produktie.

Het aantal dieren geteld per substaal geeft een densiteit aan per cm^2 emmeroppervlak; een omrekening naar de oorspronkelijke oppervlakte van de zeebodem is daarom nodig; $n \text{ cm}^2$ zeebodem (Z) is gelijk aan de oppervlakte van een Van Veen (VV) vermenigvuldigd met de oppervlakte van het deelmonster (D) en het aantal deelmonsters (n) gedeeld door de bovenste oppervlakte van de emmer (E)

$$Z = \frac{VV \times nD}{E} .$$

De densiteit per vierkante meter (N/m^2) is dan het gemiddeld aantal dieren in de deelmonsters (\bar{X}), vermenigvuldigd met 10.000 en gedeeld door het aantal cm^2 zeebodem (Z) :

$$\text{N}/\text{m}^2 = \frac{\bar{X} \times 10.000}{Z} .$$

Tabel 2

Vergelijking densiteit in overgeheveld en in rechtstreekse monsters

	M 01	M 06	M 11	M 1323
\bar{X} meiofauna (N/m^2) in SCUBA monsters A,B,C	402,7 ± 97,6	138,0 ± 24,7	541,7 ± 103,4	93,9 ± 45,3
N/m^2 in SCUBA monster D	255,0	36,3	335,8	109,8
Vrijheidsgraden	3	3	3	3
t ($p < 0,05$)	0,76 niet signific.	2,06 niet signific.	1,00 niet signific.	0,18 niet signific.

Een gelijkaardige bewerking werd uitgevoerd voor het berekenen van de densiteit per m^2 voor de SCUBA-stalen die in glazen bakken waren overgegoten. Een vergelijking tussen de densiteiten van een deel-

monster uit een SCUBA-staal en van deelmonsters uit stalen overgebracht in glazen bakken toonde aan dat het deelbemonsteren uit overgeheveld stalen geen significant verschillende densiteiten oplevert in vergelijking met deelstalen genomen uit het originele staal.

De bekomen densiteiten per m^2 moesten nog verbeterd worden wegens een fout in het deelbemonsteren (de emmers werden vóór november 1974 tot op 6,5 cm bemonsterd in plaats van tot op de bodem).

Een vergelijking van aantallen uitdeelmonsters van 6,5 cm diepte en aantallen uit deelmonsters van maximale diepte gaf een correctiefactor van 2,25 waarmee alle stalen vóór november 1974 werden vermenigvuldigd.

Een tweede correctie van densiteiten was nodig omdat de Van Veen gemiddeld in de Noordzee slechts de bovenste 6 cm van het substraat neemt, terwijl het meiobenthos, vooral de Nematoden, veel dieper kan voorkomen [McIntyre en Murison (1973)].

Tabel 3

Vergelijking densiteitsschattingen uit Van Veen en SCUBA monsters

	M1149 (3-74)	M01 (6-74)	M06 (6-74)	M11 (6-74)	M1323 (6-74)
Van Veen (5)					
n/cm^2	16,6 ± 4,3	239,5 ± 36	58,3 ± 7,9	113,7 ± 15,0	39,1 ± 3,5
%	224	65,5	51,8	23,2	40,6
SCUBA (4)					
n/cm^2	7,41 ± 1,5	365,7 ± 78	112,5 ± 31	490,2 ± 90	97,9 ± 33
%	100	100	100	100	100
Correctie	0,4	1,5	1,9	4,3	2,23
Sediment	slib	fijn zand + slib	zand + slib	zand + slib	zand
Zand %	0	97	50	98	99,5
Klei-leem %	100	3	50	2	0,5
Korrelgrootte van zand (μm)	?	190	320	220	290
Diepte (m)	5	8	15	13	9

Een vergelijkend onderzoek op vijf lokaliteiten met een Van Veen-grijper en SCUBA-duikers leverde een correctie voor de bemonstering met de Van Veen op. De SCUBA-monsters (4 per lokaliteit) werden geacht 100 % van de fauna te bevatten [Elmgren (1973)]. Vergelijking met de Van Veen-monsters (5 per lokaliteit) leverde een zeer wisselvallig beeld naargelang de lokaliteit. In de bovenste 6 cm (gemiddelde diepte bemonsterd door de Van Veen) wordt respectievelijk 63 % (M1149), 29 % (M01), 81 % (M06), 12 % (M11) en 73 % (M1323) van de totale fauna gevonden.

Een verder onderzoek van de verticale distributie van de meiofauna in de SCUBA-monsters toonde eveneens aan dat alleen de Nematoden dieper dan 6 cm voorkomen in slib en slib + zand-stalen, terwijl in zuiver zand ook de andere groepen worden aangetroffen (zie verder).

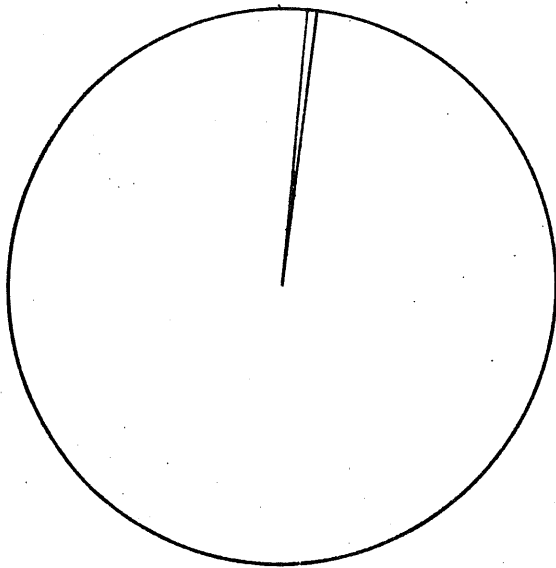
Tabel 4

Groepsdiversiteit in Van Veen en SCUBA-monsters

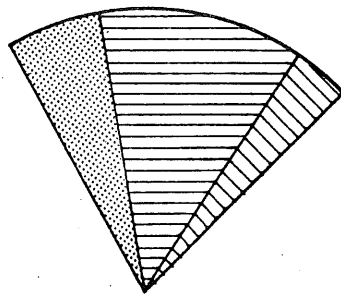
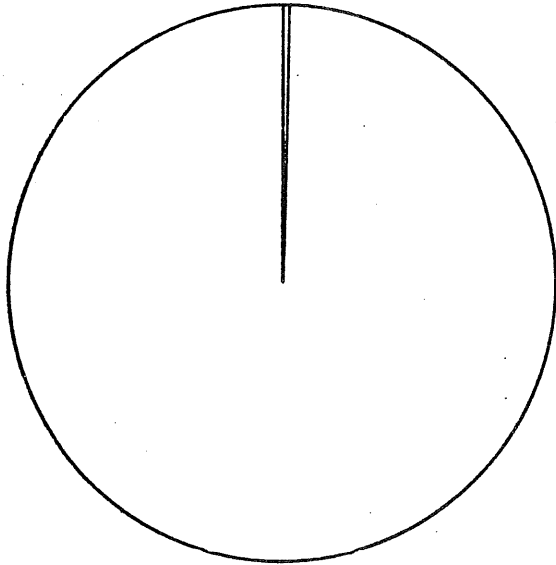
	M1149	M01	M06	M11	M1323
<u>Grote Taxa</u>					
Van Veen	1	4	4	4	6
SCUBA	1	2	4	5	8
<u>Harpacticoïden-soorten</u>					
Van Veen	0	3	3	4	7
SCUBA	0	0	3	6	7

Door Goossens (1975) wordt voor zandige bodems (Grevelingen) na een gelijkaardig onderzoek een correctie van 2,4 voorgesteld voor Nematoden. Hij stelde vast dat deelstalen, genomen uit de Van Veen, significant lagere waarden voor oppervlaktesoorten hadden dan deelstalen uit een emmer genomen waarin ook het water uit de Van Veen-grijper terecht komt. Blijkbaar heeft men dus een groter verlies van oppervlaktesoorten, omdat tijdens het nemen van deelstalen uit de Van Veen, het

VAN VEEN SAMPLES



SCUBA DIVER SAMPLES



NEMATODA

HARPACTICOIDA

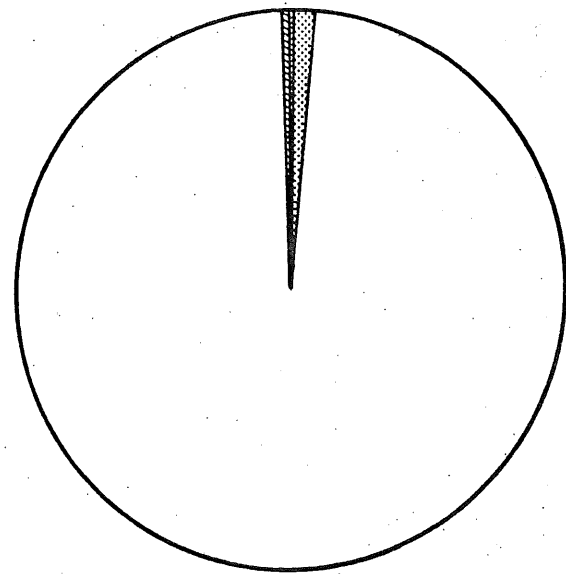
POLYCHAETA

TURBELLARIA

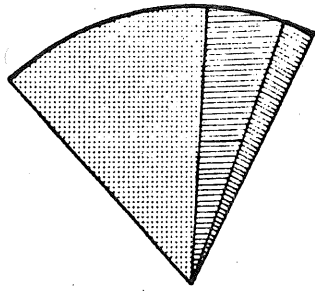
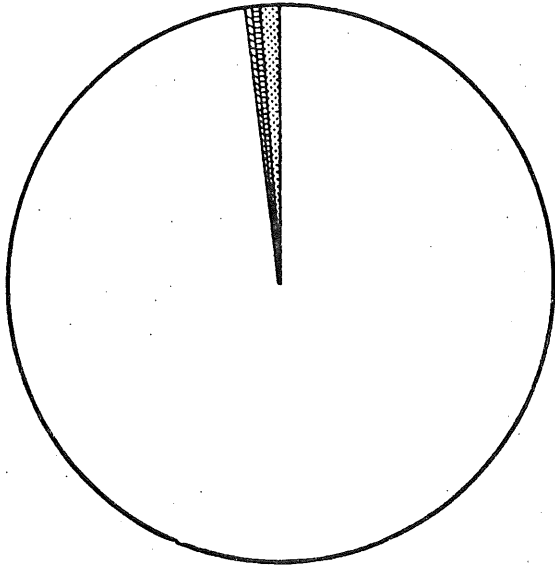
fig. 2a.

Relative abundantie van meiobenthische taxa in Van Veen en SCUBA monsters genomen op Lokaliteit M01

VAN VEEN SAMPLES



SCUBA DIVER SAMPLES



NEMATODA

HARPACTICOIDA

POLYCHAETA

TURBELLARIA

fig. 2b.

Relatieve abundantie van meiobenthische taxa in Van Veen en SCUBA monsters genomen op lokaliteit M06

VAN VEEN SAMPLES

SCUBA DIVER SAMPLES

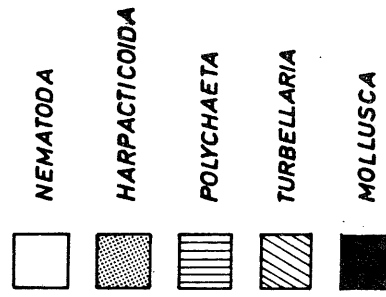
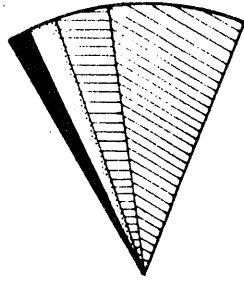
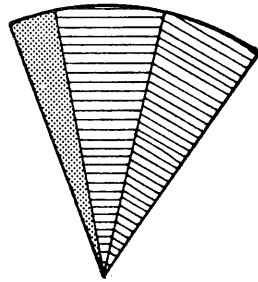
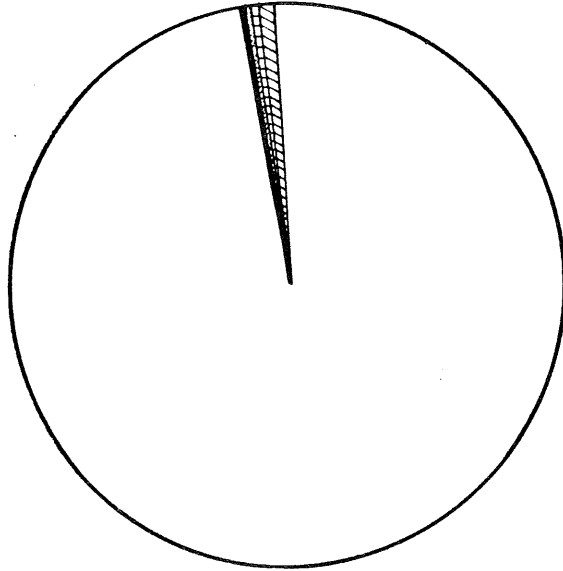
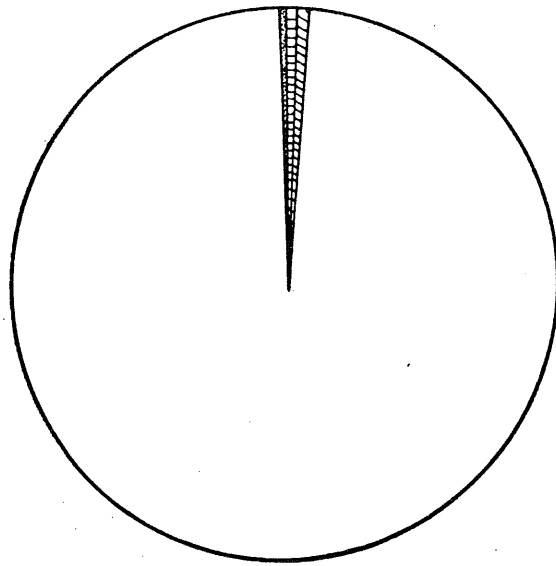


fig. 2c.

Relatieve abundantie van meiobenthische taxa in Van Veen en SCUBA monsters genomen op lokaliteit M11

water samen met een aantal dieren door de spleten van de Van Veen weg-
vloeit. Tevens is de variabiliteit in de Van Veen-stalen lager dan in
de SCUBA-stalen door de grotere oppervlakte bemonsterd met de Van Veen
en de daaropvolgende homogenisatie van het materiaal (verschillen in
densiteitschatting ten gevolge van aggregatie van de organismen worden
op deze wijze genivelleerd).

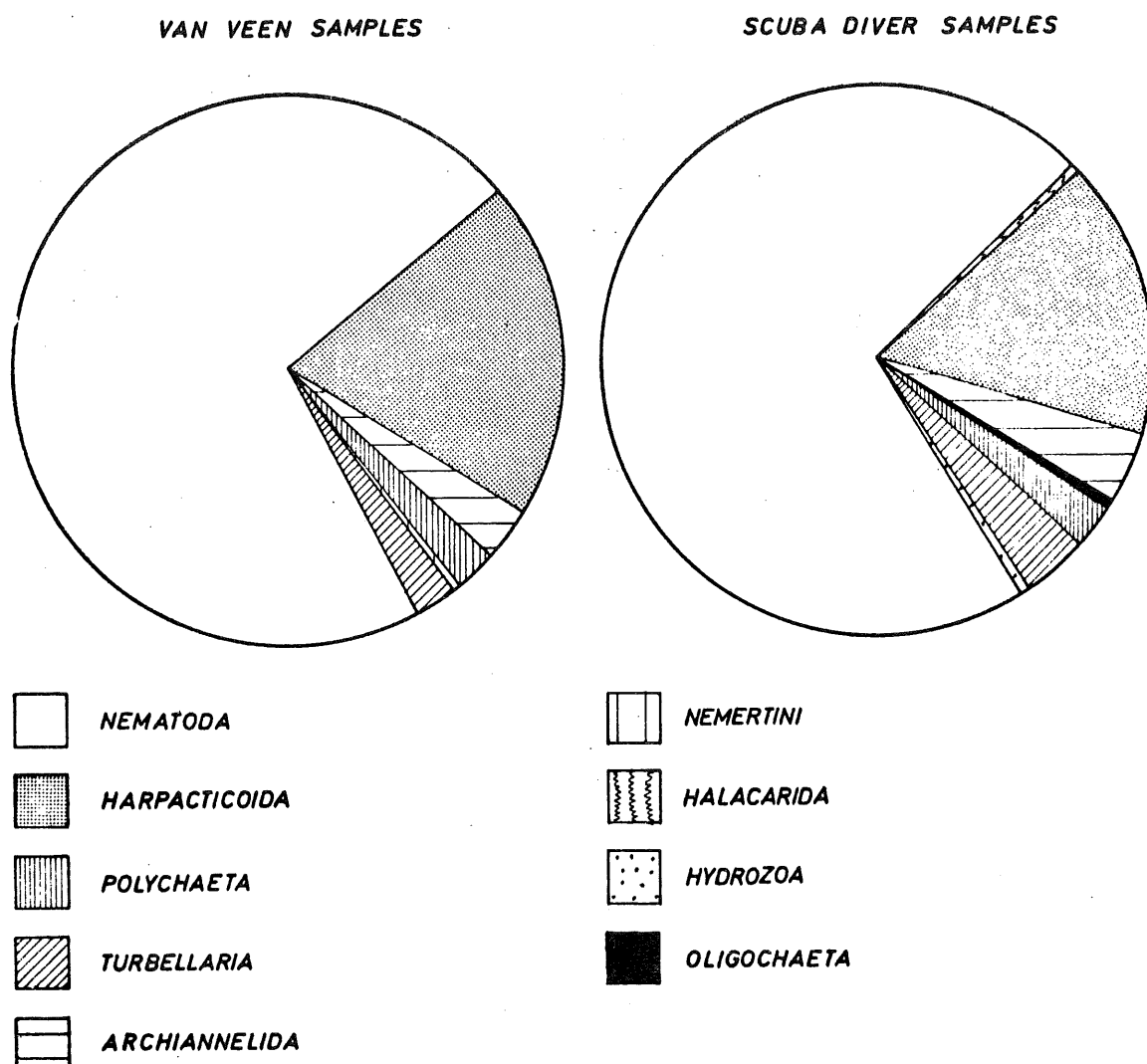


fig. 2d.

Relatieve abundantie van meiobenthische taxa in Van Veen en SCUBA monsters genomen op lokaliteit M1323

Elmgren (1973) stelt voor modderbodems op 47 m diepte (Baltische Zee) een densiteit van 66 % vast in de Van Veen t.o.v. een *grab type box sampler* (correctie 1,4) .

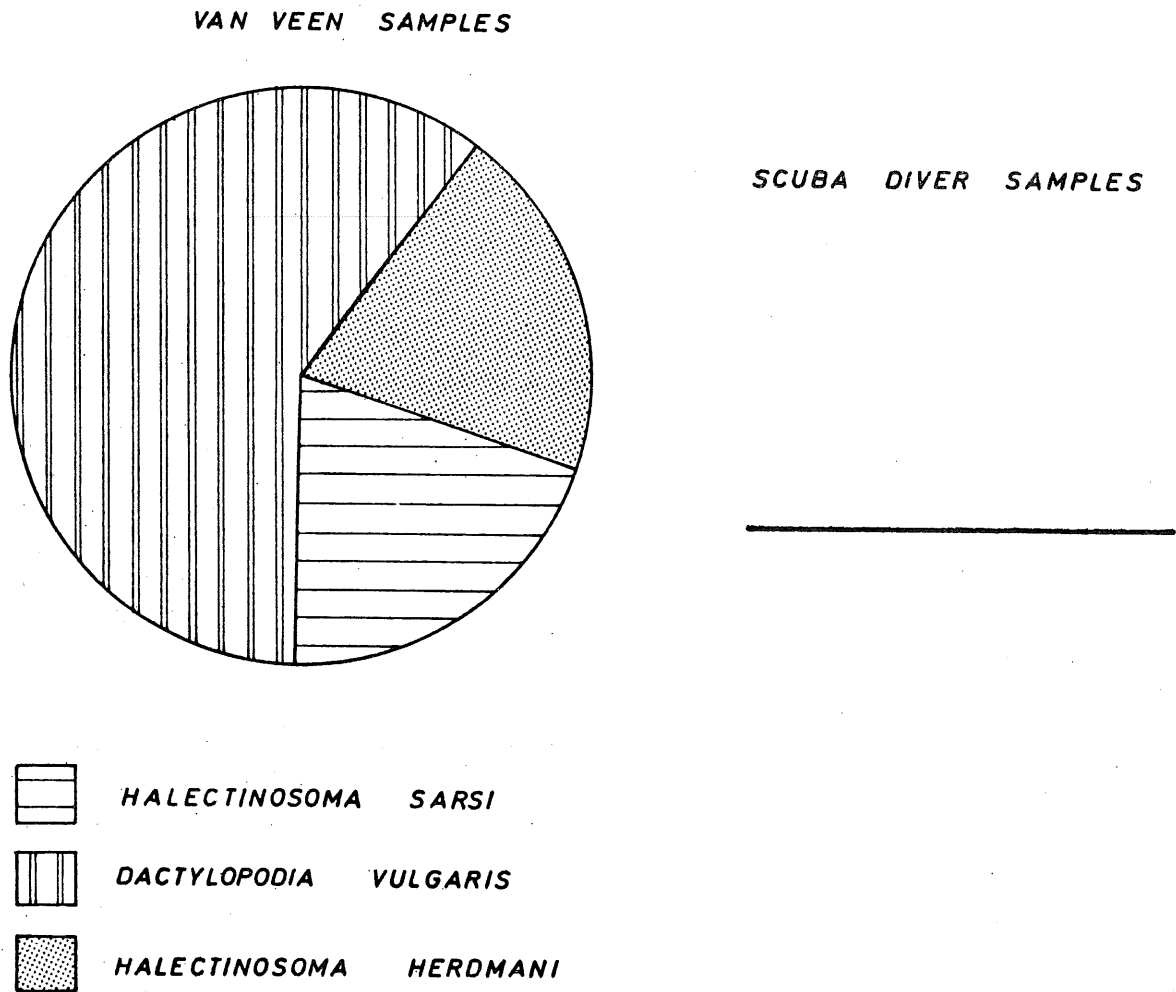


fig. 3a.

Relatieve abundantie van Harpacticoidensoorten in Van Veen en SCUBA monsters van lokaliteit M01

Voorzichtigheidshalve hebben wij de lage correctiefactor gekozen, de zeer afwijkende cijfers van M11 negerend, en werden de densiteiten van de Nematoden van alle sedimenten vermenigvuldigd met een faktor 1,5 en de densiteiten van de andere taxonomische groepen uit zuivere zandbodem (zone C) (waarvan minstens 80 % in de bovenste 6 cm voorkomt),

VAN VEEN SAMPLES

SCUBA DIVER SAMPLES

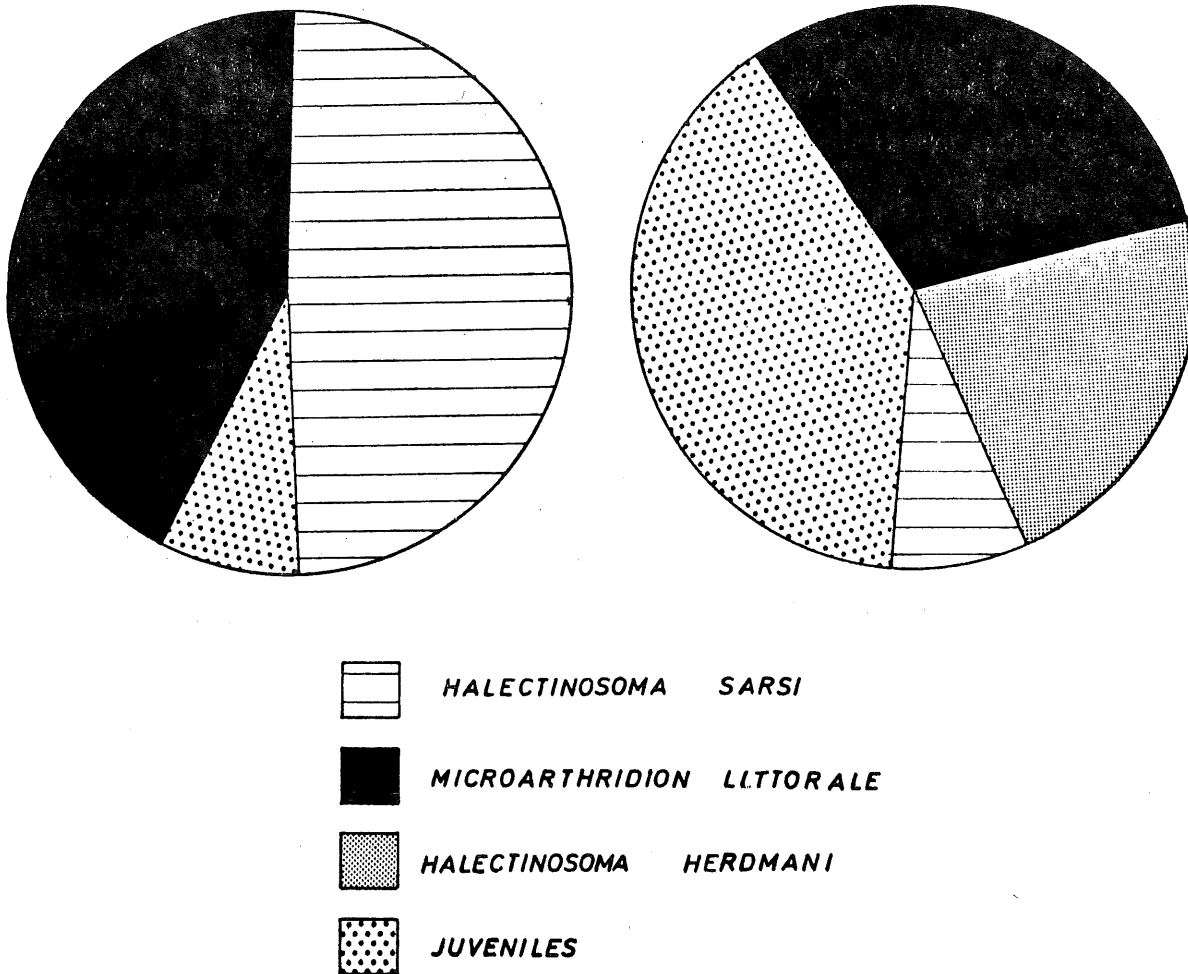


fig. 3b.

Relatieve abundantie van Harpacticoidensoorten in Van Veen en SCUBA monsters van lokaliteit M06

vermenigvuldigd met een faktor 1,2 . Een t-test toonde geen significante verschillen aan op het 90 % significantieniveau tussen Van Veen en SCUBA-monsters na aanbrengen van deze correctie behalve voor lokaliteit M11.

Een vergelijking van de diversiteiten van de grote taxonomische groepen en van de harpacticoïden leverde geen merkbare verschillen op (fig. 2, fig. 3).

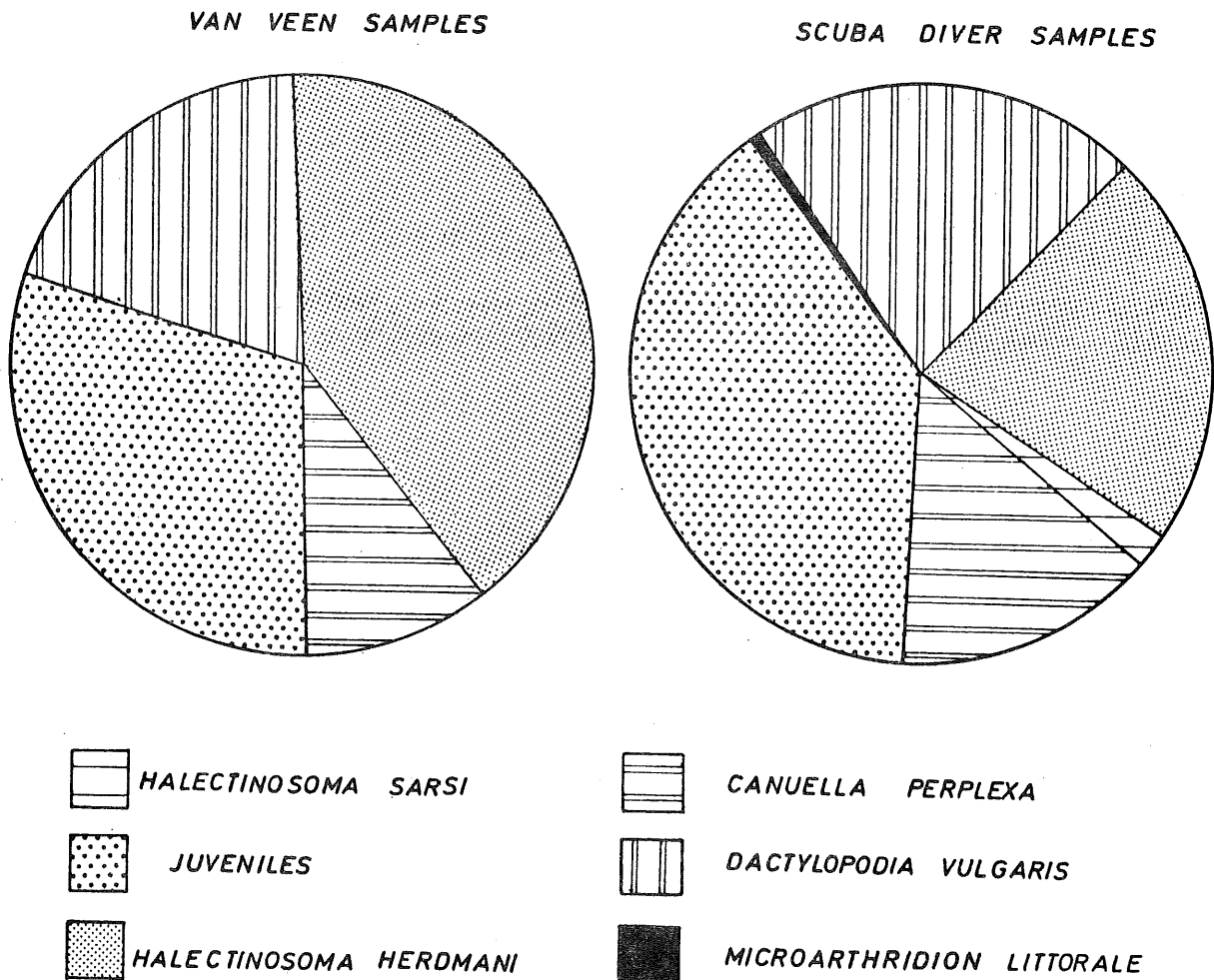
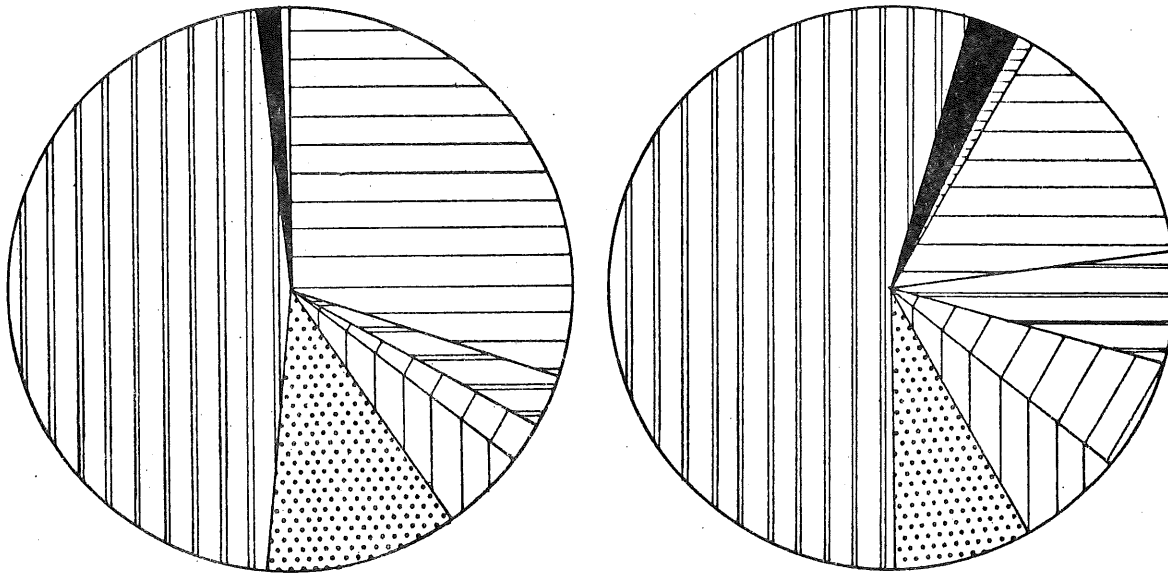


fig. 3c.

Relatieve abundantie van Harpacticoïdensoorten in Van Veen en SCUBA monsters van lokaliteit M11

VAN VEEN SAMPLES

SCUBA DIVER SAMPLES



 *LEPTOPONTIA CURVICAUDA*

 *JUVENILES*

 *PARALEPTASTACUS ESPINULATUS*

 *PSAMMOTOPA PHYLLOSETOSA*

 *LEPTASTACUS LATICAUDATUS*

 *EVANSULA INCERTA*

 *ARENOCARIS BIFIDA*

 *ARENOSETELLA GERMANICA*

 *ARENOPONTIA SP.*

fig. 3d.

Relatieve abundantie van Harpacticoidensoorten in Van Veen en SCUBA monsters van lokaliteit M1323

Jensen (1974) stelde vast dat zowel de densiteit van Nematoden per staal als de densiteit per dag voor eenzelfde lokaliteit significant verschillend is in stalen genomen met de Van Veen-grijper in de

Noordzee (M06, M14); het aantal soorten per staal is echter niet significant verschillend. Die verschillen zouden kunnen te wijten zijn aan verschillen in de stroomsnelheid ten gevolge van de verschillende fasen in het getij (De Coninck, pers. med.).

3.- Meiobenthische gemeenschappen

3.1.- Inleiding

Het is bekend dat de opvattingen over het begrip gemeenschap vrij uiteenlopend zijn naargelang de auteur. In de mariene ecologie werd het begrip voor het eerst gehanteerd door Petersen (1914) die observeerde dat er een grote uniformiteit heerst over uitgestrekte gebieden van de zeebodem, wat hem er toe bracht statistische gemeenschappen te herkennen die door één of meerdere opvallende organismen konden gekarakteriseerd worden. Bij de opstelling van deze gemeenschappen werd geen rekening gehouden met interacties tussen de verschillende soorten.

Bij de omschrijving van dergelijke gemeenschappen speelt de vraag of gemeenschappen zich gedragen als super-eenheden met een eigen evolutie, of dat het toevallige associaties zijn van soorten met ongeveer gelijke reacties op de omgeving, eigenlijk geen rol. Wij zullen hier eveneens dit standpunt innemen en onze gemeenschappen beschouwen als statistisch vaststelbare grootheden zonder ons uit te spreken over hun interne dynamiek. Thorson (1957) aanvaardt impliciet het bestaan van een eigen interne reeks processen wanneer hij het begrip parallele gemeenschappen invoert; dit zijn gemeenschappen in verschillende geografische streken waar vergelijkbare milieumomstandigheden heersen en waar de gemeenschappen gekenmerkt zijn door het voorkomen van gelijkaardige soorten, dikwijls behorend tot hetzelfde genus. Volgens Thorson (1957) ontstaan deze parallele gemeenschappen doordat gelijkaardige selectieve krachten inwerken op de organismen, vooral op de larvale stadia ervan. Hierdoor evolueren deze gemeenschappen in dezelfde zin.

De gemeenschappen van het benthos werden vrijwel steeds aan de hand van het macrobenthos omschreven. Remane (1933) onderscheidde evenwel reeds zes gemeenschappen in de Kieler Bucht die grotendeels op de meiofauna waren gebaseerd. Ons interesseert vooral de *Halammohydra*-gemeenschap van grof tot zeer grof zand die zou overeenkomen met de macrobenthische *Amphioxus*-gemeenschap; de *Corbula*-zone, op modder van 6 tot 15 m diepte, wordt vooral gekenmerkt door de maximale ontwikkeling van de Kinorhyncha.

Wieser (1960) beschreef twee gemeenschappen van de oostkust der Verenigde Staten (Buzzards Bay) op basis van de meiofauna. De *Terschellingia longicaudata* - *Trachydemis mainensis* gemeenschap, waarvan de karakteristieke soorten respektievelijk tot de Nematoda en de Kinorhyncha behoren, is karakteristiek voor slijkbodems en komt overeen met de macrobenthische *Nucula proxima* - *Nephtys incisa* gemeenschap. De zandbodems in dit gebied worden bewoond door de *Odontophora* - *Leptonemella* gemeenschap, overeenkomend met de macrobenthische *Ampelisca*-gemeenschap.

Het gebruik van nematoden als karaktersoorten geeft echter aanleiding tot het onderkennen van een groot aantal groeperingen, dit doordat nematoden een grote diversiteit vertonen en zelfs kleine verschillen in de omgeving kunnen leiden tot het optreden van verschillende soorten. Dit kan voordelig zijn wanneer beperkte gebieden onderzocht worden en zo toonden Heip en Decraemer (1974) voor de zuidelijke Noordzee aan dat de diversiteit van de nematodengemeenschappen vrijwel lineair stijgt met de korrelgrootte van het sediment. Wanneer echter grote gebieden moeten gekarakteriseerd worden, analoog met de benadering via het macrobenthos, dan lijken nematodengemeenschappen hiervoor minder geschikt.

Sinds Wieser (1953) wordt ook de trofische structuur van meiobenthische gemeenschappen onderzocht aan de hand van de mondholtestructuur van de nematoden als indicator van hun voedingswijze. Alhoewel de indeling van nematoden in groepen op deze basis niet noorzakelijk een exacte weergave van hun rol in het ecosysteem is, toch kan het onderzoek van deze morfologische types ons inzicht verschaffen over het over-

wegen van bepaalde voedingswijzen in het milieu. Dit soort onderzoek werd door verschillende auteurs gedaan [Warwick (1971); Warwick en Buchanan (1971); Boucher (1972); Brenning (1973); Ward (1973)].

Voor het karakteriseren van grote gebieden zijn harpacticoïden meer geschikt, ook al omdat de taxonomie van deze groep eenvoudiger is en beter gekend. De eerste die parallele of isogemeenschappen van harpacticoïden onderscheidde was Por (1964a). In zuivere, eulitorale zanden komt een kwalitatief arme gemeenschap voor met enkele zeer karakteristieke soorten : *Canuella perplexa*, *Harpacticus flexus* en *Halectinosoma herdmanni* (daarbij herbergt het eulitoraal een zeer rijke interstitiële fauna). Parallelen van deze gemeenschap worden aangetroffen in de Middellandse zee (zowel oostelijke als westelijke kant), waar evenwel *Canuella perplexa* ontbreekt. Langs de Scandinavische kusten zou *Harpacticus flexus* vervangen worden door *Harpacticus uniremus*. In Israël wordt *Halectinosoma herdmanni* naar diepere bodems verdrongen door *Halectinosoma diops*. Een andere parallele gemeenschap van soortgelijke substraten maar met meer slib en op grotere diepte omvat eveneens *Halectinosoma herdmanni* en *Harpacticus flexus*, maar *Canuella perplexa* wordt vervangen door *Canuella furcigera* die langs de Israëliëse kust in competitie komt met *Canuella longipes*. Deze gemeenschap wordt echter vooral gekenmerkt door Laophontidae van het genus *Asellopsis*. Een derde parallele gemeenschap wordt door Por uit de Zwarte Zee beschreven : de *Canuella furcigera* - *Enhydrosoma sordidum* gemeenschap die alleen daar voorkomt.

Van grofkorrelige zanden (*Amphioxus*-zand) en schelpbodems is een andere, zeer specifieke fauna bekend. Het karakteristieke genus van dergelijke bodems schijnt *Rhyncholagena* te zijn, samen met enkele soorten van het genus *Robertgurneya*, *Bulbamphiascus imus* en enkele Tetragonicepsidae. Door Soyer (1970) werd uit de Middellandse zee een parallele gemeenschap beschreven, de *Rhyncholagena levantina* - *Pseudamphiascopsis ismaelensis* gemeenschap, waarin de Diosaccidae de voornaamste familie zijn gevolgd door de Ectinosomidae en de Ameiridae.

Van sublitorale fijnere zanden zijn volgens Por (1964a) vooral *Lep-tastacus*-soorten karakteristiek terwijl volgens Kunz (1951) zekere ver-

tegenwoordigers van de *Leptomesochra*-groep (Ameiridae) en zekere Paramesochridae duidelijk interstitiële vormen zijn. Deze gemeenschappen schijnen een wereldwijde verspreiding te kennen; de dominante soorten zijn vrijwel overal soorten van de genera *Bradya*, *Stenhelia*, *Haloschizopera*, *Enhydrosoma*, *Cletodes*, *Typhlamphiascus* en *Eurycletodes*. We moeten nochtans met Coull en Herman (1970) opmerken dat de studie van de zoogeografie van meiobenthische copepoden lijdt aan een groot gebrek aan gegevens uit grote delen van de wereld, zodat veralgemingen gevaarlijk blijven. De gegevens van Coull en Herman (1970) steunen evenwel toch het concept van de parallele gemeenschappen : zo vonden deze auteurs op Bermuda een *Leptastacus macronyx* - *Praeleptomesochra africana* gemeenschap op fijne zanden die duidelijk parallel is met de door Por (1964a) beschreven gemeenschap van fijne zanden in Scandinavische wateren; specifieke soorten waren daar *Paramesochra minor*, *Paramesochra intermedia*, *Leptastacus laticaudatus* en *Rhizothrix bocqueti*. De eerste drie komen ook voor op zanden rond Helgoland, de vierde is beschreven uit Roscoff.

Van de Middellandse zee beschreef Soyer (1970) naast de twee reeds vermelde gemeenschappen ook een derde en zeer ingewikkelde gemeenschap van slib, de *Haloschizopera pontarchis* - *Typhlamphiascus lutincola* - *Cletodes pusillus* gemeenschap, waarvan hij een aantal ondergemeenschappen onderscheidde.

3.2.- Meiobenthische gemeenschappen in de zuidelijke bocht van de Noordzee

3.2.1.- Overzicht

In het bestudeerde gebied konden twee duidelijk onderscheiden gemeenschappen worden omschreven met een overgangsgemeenschap tussen beide. De omschrijving van deze gemeenschappen steunt op het al dan niet voorkomen van twee duidelijk verschillende types van Harpacticoida : enerzijds grote endobenthische detrituseters, typisch voor koolstofrijke bodems met modderig of zandig substraat, anderzijds kleine meiobenthische grazers, typisch voor koolstofarme "zuivere" zanden. Daar nog niet alle

MAP OF THE THREE MEIOBENTHIC
COMMUNITIES OF THE SOUTHERN BIGHT
(1972)

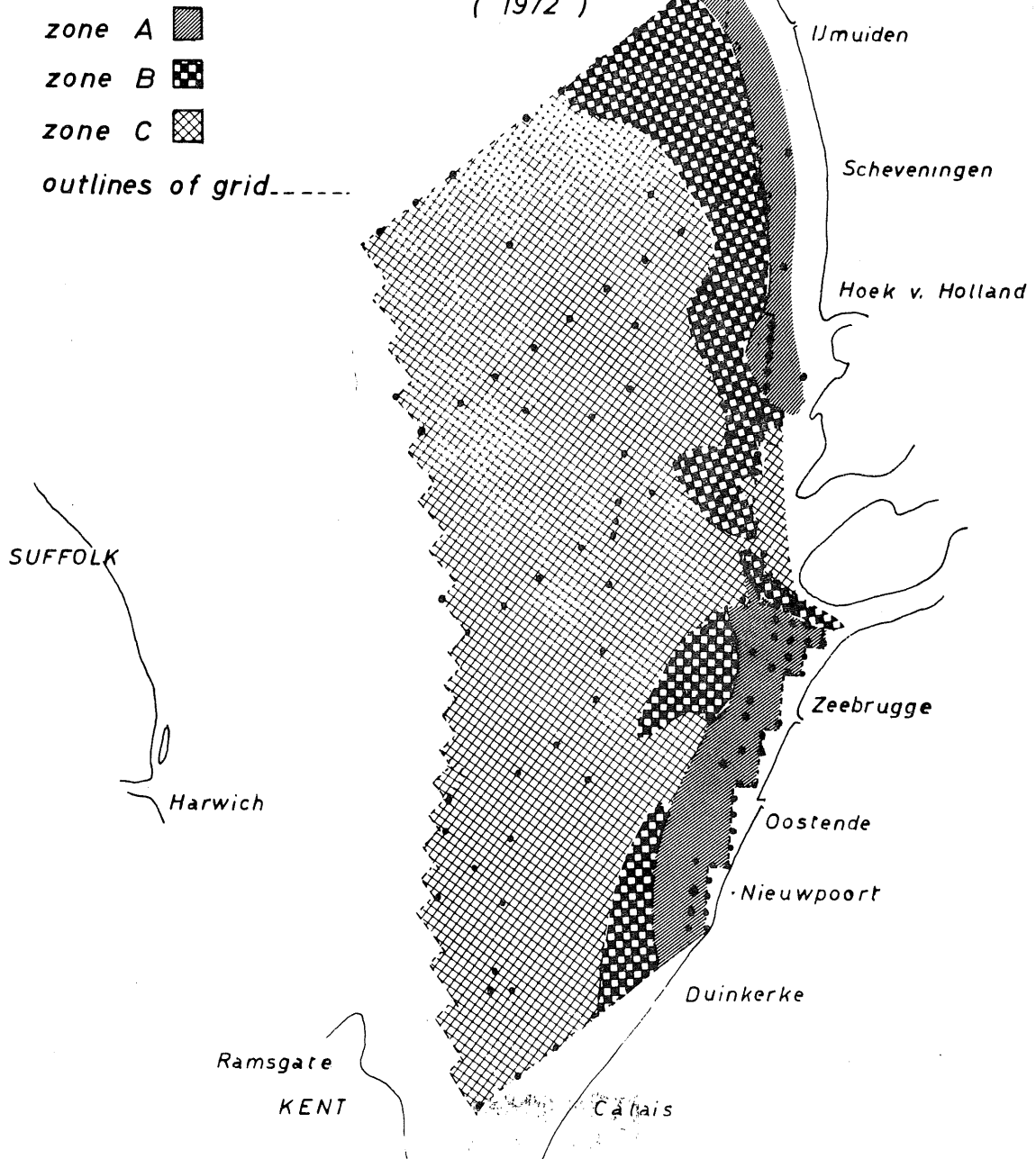


fig. 4.

De drie gemeenschappen in de zuidelijke Noordzee :

Zone A : het gebied gekenmerkt door de littorale Halectinosoma herdmani - Microarthridion littorale gemeenschap.

Zone B : het gebied gekenmerkt door de overgangsgemeenschap Halectinosoma herdmani - Leptastacus laticaudatus.

Zone C : het gebied gekenmerkt door de sabulicole Leptastacus laticaudatus - Psammotopa phyllosetosa gemeenschap.

harpacticoïden van alle stations taxonomisch verwerkt zijn, worden hier als statistische gegevens de frequentie en dominantie van de soorten in een aantal stalen $F_i = \frac{\sum n_i}{N}$ gegeven en een beperkt aantal stalen werd vergeleken met de similariteitsindex van Sørensen (Treillis-diagram, fig. 12). In 1972 werd het grootste aantal stations bemonsterd; steunend op de verspreiding van de harpacticoïden over de diverse stations in dat jaar en ook over MO1, MO6, M11 en M20 voor de vijf jaar werden drie zones of gemeenschappen onderscheiden in de zuidelijke Noordzee (fig. 4)

- Zone A of *Halectinosoma herdmanni*-*Microarthridion littorale* gemeenschap

Omschrijving : een aan de kust grenzend gebied met een maximale oppervlakte van 3000 km². Het substraat bestaat uit met modder gemengd fijn zand en modder; de groepsdiversiteit schommelt tussen 1,5 à 2,3 taxa gemiddeld over vijf jaar en de harpacticoïden vormen een isogemeenschap met de *Halectinosoma herdammi*-*Harpacticus flexus* gemeenschap [Soyer (1970)] van sublitorale fijne zanden en modder.

- Zone B of *Halectinosoma herdmanni*-*Leptastacus laticaudatus* gemeenschap

Een aan zone A grenzend gebied, van de kust weg, met een maximale oppervlakte van ongeveer 2500 km²; het substraat bestaat uit zand met een sterk wisselende modder- en detritusfractie; de groepsdiversiteit schommelt tussen 2,8 en 5,6 taxa gemiddeld over vijf jaar; deze gemeenschap komt overeen met de door Kunz (1971) beschreven gemeenschap uit detritusrijk zand.

- Zone C of *Leptastacus laticaudatus*-*Psammotopa phylloseta* gemeenschap

Een zone, grenzend aan zone B en het grootste deel van het onderzochte gebied bestrijkend met een maximale oppervlakte van ongeveer 20.000 km²; het substraat bestaat uit fijn tot grof "zuiver" zand. De groepsdiversiteit schommelt tussen 7,8 en 6,1 taxa gemiddeld over vijf jaar. De harpacticoïdensoorten vormen een isogemeenschap van de

fig. 5.
 Verschillende fysische parameters die de meiobenthische gemeenschappen beïnvloeden

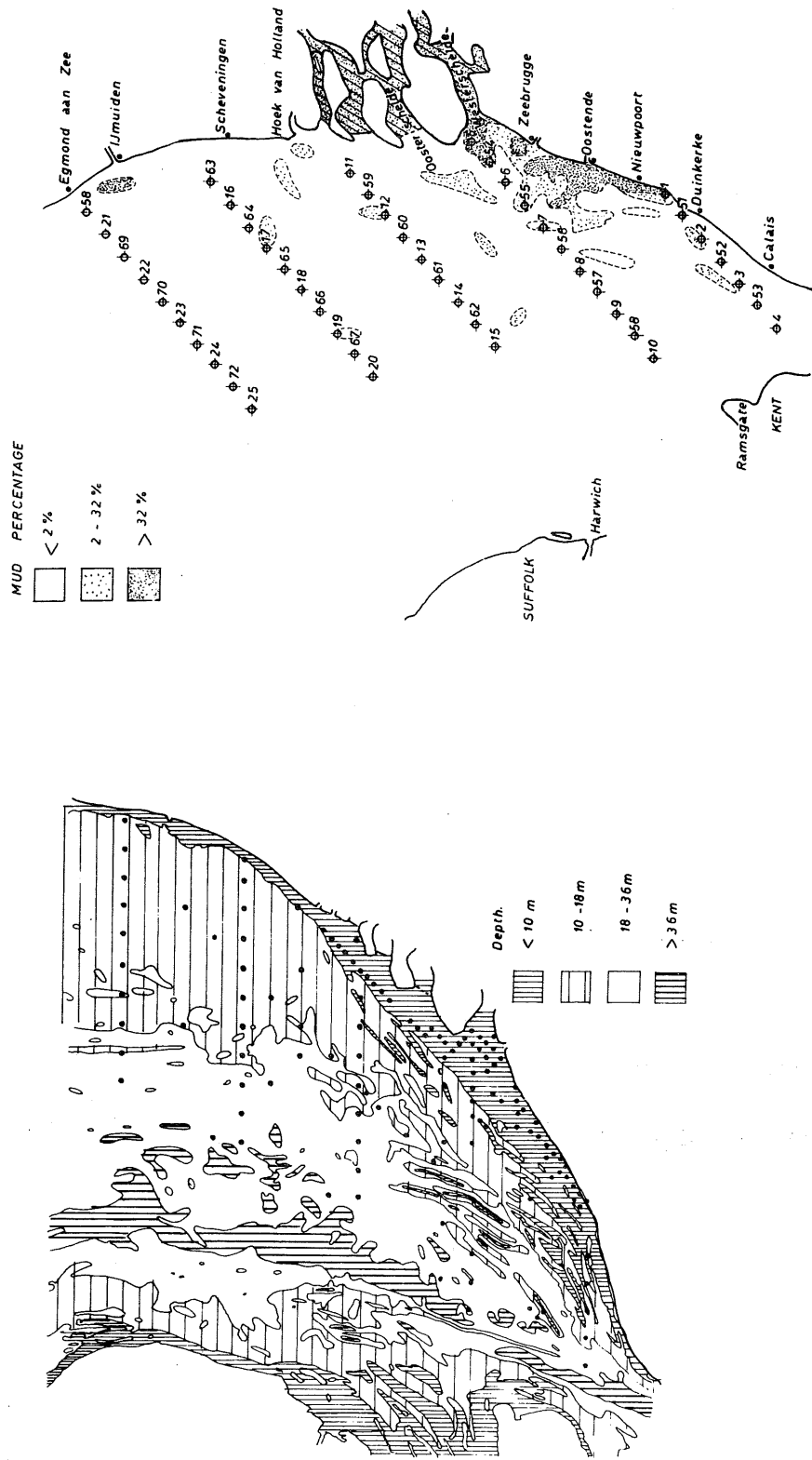


fig. 5a.
 Waterdiepte

fig. 5b.
 Gehalte van klei - leem fraktie in het sediment

Leptastacus macronyx-*Praeleptomesochra africana* gemeenschap [Coull en Herman (1970)] en andere *Leptastacus* spp. gemeenschappen uit "zuivere" zanden [Por (1964)].

3.2.2.- Zone A of *Halectinosoma herdmanni*-*Microarthridion littorale* gemeenschap

3.2.2.1.- Substraat (fig. 5 en tabel 5)

De diepte in deze zone overschrijdt niet de 10 m, en het gebied valt samen met de grootste concentraties van klei-leem en detritus, aangebracht door de Schelde en de IJzer in het zuiden en een zeer smalle strook in het noorden, samenvallend met de afvloeï van de Rijn, die dicht bij de kust blijft. Golfenergie en stromingen bereiken hoge waarden in dit gebied (*current velocity* 60 m/s ; $V_{100}^{\min} \approx 20$ cm/s). Desondanks krijgen sedimentatie van slib, veroorzaakt door de hoge concentraties van suspensiemateriaal en organisch materiaal waardoor de vorming van aggregaten door biologische activiteit bevorderd wordt [Gullentops (1973)]. Door de geringe diepte worden de bovenste lagen steeds opnieuw in suspensie gebracht (turbiditeit 1 mg/l ; materie in suspensie 10 mg/l) [Moens (1973)]. De modderlaag is ver van homogeen in dikte en volgt de geribde bodemtopografie in het zuiden terwijl de 2,3 - 4 miljoen ton modder die per jaar uit de Rijn komt [McCave (1971)] grotendeels in suspensie blijft; alleen onderbepaalde omstandigheden worden modderlagen van max. 2,5 cm dikte gevormd, of 0,3 cm dikke lagen gedurende doodwaterperioden [Moens (1973)]. Het zand (fijn tot gemiddeld) is gemengd met 2 tot meer dan 32 % modder en het gehalte organisch materiaal bedraagt over het algemeen meer dan 0,5 %.

Daar zware metalen met de modderfractie verbonden zijn in het normaal dat in dit gebied de hoogste waarden genoteerd worden (Zn > 200 ppm ; Cu > 30 ppm ; Mn > 500 ppm ; Fe_2O_3 > 2,5 %) [Wollast (1972); Elskens (1973)].

Tabel 5
Korrelgrootte-analyse

	% grint	% zand	% slib-klei	% org. C	Mediaan μ zandfractie
M01	-	94,85	5,15	0,3	154
M02	-	99,18	0,82	-	236
M03	-	99,94	0,06	-	325
M04	100	-	-	-	-
M05	-	58,88	41,12	1,5	159
M06	-	97,27	2,73	0,1	259
M07	30,3	97,50	2,50	0,1	291
M08	45,6	99,07	0,93	-	255
M09	-	98,00	2,00	0,3	496
M10	-	99,70	0,30	0,2	392
M11	-	99,40	0,60	0,2	215
M12	-	100,00	-	0,2	376
M13	-	100,00	-	0,1	400
M14	0,16	99,50	0,50	-	346
M15	-	99,60	0,40	-	406
M16	-	98,00	2,00	-	283
M17	-	97,90	2,10	-	303
M18	-	99,00	1,00	-	287
M19	-	97,20	2,80	-	281
M20	-	99,10	0,90	-	299
M21	-	99,10	0,90	0,1	233
M22	-	98,60	1,40	0,1	227
M23	-	99,20	0,80	0,1	219
M24	-	98,60	1,40	0,3	227
M25	-	99,20	0,80	0,1	257
M1034	-	20,20	79,80	1,7	150
M1050	-	5,50	94,50	3,2	150
Z 1	-	83,80	16,20	2,0	162
Z 2	-	99,80	0,20	0,2	173
Z 5	-	91,40	8,60	1,1	167
Z 6	-	99,30	0,70	1,2	139
Z 7	-	99,70	0,30	0,4	136
Z 8	-	88,20	11,80	0,8	130
Z 9	-	99,90	0,10	0,5	245

fig. 5.

Verskillende fysische parameters die de meiobenthische gemeenschappen beïnvloeden

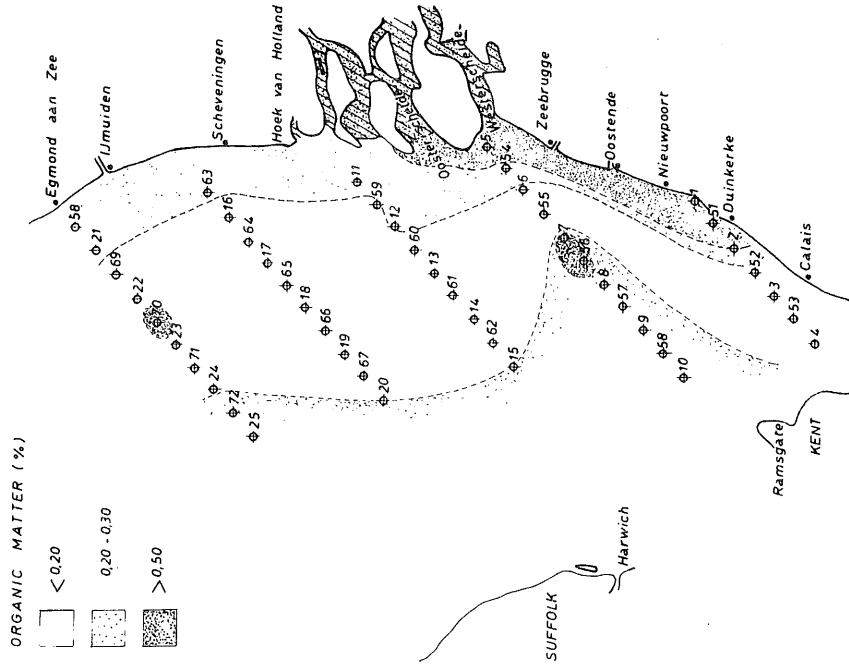


fig. 5d.

Gehalte organische materiaal in het sediment

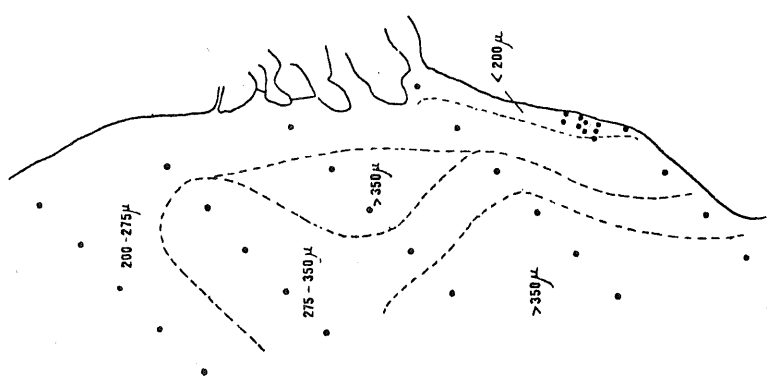


fig. 5c.

Mediane korrelgrootte van de zandfraktie

fig. 5.

Verskillende fysieke parameters die de meiobenthische gemeenschappen beïnvloeden

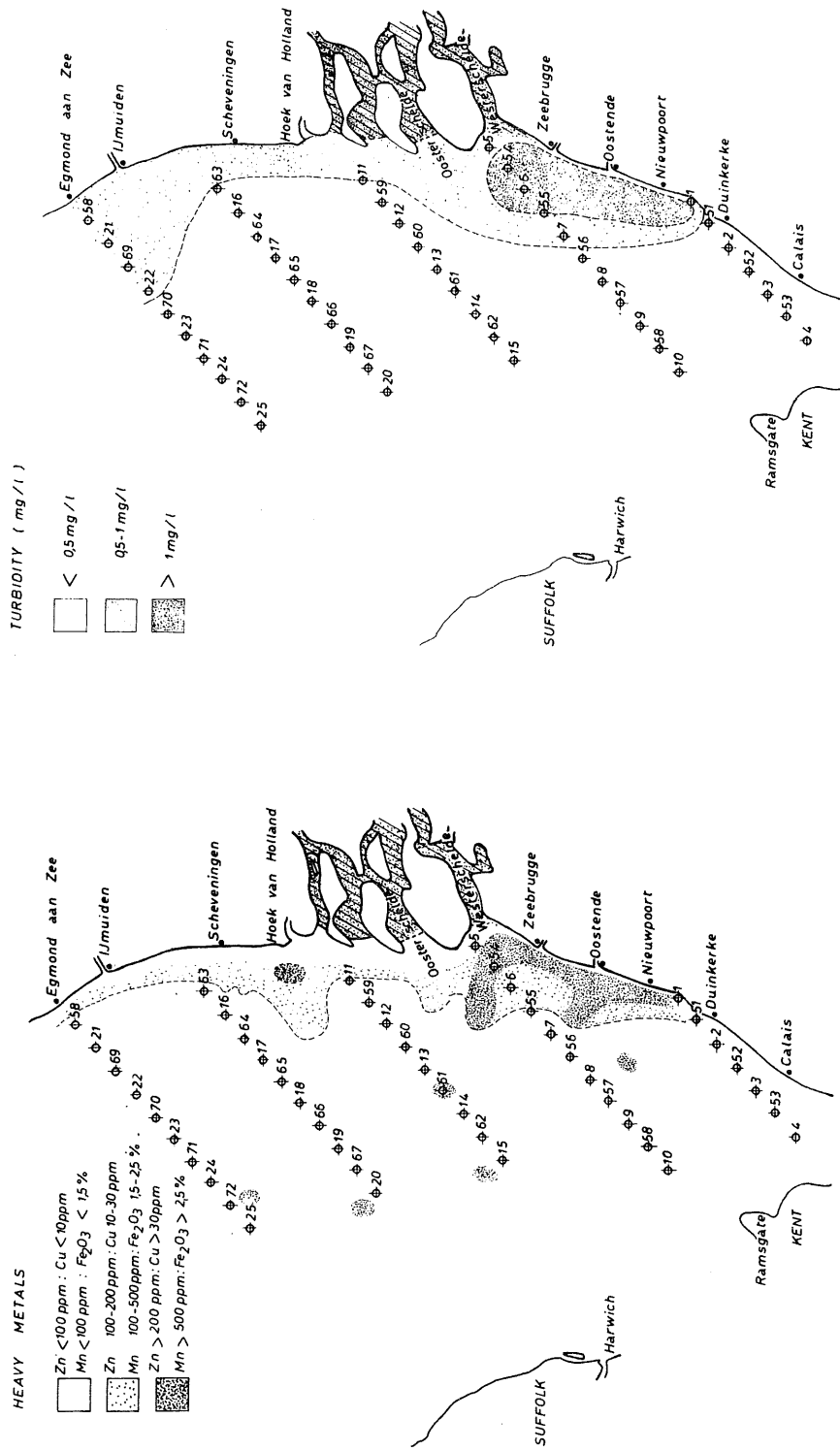


fig. 5e.

Concentraties van zware metalen

fig. 5f.

Invoel van de getijdenstromingen en golfslag

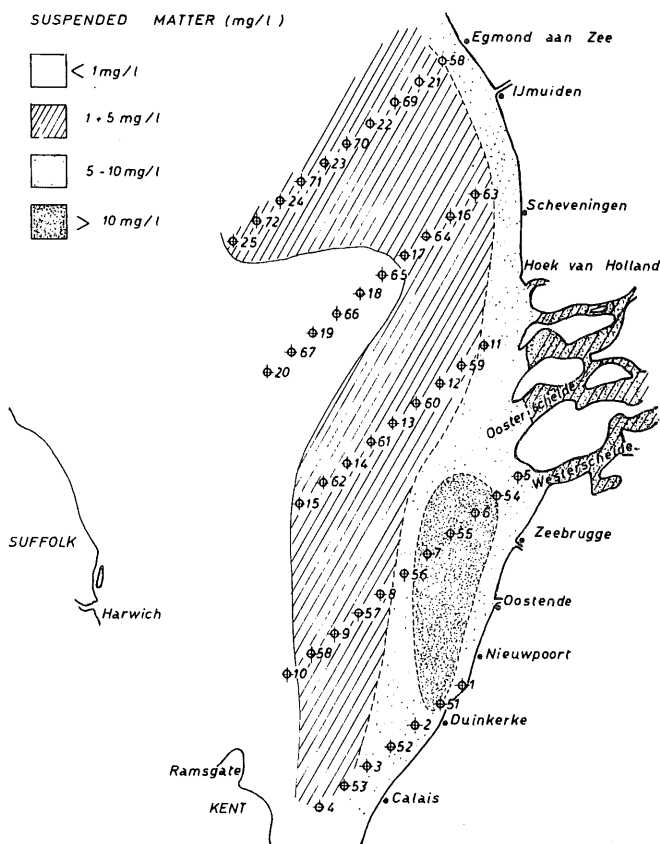


fig. 5g.

Verschillende fysische parameters die de meiobenthische gemeenschappen beïnvloeden
Invloed van de getijdstromingen en golfslag

3.2.2.2.- Harpacticoida

De harpacticoiden uit deze gemeenschap zijn alleen grote endo- en epibenthische soorten met ofwel verbrede aanhangsels voor een zwemmende levenswijze, ofwel een torpedovormige cephalothorax en gereduceerde aanhangsels voor een gravende levenswijze. Als epibenthisch mag *Microarthridion littorale* worden beschouwd, terwijl *Pseudobradya* cf. *beduina*, *Halectinosoma sarsi*, *Halectinosoma herdmanni*, *Canuella perplexa*, *Dactylopodia vulgaris*, *Enhydrosoma propinquum*, *Bulbamphiascus imus* en *Typhlamphiascus spec.* gravende vormen zijn [Coull (1970)]. Alle soorten

zijn detrituseters. Het meest frekvent en dominant zijn *Microarthridion littorale* en *Halectinosoma herdmani*

De gemeenschap is een verarmde isogemeenschap van de *Halectinosoma herdmani-Harpacticus flexus* gemeenschap beschreven van fijne zanden uit de Middellandse Zee [Soyer (1970c)]. Sterk vergelijkbare gemeenschappen worden op zand en modderige substraten aangetroffen in de noordelijke Noordzee [Noodt (1957)], de Scandinavische kust [Por (1965a,b)], de Zwarte Zee en de oostkust van de Middellandse Zee [Por (1964a)] evenals te Kiel (Oostzee) [Scheibel en Noodt (1975)] en te Bermuda [Coull (1970)].

3.2.2.3.- Nematoda

De nematoden van deze zone werden bestudeerd door Decraemer (1972) en Heip en Decraemer (1974).

Vijf lokaliteiten werden bemonsterd voor de Belgische kust tussen Oostduinkerke en Middelkerke met een Van Veen grijper in 1971.

Het sediment van Z1 bestond uit slib met een hoog gehalte organisch materiaal (1,8 %) , terwijl dit van Z3 bestond uit gemiddeld zand (mediaan 312 µm) met een zeer laag gehalte organische materiaal (0,07 %) , Z6 uit zandig slib (kleifractie 11,7 % , mediaan van zandfractie 134 µm) met hoog gehalte organisch materiaal (0,75 %) . Het sediment van Z7 bestond uit zandig slib (mediaan van de zandfractie 163 µm) met een laag gehalte organisch materiaal (0,21 %) en dit van Z9 uit gemiddeld zand (mediaan 257 µm) met een zeer laag gehalte organisch materiaal (0,06 %) .

Voor de verdeling van de nematoden in voedingstypes nemen we de klassifikatie van Wieser (1953) aan die steunt op de mondholtestructuur en die later door hemzelf (1959a,b) en anderen [o.m. Ward (1975)] werd versoepeld :

- groep 1A : wellicht selektieve deposit-eters,
- groep 1B : mogelijk niet-selektieve deposit-eters,
- groep 2A : epistratum-eters,
- groep 2B : overwegend predatoren en omnivoren.

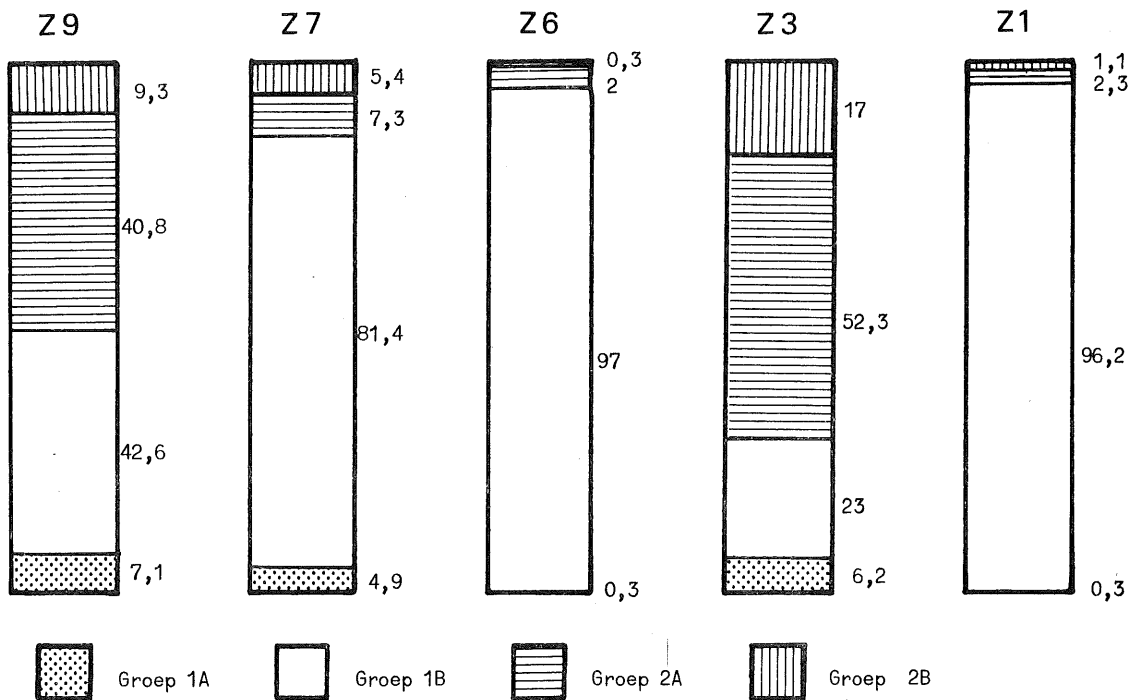


fig. 6.

Samenstelling van Nematodenpopulaties in vier lokaliteiten van zone A volgens het voedingstype. 1A : selektieve depositeters ; 1B : niet-selektieve depositeters ; 2A : epstratumeters ; 2B : omnivoren-predatoren (naar De Craemer, 1972).

Toepassing van deze indeling geeft een duidelijk verschillend beeld naargelang van het substraat. In slibrijke sedimenten, rijk aan organisch materiaal (Z1, Z6) zijn de niet-selektieve deposit-eters volledig dominant (fig. 6) (96,2 % - 97 %). Deze dominantie wordt bepaald door het genus *Sabatieria* (tot 97 %) en in mindere mate *Theristus* (max. 60 %) (fig. 6). Andere groepen zijn zeer slecht vertegenwoordigd. Wieser (1959a,b), evenals McIntyre (1964), vermeldt het genus *Sabatieria* als typisch voor modderige sedimenten. Warwick en Buchanan (1970) en Reise *et al.* (1972) vermelden een percentage van 80 % niet-selektieve deposit-eters op modderige bodems, terwijl Ward (1973) *Sabatieria* als dominant genus vermeldt voor modderige bodems in Liverpool Bay. De soortendiversiteit in dit habitat is zeer laag, zoals o.m. door Ward (1973) wordt opgemerkt.

In zandige substraten van zone A (Z3-Z9) komt een rijkere fauna voor, gedomineerd door de 2A groep (52,3 % en 40,8 %) en in dalende orde gevolgd door 1B, 2B en 1A. In Z3 wordt de groep 2A voornamelijk vertegenwoordigd door de genera *Spilophorella* (22 %), *Rhyps* (15 %) en *Hypodontolaimus* (10 %); in Z9 door *Paracanthonchus* (20 %) en *Paracyatholaimus* (15 %) [Z9 : 20-5-1971 vertoont echter een dominantie van *Theristus* (60 %), voedingstype 1B]. De samenstelling volgens voedingstypes van Z3 is nagenoeg identisch met die van nematoden uit de *Cyprideis-Manayunkia* gemeenschap (zandige modder tot modderige zandbodem) van de Wismar Bucht (Baltische zee) : *Hypodontolaimus*, *Sabatieria* en *Paracyatholaimus* zijn dominant [Brenning (1973)]. De gemeenschap vertoont eveneens gelijkenissen met deze van station B uit Northumberland [Warwick en Buchanan (1970)] en met een litoraal grof zandhabitat in het Exe estuarium [Warwick (1971)]. De diversiteit is hoog en geen enkele soort is zo overweldigend dominant als de dominante soort in de slibstalen.

Station Z7 heeft een intermediaire positie met een dominante 1B-groep maar minder uitgesproken dominant dan in slibstalen. Groep 1B wordt hier voornamelijk vertegenwoordigd door *Richtersia inaequalis* (max. 45 %) en het genus *Theristus* (max. 60 %).

De dominantie van niet-selektieve deposit-eters ten aanzien van epistratum-eters in slibrijke stalen is in overeenkomst met de vaststelling van Ward (1975) dat er niet alleen een procentuele stijging van deze groep is met de stijging van het slibgehalte, samenvallend met een overeenkomstige daling van het percentage epistratum-eters, maar dat er tevens een algemene tendens bestaat waarbij de numerieke abundantie van deposit-eters stijgt en deze van de epistratum-eters daalt.

Samenvattend kunnen we stellen dat de nematodenfauna in zone A geen homogeniteit vertoont, dit in tegenstelling met de harpacticoidenfauna, maar verschilt volgens de samenstelling van het substraat. Deze fauna kan verdeeld worden in een typische soortenarme modderfauna en een rijkere fauna van koolstofarme zanden; de samenstelling van deze fauna is echter zeer verschillend van de nematodenfauna van zuiver zand uit dieper water.

3.2.2.4.- Turbellaria

Uit deze zone werden de Turbellaria van M68, M1067, M1097, M1189, M2841 en M2552 door Degadt (1973, licentiaatsverhandeling) bestudeerd.

Volgende soorten werden aangetroffen : *Acoela* indet, *Nemertoderma* (*Acoela*), *Haplopharynx rostratus*, *Macrostomide* (*genet* sp. indet), *Macrostomum* (Macrostomiden), *Monocelopsis otoplanoidea*, *Minona* sp., *Duplominona* sp., *Archimonocelis* sp. (Monoceliden, Proseriata), *Otoplanidae* indet (Proseriata), *Typhloplanoidarum* sp., *Aulopharynx aestuarius* (Solenocephalyngidae; Typhloplanoidea), *Provorticidarum* sp. (Dalyellida), *Schizochilus choriurus*, *Neoschizorhynchus parvorostro*, *Pseudoschizorhynchoides ruber* (Schizorhynchidae; Kalyptorhynchia), *Diascorhynchus rubrus*, *Proschizorhynchus triductibus* (Diascorhynchidae; Typhloplanoidea), *Cheliplana* spp. (Carcinorhynchidae, Typhloplanoidea), *Psammorhynchus tubipenis* (Psammorhynchidae, Typhloplanoidea) en *Scanorhynchus forcipatus* (Polycistidae, Typhloplanoidea).

De Macrostomida met *Haplopharynx rostratus* zijn dominant (65 %), gevolgd door de Monocelidae (20 %) met *M. otoplanoidea* en *Duplominosa* sp. (proseriata).

Geen enkele soort komt in meer dan twee van de zes bemonsterde lokaliteiten uit zone A voor. *H. rostratus* wordt vermeld uit zuiver grof zand (Kieler Bucht) [Meixner (1938)], uit de *Halammohydra*-biocoenose van de Kieler Bucht [Ax (1952)] en uit fijn zand van het Noorse sublitoraal [Karling (1965)]. Hier wordt ze in fijn modderig zand aangetroffen. Eén soort, *Aulopharynx aestuarius*, wordt vermeld uit modderig zandige bodems [Ehlers (1972); Schmidt (1968)]; terwijl de andere tot op de soort gedetermineerde Turbellaria niet gebonden schijnen te zijn aan een bepaald sediment [Boaden (1963); Schmidt (1968); Schille (1970)]. *M. otoplanoidea* wordt uit zuiver fijn zand vermeld [Ax (1951)].

3.2.2.5.- Polychaeta

Deze groep wordt hier uitsluitend vertegenwoordigd door mixobenthische vormen, m.a.w. larvale stadia van *Nephtys hombergii* en *Pectinaria*

koreni; de kleinste vormen die hier aangetroffen worden zijn *Anaitides mucosa* en *Eumida sanguinea* (Govaere, pers. med.).

3.2.2.6.- Bivalvia

Deze behoren eveneens tot het mixobenthos en zijn kleine exemplaren (1 mm), voornamelijk van *Abra alba* en *Tellina fabula* (Govaere, pers. med.).

3.2.2.7.- Andere taxa

Gedurende gans het verloop van het onderzoek werden van de overige meiobenthische taxa alleen de Halacariden en Gastrotrichen in twee stalen uit deze zone aangetroffen.

3.2.2.8.- Conclusie

Als algemeen kenmerk van de *Halectinosoma herdmani*-*Microarthridion littorale* gemeenschap mag worden aangenomen dat alle harpacticoiden en het overgrote deel van de Nematoden detritus-eters of niet-selektieve deposit-eters zijn en dat niet alleen het aantal taxa maar ook het aantal soorten laag is met een duidelijke dominantie van één of twee species.

3.2.3.- Zone B of *Halectinosoma herdmani*-*Leptastacus laticaudatus* gemeenschap

3.2.3.1.- Substraat (fig. 5)

De gemeenschap wordt aangetroffen in een gebied verder van de kust verwijderd en tegen zone A aanleunend. De diepte schommelt tussen 15 en 20 m. De zone vertoont een tongvormige uitbreiding naar open zee in het verlengde van het Schelde-estuarium en waaiert noordwaarts breed uit.

Het gehalte aan organische stoffen (0,20 - 0,30 %), turbiditeit (0,5 - 1 mg/l), suspensiemateriaal (1 - 10 mg/l), modder (< 1 - 2 %), Zn (100 - 200 ppm), Cu (10 - 30 ppm), Mn (100-500 ppm) en Fe₂O₃ (1,5 - 2,5 %) ligt beduidend lager dan in zone A.

De stalen zijn echter over het algemeen nog rijk aan detritus, blijkbaar afkomstig van de Schelde, en tijdens periodische bemonsteringen (pt. M06 en pt. M11) werden zeer duidelijke schommelingen in de samenstelling van het substraat vastgesteld, op eenzelfde punt variërend

van detritusrijk zand over niet gereduceerd zand met fijne sliblaag tot gereduceerd zand met dikke sliblaag. Dit gold voornamelijk voor stations die zone A begrenzen en blijkbaar periodisch tot deze zone behoren.

3.2.3.2.- Harpacticoida

Naast de meest frequente endobenthische soorten uit zone A komen hier een aantal cilindervormige meiobenthische soorten voor, die door Wieser (1959a) als glijdende vormen (*sliders*) worden omschreven en die zich voeden met microalgae en bacteriën die op zandkorrels groeien (*epistratum-grazers*). Daarbij komen nog een aantal meestal gravende soorten waarvan het voedingstype grotendeels onbekend is, met uitzondering van de Ameiridae. Zij hebben echter een lage frequentie en zijn nooit dominant in een staal.

De meest frequente soorten zijn *Halectinosoma herdmanni* (detritus-eter) en *Leptastacus laticaudatus* (*grazer*).

Andere detritus-eters zijn *Halectinosoma sarsi*, *Canuella perplexa*, *Dactylopodia vulgaris*, *Ectinosoma dentatum*, *Euterpina acutifrons*, *Thompsonula hyaenae*, *Microarthridion littorale* en *Fultonina hirsuta*, terwijl tot de overwegend grazende soorten behoren *Arenosetella germanica*, *Pararenosetella leptoderma*, *Ameira* sp.A, *Ameira* sp.B, *Ameira pusilla*, *Pseudoameira crassicornis*, *Robertgurneya ilievecensis*, *Rhizothrix minuta*, *Paramesochra minuta*, *Paramesochra coelebs*, *Paramesochra* sp., *Leptomesochra* sp., *Paraleptastacus espinulatus*, *Arenocaris bifida* en *Evansula incerta*.

Daar het substraat zeer afwisselend kan zijn is ook de faunasamenstelling van elke lokaliteit in de tijd sterk veranderlijk en kan soms tijdelijk alleen uit detritusetende vormen bestaan. Voor lokaliteiten aan de rand van de sublitorale moddervlakte is dit de regel en zijn de interstitiële soorten slechts enkele malen over een jaarlijkse staalname aanwezig (M06). Voor andere lokaliteiten (M11), niet in de omgeving der sublitorale modders, is dit soms het geval (o.a. juli 1974). De kwantitatieve verhouding detritus-eters/*grazers* voor deze lokaliteit is

1 op 3 gemiddeld (zie tabel M11). Isogemeenschappen van de *Halectinosoma herdmani*-*Leptastacus laticaudatus*-gemeenschap worden niet duidelijk in de literatuur vermeld en de gemeenschap kan in feite als overgangsfacies of subgemeenschap beschouwd worden.

Kenmerkend voor een dergelijke gemeenschap is dat zij voortdurend evolueert in tijd en ruimte tussen de twee gemeenschappen die haar begrenzen, zoals de *Stenhelina aemulia*-facies van de Middellandse Zee [Guille en Soyer (1974)]. Daar het aantal sabulicole soorten evenals hun numeriek aantal hier hoger is dan het aantal limicole soorten zou men zone B eerder moeten beschouwen als een overgangsfacies naar de *Leptastacus laticaudatus*-*Psammotopa phyllosetosa*-gemeenschap in plaats van naar de *Halectinosoma herdmani*-*Microarthridion littorale*-gemeenschap.

3.2.3.3.- Nematoda (fig. 7)

De samenstelling van de Nematodenfauna werd bestudeerd door Jensen (1974, licentiaatsverhandeling) aan de hand van 7 stalen genomen in lokaliteit MO6 in de winter 1973. Volgens de gegevens van Gullentops (pers. med.) heeft deze lokaliteit 97,27 % zand en 2,73 % slib-klei met een mediaan van 259 µm voor de zandfractie en 0,1 % organische C. In de winter van 1973 was het klei-slibgehalte op dit punt zeer hoog (30 - 60 %) en het gehalte aan organisch materiaal bedroeg 2 tot 10 %. Het aantal soorten harpacticoïden op dit tijdstip was zeer laag en bestond alleen uit detritus-eters, typisch voor zone A (*Halectinosoma herdmani*, *Halectinosoma sarsi* en *Canuella perplexa*).

De gemiddelde samenstelling volgens voedingstype in 7 stalen met 79 soorten wees op een duidelijk overwicht van niet-selektieve deposit-eters 1B (63 %) , gevolgd door epistratum-eters 2A (26 %) , predatoren-omnivoren 2B (6 %) en een gering aantal selektieve deposit-eters (3 %) .

Sabatieria maakte 71 % van de Chromadoriden en in totaal 24 % van alle Nematoden uit, gevolgd door *Richtersia inaequalis* (14 %) 1B en *Microlaimus* (13 %) 2A (Chromadoriden), terwijl *Theristus* spp. 1B (Monhysteriden) 12 % van het totaal aantal Nematoden uitmaken.

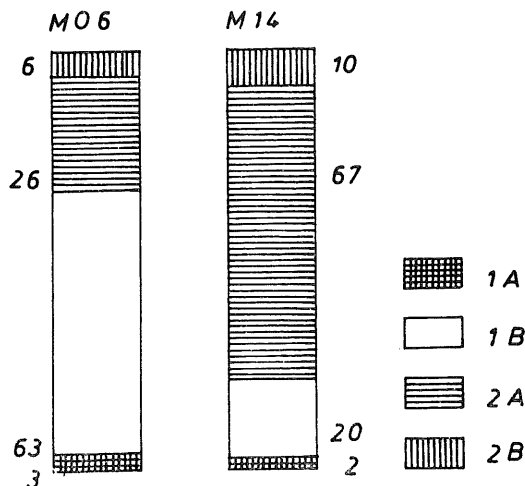


fig. 7.

Samenstelling van Nematodenpopulatie in zone B (M06) en zone C (M14) naar het voedingstype (naar Jensen, 1974).

De samenstelling volgens de voedingstypes ligt hier tussen deze van slibstalen (Z6, Z1, Z7) en van zandstalen (Z3, Z9 en M14) en vertoont de meeste overeenkomst met de faunasamenstelling van Z7 uit zone A (*Richtersia* 12 - 45 % ; *Theristus* 9 - 50 % ; *Micro-laimus* 0 - 1 % ; *Sabatieria* 5 - 14 %) en met habitat 2 van Ward (1973) bestaande uit zeer modderig zand (15 - 60 % klei-leem) (*Sabatieria* 42 - 65 % , *Micro-laimus* 10 - 11 % , *Richtersia* 10 - 13 %).

Alhoewel op de datum van de staalname het slibgehalte hoog was en de harpacticoïdenfauna sterk verarmd, is de aanwezigheid van een relatief hoog aantal epistratum-eters toch opvallend; de verklaring hiervoor moet misschien gezocht worden in de slechts tijdelijke aanwezigheid van modder in deze zone, tevens verbonden aan de ongelijke bodemstructuur zodat beide groepen (1B en 2A) hier wellicht met wisselende dominantie kunnen aangetroffen worden.

3.2.3.4.- Turbellaria

Uit zone B werden de lokaliteiten M22, M59, M1119, M1693 en M1993 bestudeerd. De Turbellaria werden gedetermineerd door Degadt (1973) als *Nemertoderma* sp. (+ Acoela indet.), *Microstomum* sp. (Macrostomida), *Monocelopsis otoplanoides*, *Archimonochelis* sp. (Monochelidae; Proseriata), *Androsimplex* sp. (Promesostomidae; Typhloplanoida); *Typhloplanoidarum* sp. (Typhloplanoida), *Dalyelloide* indet. (Dalyelloida), *Tylacorhynchus* sp., *Schizochilus choriurus*, *Neoschizorhynchus parvorostro*, *Pseudoschizorhynchoides ruber?* (Schizorhynchidae; Kalyptorhynchia).

De Otoplanidae (Proseriata; Seriata) bedragen 48 % van de fauna gevolgd door de Acoela (20 %), de andere families zijn slecht vertegenwoordigd en Solenopharyngidae (alleen in zone A gevonden), Diascorhynchidae (zone A en C), Psammorhynchidae, Polycystidae, Eukalyptorhynchidae en Coelogynoporidae (alleen in zone C gevonden) ontbreken.

De Turbellariafauna in zone B blijkt dus de laagste diversiteit te bezitten en wordt bevolkt door families die algemeen zijn voor de drie zones.

3.2.3.5.- Polychaeta

De meeste Polychaeten in deze zone aangetroffen (alleen bestudeerd in lokaliteit M16) behoren eveneens tot het mixobenthos en zijn o.a. juvenielen van *Eteone longa*, *Nephtys cirrosa*, *Spiophanus bombyx* en *Scolelepis bonnieri*. Echte meiobenthische vormen zijn zeldzaam, en alleen *Hesionura augeneri* en *Streptosyllis websteri* kunnen als echte interstitiële vormen worden beschouwd (Govaere, pers. med.) naar de omschrijving van Westheide (1971).

3.2.3.6.- Mollusca

Alleen mixobenthische jonge bivalven komen geregeld in de zone voor, o.a. *Venus*, *Tellina* en *Abra* sp. Geen interstitiële gastropoden werden aangetroffen.

3.2.3.7.- Andere groepen

Nemertina, Oligochaeta en Archiannelida werden regelmatig aange-
troffen; Hydrozoa, Gastrotricha en Halacarida zijn zeer zeldzaam ter-
wijl Kinorhyncha totaal ontbreken.

3.2.4.- Zone C of *Leptastacus laticaudatus*-*Psammotopa phyllosetosa*-ge- meenschap

3.2.4.1.- Substraat (fig. 5)

Deze zone omvat het ganse gebied dieper dan 20 m en een relatief
ondiep gebied dicht bij de kust vóór de monding van de Oosterschelde.

Het substraat bestaat uit zuiver zand (met uitzondering van grint
en keien in M04 en M10). De klei-slib fraktie is zeer gering (99 -
99,9 % zand); het gehalte organisch materiaal is laag (0,15 - 0,20 %)
en daar het gebied in dieper water ligt en niet meer de direkte invloed
van de estuaria ondergaat, vertonen turbiditeit en het gehalte aan sus-
pensiemateriaal eveneens lage waarden (respektievelijk 0,5 mg/l en
1 - 5 mg/l). De mediane korrelgrootte van het zand is niet homogeen in
dit gebied maar varieert volgens dalende snelheid van getijstromingen

- van grover dan 350 µm zuidelijk van 52 ° Noorderbreedte,
- tot grover dan 300 µm zuidelijk van 52 ° 12' Noorderbreedte,
- en grover dan 250 µm zuidelijk van 52 ° 25' Noorderbreedte

met de grofste zanden en grint corresponderend met het diepste water
(Z.W.) [Gullentops (1973)].

Daar het slib-klei-gehalte laag is, is het gehalte aan zware
metalen eveneens laag (met uitzondering van sommige lokaliteiten met
hoge, d.i. > 30 ppm, waarden voor lood). Maximale waarden zijn
100 ppm Mn, 10 ppm Cu, 100 ppm Zn, ± 0,17 ppm Hg en 1,5 %
Fe₂O₃, de concentraties zijn gewoonlijk echter veel lager.

3.2.4.2.- Harpacticoida

In zone C komen de grote gravende of epibenthische harpacticoiden,
typisch voor de littorale zones, niet meer voor. De fauna vertoont een
totaal andere samenstelling door een dominantie van smalle, slanke

soorten aangepast aan een echt interstitieel bestaan en van het epistratum-etende type.

Als typisch "glijdende" (*sliders*) of psammische vormen [Kunz (1951); Wieser (1959a); Por (1964a); Coull (1970) en Noodt (1971)], levend in de interstitiële holten tussen de zandkorrels, komen hier voor : *Leptastacus laticaudatus*, *Leptastacus macronyx*, *Evansula incerta*, *Evansula pygmaea*, *Cylindropsillus laevis*, *Paraleptastacus holsaticus*, *Paraleptastacus espinulatus*, *Stenocaris kliei*, *Stenocaris* sp., *Arenocaris bifida*, *Arenopontia subterranea*, *Arenopontia* sp., *Leptopontia curvicauda* (Cylindropsillidae), *Paramesochra similis*, *Paramesochra coelebs*, *Paramesochra* spp. (Paramesochridae), *Pararenosetella gracilis*, *Pararenosetella erythroops*, *Pararenosetella leptoderma*, *Arenosetella germanica*, *Arenosetella tenuissima*, *Arenosetella longicornis* (Ectinosomidae), *Psammotopa phyllosetosa* en enkele Ameiridae : *Ameira pusilla*, *Ameira speciosa*, *Pseudoameira crassicornis*, *Ameiropsis* cf. *ariana*, *Ameiridae* indet.

Als interstitiële gravers, dieren die de interstitiële ruimten bewonen wanneer mogelijk, en de structuur van het substratum veranderen door kleine korrels te verplaatsen om deze ruimten te vergroten [Hartzband en Hummon (1974)] kunnen beschouwd worden *Rhizothrix minuta*, *Robertguermeya similis*, *Robertguermeya ilievecencis*, *Haloschizopera junodi*, *Haloschizopera mathoi* en *Haloschizopera bulbifer*.

De echte gravers met torpedovormige cephalothorax zijn *Halectinosoma angulifrons*, *Halectinosoma propinquum* en *Ectinosoma compressum*. Zij zijn over het algemeen zeldzaam en komen vooral voor in stalen met veel detritus van planktonische oorsprong. Deze soorten vervangen wellicht de meer uitgesproken litorale soorten *Halectinosoma herdmani* en *Halectinosoma sarsi* in dieper water.

De hoogste frequentie en dominantie hebben *Leptastacus laticaudatus* en *Psammotopa phyllosetosa*, evenals Paramesochridae (*Paramesochra similis*), *Arenosetella* en *Paraleptastacus*. Isogemeenschappen hiervan worden uit zuivere zanden vermeld over de ganse wereld [Kunz (1951)];

Por (1964a); Coull (1970); Noodt (1971); Scheibel en Noodt (1975)] zowel uit de Noordzee, Middellandse Zee, Zwarte Zee als de Stille Zuidzee.

3.2.4.3.- Nematoda (fig. 7)

De samenstelling van de nematodenfauna van zone C volgens voedings-type werd bestudeerd voor lokaliteit M14 (12 stalen) (januari 1973) [Jensen (1974)]; de samenstelling van het substraat voor deze lokaliteit (Gullentops, pers. med.) is 99,5 % zand (mediaan 346 μ m), 0,50 % slib-klei en 0,16 % grint.

Van het totale aantal soorten (136) zijn de epistratum-eters (2A) duidelijk dominant (67 %) met als voornaamste genera *Chromadorita* (*c. tentabunda* 10 %), *Neochromadora* (16 %), *Hypodontolaimus* (8,5 %) en *Dichromadora* (6 %). Veel minder belangrijk (20 %) zijn de niet-selektieve deposit-eters (1B) met als dominante genera *Epsilonema* (4,8 %), *Xyala* (*X. striata* 3,53 %) en *Theristus* (3 %); bij de predatoren-omnivoren (10 %) noch bij de selektieve deposit-eters (2 %) kan men van een duidelijke dominantie spreken.

Ward (1975) merkt op dat *Xyala* spp. en andere familie's en genera met een zwaar gesculpteerde cuticula meestal geassocieerd zijn met grovere, slibvrije sedimenten. *Chromadorita tentaculata*, hier veruit de dominante soort, blijkt niet typisch te zijn voor zuiver zand, daar deze soort door Tietjen (1969) eveneens, alhoewel zeldzaam, voor sedimenten met een groter slibgehalte dan 5 % wordt vermeld (Pettaquamscutt East). Door Warwick (1971) wordt de soort uit grove littorale zanden van het Exe estuarium vernoemd.

Het genus *Neochromadora*, het tweede meest representatieve genus, wordt door Ward (1973) als dominant van modderig grove zanden te Liverpool Bay vermeld.

Alhoewel de dominante genera dus niet als typisch voor zandig substraat mogen worden beschouwd is de verdeling van de voedingstypes met de grote dominantie van epistratum-eters kenmerkend voor deze sedimenten.

3.2.4.4.- Turbellaria

In zone C werden van station M14, M61, M65, M72, M1348, M1352, M1358, M1699, M1778, M1930 en M2001 de Turbellaria-fauna bestudeerd [Degadt (1973), licentiaatsverhandeling]. Volgende groepen werden aangetroffen : *Nemertoderma* sp. (Acoela), *Acoela* gen. et sp. indet, *Haplopharynx rostratus*, *Microstomum* sp. (Macrostomida), *Minona* sp., *Diplominona* sp.A, *Diplominona* sp.B (Monocelididae, Proseriata), *Cirrifera dumosa*, *Coelogynopora axi*, *Carenscoilia bidentata* (Coelogynoporidae, Proseriata), Otoplanidae indet, *Androsimplex* sp. (Promestomidae, Thphloplanoida), *Typhloplanoidarum* sp.B (Solenopharyngidae, Typhloplanoida), *Provorticidarum* sp. (Dallyelloida), *Schizochilus choriurus*, *Neoschizorhynchus parvorostro*, *Pseudoschizorhynchoides ruber?*, *Carcharodorhynchus flavidus*, *C.* sp.A, *C.* sp.B (Schizorhynchidae, Kalyptorhynchia), *Diascorhynchus rubrus* (Diascorhynchidae, Kalyptorhynchia), *Cheliplana* sp.A., *C.* sp.B, *C. stylifera* (Carcinorhynchidae, Kalyptorhynchia), *Eukalyptorhynchia* indet.

De Coelogynoporidae (Proseriata) maken ongeveer 45 % der fauna uit, gevolgd door de Schizorhynchidae (25 %), de Acoela (10 %) en Macrostomida (7 %). De eerstgenoemde familie wordt evenals de Eukalyptorhynchia alleen in deze zone aangetroffen. De twee meest voorkomende soorten van deze familie, *Cirrifera dumosa* en *Coelogynopora axi* werden beschreven uit gemiddeld tot grof zand, op het strand van Sylt [Schmidt (1968); Sopott (1972)]. In de Noordzee werden zij gevonden in gemiddeld zand met korrelgrootte 280 - 355 μm zonder organische koolstof.

De soorten-diversiteit is hoger dan in zone A of B en er bestaat een duidelijk verschil in samenstelling volgens de zones.

3.2.4.5.- Polychaeta

Een aantal "echte" interstitiële soorten [Westheide (1971)] werd gedetermineerd in lokaliteit M20 (zuiver zand; mediaan 299 μm).

Exogene naidina en *Hesionura augeneri* zijn de dominante soorten; evenals *Exogene hebes*, *Microphthalmus listensis*, *Sphaerosyllis hystrix*,

Streptosyllis websteri zijn het carnivore vormen, predaterend op Nematoden en Harpacticoïden; de enige interstitiële selektieve deposit-eter, aangetroffen in zone C, is *Auriopsis* sp. tevens de kleinste polychaet uit deze zone (Govaere, pers. med.).

3.2.4.6.- Mollusca

Een aantal typische interstitiële gastropoden werden aangetroffen in stalen die niet gefixeerd werden (M14) : *Caecum glabrum*, *Microhedyle* spp., *Pseudovermis papillifera* en *Philinoglossa helgolandica* werden gedetermineerd. De bivalven zijn mixobenthisch en zijn juvenielen van soorten uit de macrobenthische *Venus gallina*-gemeenschap.

3.2.4.7.- Hydrozoa

In de meeste stalen van zone C wordt het genus *Halammohydra* aangetroffen. Deze interstitiële vorm, typisch voor zuivere grove en gemiddelde zanden, blijkt in de ganse kustzone te ontbreken.

3.2.4.8.- Gastrotricha

Deze groep, alhoewel soms numeriek belangrijk en overal in zone C voorkomend, werd niet taxonomisch bestudeerd, daar dit op levend materiaal moet gebeuren. In de levende stalen van M14 (zuiver zand, mediaan 346) vormden *Turbanella*, *Paraturbanella*, *Neodasys* en *Macrodasys* de grootste en meest opvallende vertegenwoordigers van deze groep.

3.2.4.9.- Archiannelida

Alhoewel in levend materiaal van M14 de genera *Mesonerilla* (*M. intermedia*), *Nerillidium* sp. (Nerillidae) en vooral *Diurodrilus* (*D. minimum*), *Trilobodrilus* (*T. axi*) en *Dinophilus* (*D. gyrociliatus*) (Dinophilidae) regelmatig werden aangetroffen, werd, wegens de onmogelijkheid om de meeste van deze vormen te herkennen in gefixeerde preparaten, voor tellingen alleen rekening gehouden met vertegenwoordigers van de Polygordiidae en Protodrilidae. Talrijkst in de stalen zijn *Polygordius* (o.a. *P. tentaculatus*) en *Saccocirrus*; minder opvallend zijn *Protodrilus* en *Protodriloides*, die echter zeer gemakkelijk breken na fixatie en moeilijk herkenbaar zijn.

3.2.4.10.- Tardigrada

Batillipes mirus werd eenmaal aangetroffen in een duikerstaal (4-1975) van lokaliteit M14 (diepte 35 - 40 m), 8 cm diep in het zand. Tot nu toe werd deze soort nooit uit de sublittorale zone vermeld [Renaud-Mornant en Pollock (1971)].

3.2.4.11.- Echinodermata

Op dezelfde lokaliteit M14 werd *Leptosynapta minuta* als enige interstitiële echinoderm éénmaal aangetroffen, alhoewel deze soort volgens Swedmark (1971) algemeen is in Europese wateren.

3.2.4.12.- Andere groepen

Eén soort Kinorhynch werd aangetroffen op drie lokaliteiten (5 exemplaren). Interstitiële Ostracoden zijn eveneens zeldzaam; Oligochaeten, Nemertinen en Halacariden zijn niet zeldzaam maar werden niet taxonomisch bestudeerd. Van Brachiopoden (*Gwynnia capsula*) werden alleen lege schelpen in kustlokaliteiten tegen de Franse kust gevonden, wellicht vandaar met de stroom meegevoerd.

4.- Vertikale distributie

4.1.- Vertikale distributie in zone A en B

De verticale distributie van de meiofauna werd nagegaan door het verdelen van 20 cm lange karotten, met duikers genomen, in schijfjes van 2 cm. Dit gebeurde enkele uren na de staalname, volgens McIntyre (pers. med.) is dit voldoende voor het optreden van verticale migraties in de fauna; volgens Barnett (1968) is dit niet het geval, althans niet voor harpacticoïden.

Stalen uit zone A werden genomen op lokaliteit M1149 (winter 1974, sediment 15 cm slib met zwarte gereduceerde zandlaag) en M01 (zomer 1974 : sediment zand met mediaan 190 μ m, slibgehalte vermengd met zand 0,5 % ; organische koolstof 0,14 %).

Stalen uit zone B werden genomen op lokaliteiten MO6 (zomer 1974, sediment 6 cm slib boven grijs zand met mediaan 320 μ m slibgehalte met zand vermengd 2,22 % en organische C 1,38 %) en M11 (zomer 1974 : sediment 0,5 cm dikke sliblaag over niet-gereduceerd zand met mediaan 220 μ m ; slibgehalte met zand vermengd 2,21 % en organische koolstof 1,71 %). De sedimentanalyse werd uitgevoerd op de R.U.G. Daar zowel M11 als MO6 uit zone B een fauna hadden die totaal overeenkwam met de *Halec-tinosoma herdmanni*-*Microarthridion littorale* gemeenschap van zone A worden de twee zones hier tegelijkertijd behandeld.

In zone A werden alleen nematoden aangetroffen; in zone B bestond de fauna uit nematoden, harpacticoïden, Turbellaria en Polychaeta.

4.1.1.- Nematoden (fig. 8a,b; fig. 10)

De nematoden tonen in M1149 en MO6 een normale verticale distributie, m. a. w. het grootste procent bevindt zich in de bovenste cm [Wieser en Kanwisher (1961); Coull (1970); Boucher (1972); Arlt (1973); Bovee en Soyer (1974)] (tabel 6).

In MO1 en M11 vertonen de nematoden hun maximale densiteit veel dieper in het sediment (fig. 8); alhoewel deze verspreiding een artefakt kan zijn, te wijten aan het niet onmiddellijk deelbemonsteren van de stalen, merkt ook Boucher (1972) op dat het voedingstype 1B (dominant in deze zones) een verticale distributie heeft, verschillend in elk genomen staal en dat de "aggregaat-eters" (type B.B., ondertype van 1B) dieper voorkomen (type 2A bevolkt de bovenste 2cm).

Bovee en Soyer (1974) anderzijds vinden een homogenisatie van de nematodenfauna en maxima in diepere lagen na een periode van woelige zee; dit was eveneens het geval vóór en tijdens de periode van staalname in de zomer van 1974.

M06: SCUBA DIVER SAMPLES D.

VERTICAL DISTRIBUTION OF MEIOBENTHOS (n/m^2)

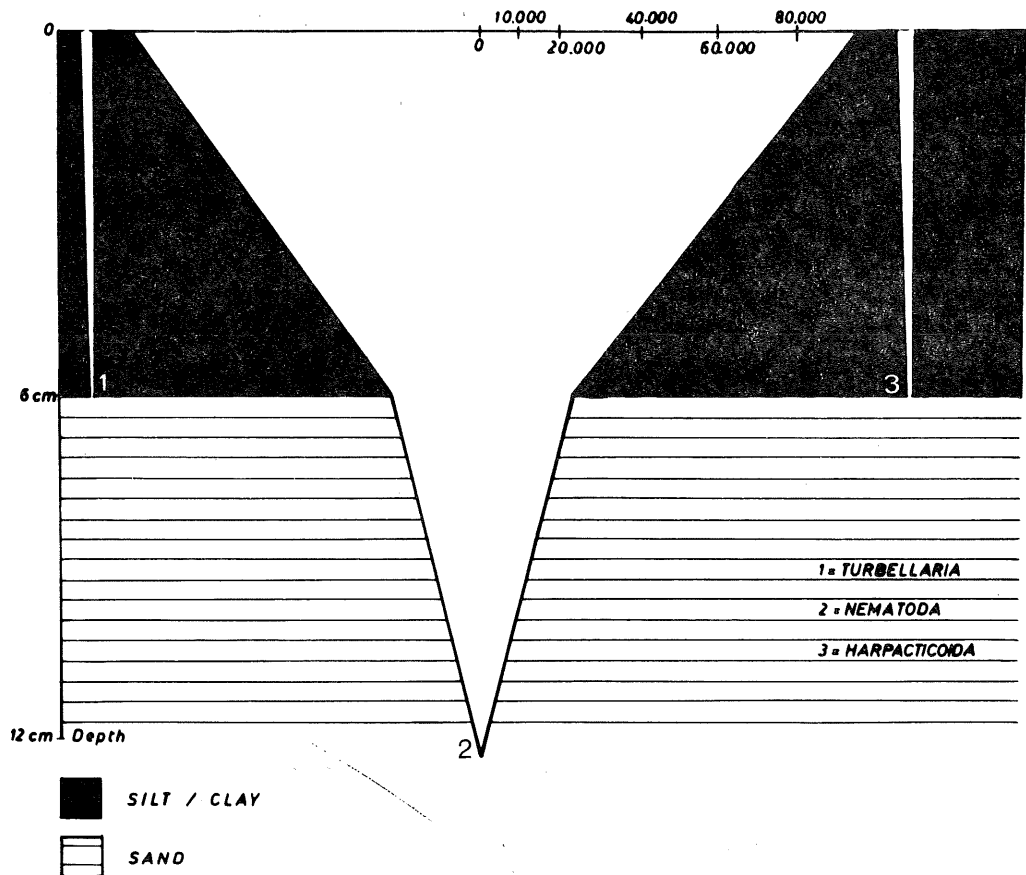


fig. 8a.

Vertikale distributie in zone A van meiobenthische taxa (M06)

4.1.2.- Harpacticoida (fig. 8c)

De verticale distributie van de Harpacticoida is in overeenstemming met de gegevens van andere auteurs [Barnett (1968); Soyer (1971); Bovee en Soyer (1974)] die een maximum diepte van 4 cm vermelden en maximale densiteiten in de bovenste 0,5 - 1 cm (tabel 7).

M11: SCUBA SAMPLES D. VERTICAL DISTRIBUTION OF MEIOBENTHOS (n/m²)

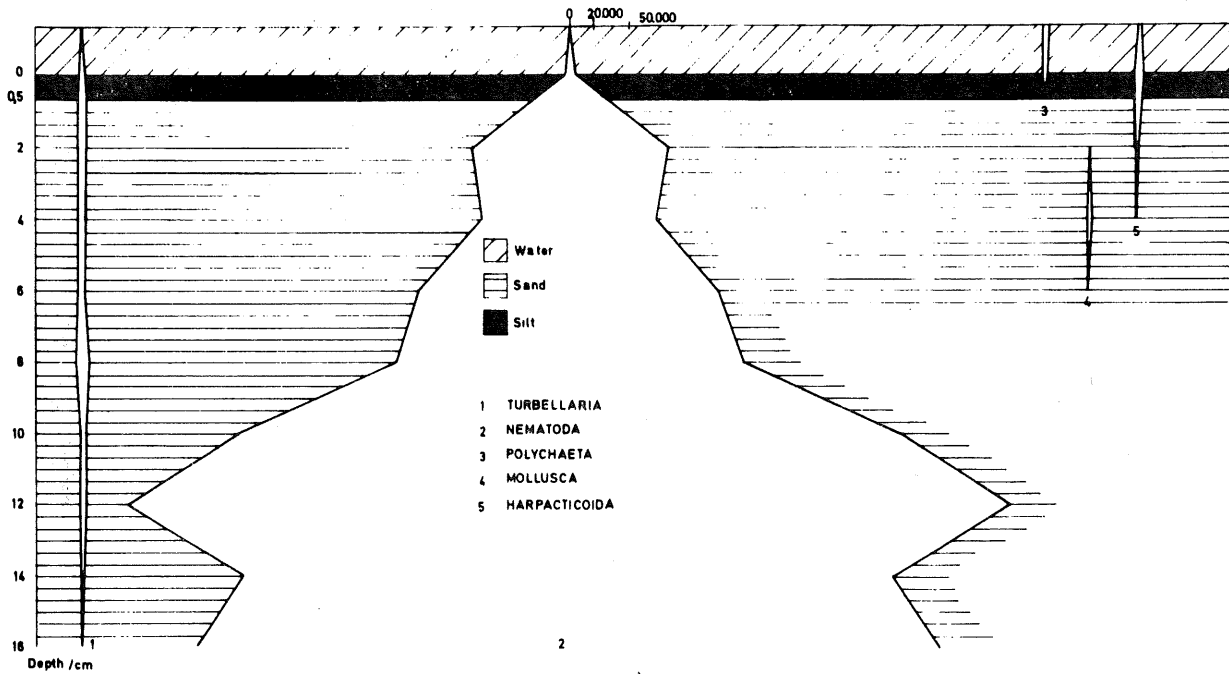


fig. 8b.

Vertikale distributie in zone B van meiobenthische taxa (M11)

Tabel 6

Vertikale distributie van Nematoden

Diepte (cm)	M01		M1149	
	N/cm ²	Cum. %	N/cm ²	Cum. %
0-2	28	11,05	1,14	33,6
2-4	16,4	17,52	0,41	45,69
4-6	28	28,57	0,31	55,10
6-8	36	42,78	0,72	76,5
8-10	78	73,56	0,31	85,9
10-12	50	93,29	0,10	88,8
12-14	17	100	0,10	91,7
14-16	-	-	0,20	97,6
16-18	-	-	0,10	100

M11: SCUBA SAMPLES D

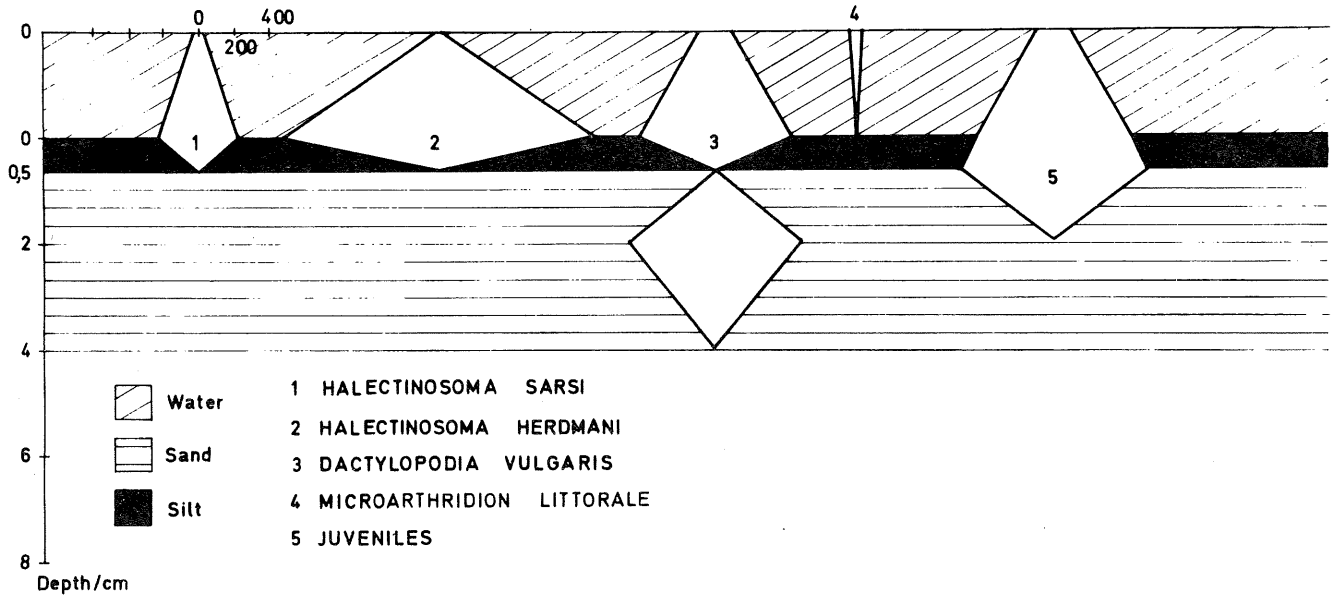


fig. 8c.

Vertikale distributie van Harpacticoiden (Copepoda) (M11)

Tabel 7

M 11 : Vertikale distributie van dieren

Diepte	Turbellaria			Nematoda			Mollusca			Harpacticoida		
	n/m ²	%	Cum.%	n/m ²	%	Cum.%	n/m ²	%	Cum.%	n/m ²	%	Cum.%
boven oppervlakte				60	0,0	0,0				500	7,6	7,6
0-0,5 cm	3120	7,7	7,7	7600	0,2	0,2				4000	60,8	68,4
0,5-2 cm	4160	10,3	18	68000	1,9	2,2				1040	15,8	84,2
2 - 4 cm	6240	15,4	33,3	164000	4,7	6,8				1040	15,8	100,0
4 - 6 cm	4160	10,3	43,6	148000	4,2	11,1	3120	100,0	100,0			
6 - 8 cm	5200	12,8	56,4	260000	7,4	18,5						
8 - 10 cm	8320	20,5	76,9	300000	8,6	27,1						
10 -12 cm	3120	7,7	84,6	572000	16,3	43,4						
12 -14 cm	3120	7,7	92,3	760000	21,7	65,1						
14 -16 cm	2080	5,1	97,4	560000	16	81,1						
16 -18 cm	1040	2,56	100,0	660000	18,9	100,0						

De verspreiding is niet dezelfde volgens de soorten. *Dactylopodia vulgaris*, de kleinste soort, schijnt in het fijne zand tot op een diepte van 4 cm door te dringen; de overige soorten blijven beperkt tot de bovenste modderlaag van 0,5 cm, terwijl *Microarthridion littorale* alleen in het water boven het sediment werd aangetroffen.

4.1.3.- Andere groepen (fig. 8a,b)

Turbellaria werden tot op de maximale diepte (16 cm) van de buis aangetroffen met een homogene verticale verspreiding; Polychaeta blijven beperkt tot de modderlaag en het supernatans: Bivalvia werden tussen 2 en 6 cm diepte aangetroffen.

Volgens Ward (1975) zou een gehalte van 7% klei-slib voldoende zijn om de interstitiën van het zand op te vullen, terwijl Wieser (1960) een limiet van 200 µm diameter voor de korrelgrootte stelt waaronder geen interstitiële fauna meer voorkomt. Alhoewel noch in M11 noch in M06 het slib-klei gehalte groter is dan 2,5% ontbreekt interstitieel leven, met uitzondering van nematoden en Turbellaria (die geen preferentie voor een bepaalde porositeit vertonen daar het dieren zijn die zich glijdend of door peristaltiek voortbewegen).

4.2.- Vertikale distributie in zone C (fig. 9, 10)

De verticale distributie werd onderzocht in station M1323 (± 9 m diep; zuiver zand van 290 µm; slib-klei gehalte 0,5%; organische koolstof 0,06% Walkley-Black methode). Dit station ligt in de kustwaartse extensie van zone C, vóór de monding van de Oosterschelde.

De verticale distributie van de taxa komt overeen met hetgeen uit de literatuur is bekend voor eulitorale zanden waar diepere lagen nog goed geoxygeneerd zijn (tabel 8).

In de zomer (juli) werd op deze lokaliteit 60% van de meiofauna in de bovenste 4 cm verzameld en was het aantal dieren op de maximaal bemonsterde diepte (12 - 14 cm) nog slechts 5%; dit stemt totaal overeen met de distributie, gevonden in sublitorale zanden te Firemore Bay gedurende de zomer [McIntyre en Murison (1973)]. Van de factoren die

M 1323 : SCUBA DIVER SAMPLES D.

VERTICAL DISTRIBUTION OF MEIOBENTHOS (n/m²)

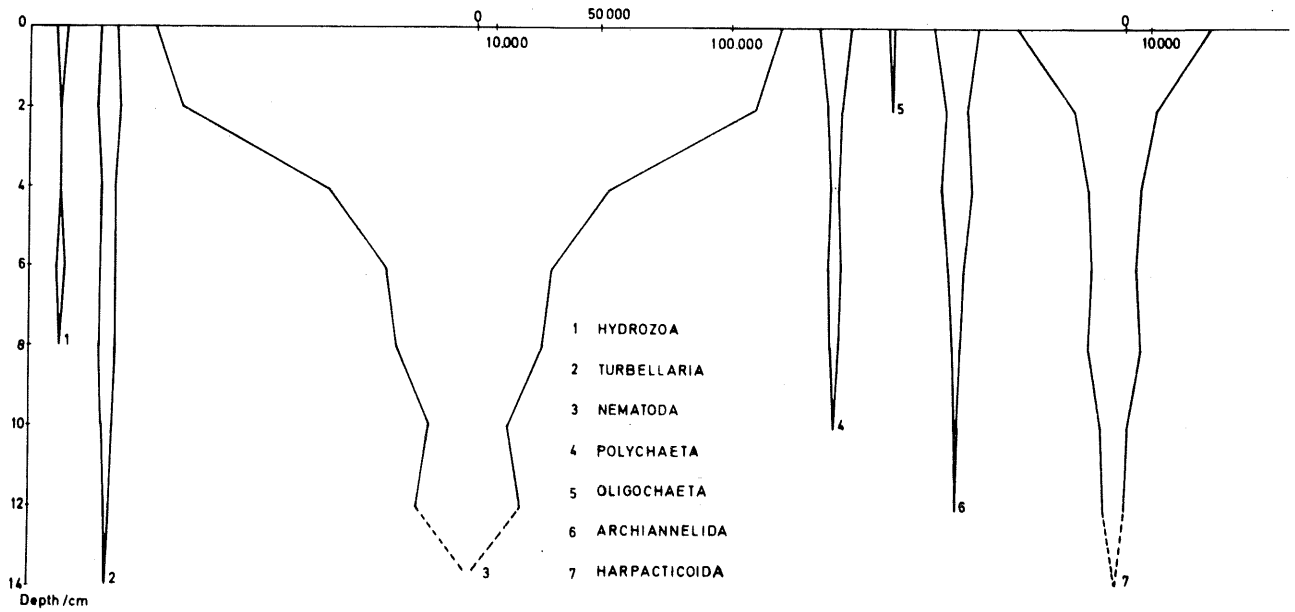


fig. 9a.

Vertikale distributie in zone C van meiobenthische taxa (M1323)

M 1323 : SCUBA DIVER SAMPLES D. VERTICAL DISTRIBUTION OF HARPACTICOID SPECIES (n/m²)

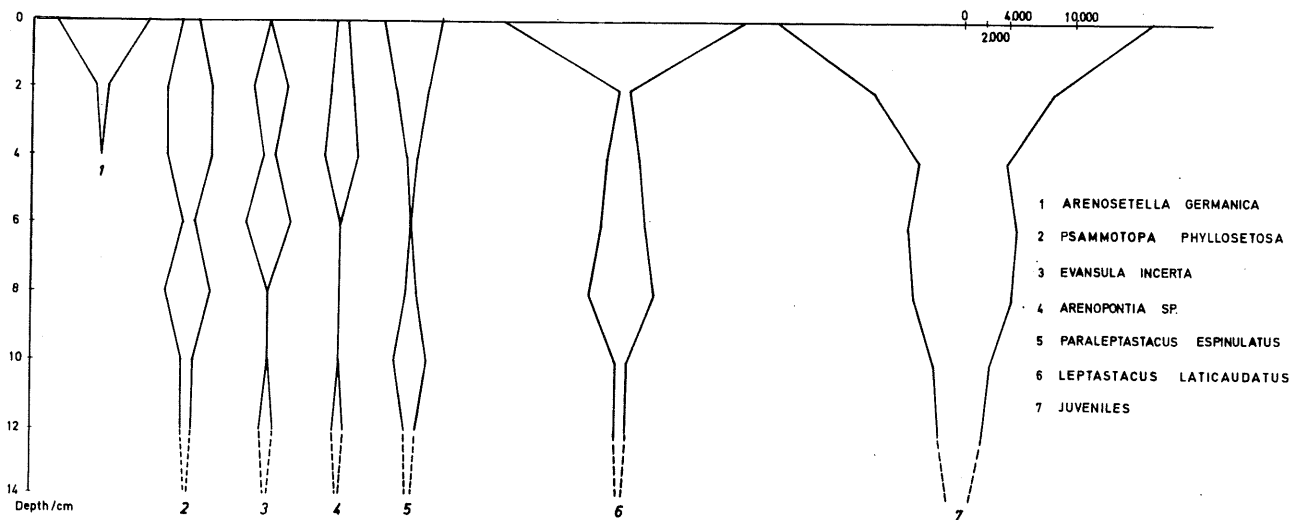


fig. 9b.

Vertikale distributie in zone C van diverse Harpacticoidensoorten (M1323)

Tabel 8

M 1323 : Vertikale distributie van dieren

	0-2 cm	2-4 cm	4-6 cm	6-8 cm	8-10 cm	10-12 cm	12-14 cm
Hydrozoa	2080			1040			
%	75			25			
Cum. %	75			100			
Turbellaria	7200	9360	5200	6230	6240	4160	1040
%	18,26	23,73	13,18	15,82	15,82	10,55	2,64
Cum. %	18,26	41,99	55,17	70,99	86,82	97,36	100
Nematoda	231040	234000	112200	63400	57100	31100	40500
%	31,80	29,62	14,22	8,03	7,24	3,95	5,14
Cum. %	31,80	61,42	75,64	83,67	90,92	94,86	100
Polychaeta	10400	7280	2080	4160	2080		
%	40,00	28,00	8,00	16,00	8,00		
Cum. %	40,00	68,00	76,00	92,00	100		
Oligochaeta	1020						
%	100						
Cum. %	100						
Archannelida	18200	9340	4160	13520	6240	2080	1040
%	33,33	17,14	7,62	24,76	11,43	3,81	1,90
Cum. %	33,33	50,48	58,10	82,86	94,29	98,10	100
Harpacticofida	74000	30140	21820	17680	20800	10400	9360
%	40,17	16,36	11,85	9,60	11,29	5,65	5,08
Cum. %	40,17	56,54	68,38	77,98	89,27	94,92	100
Som	364560	190020	144520	106040	92340	47820	51980
%	33,25	26,45	13,27	9,49	8,44	4,36	4,74
Cum. %	33,25	59,70	72,97	82,46	90,90	95,26	100

Tietjen (1969) vermeldt als beperkend voor de verticale distributie (pH, zuurstof, interstitieel water, voedsel), is in dit sediment wellicht de laatste factor bepalend voor de verticale spreiding, daar microalgen en

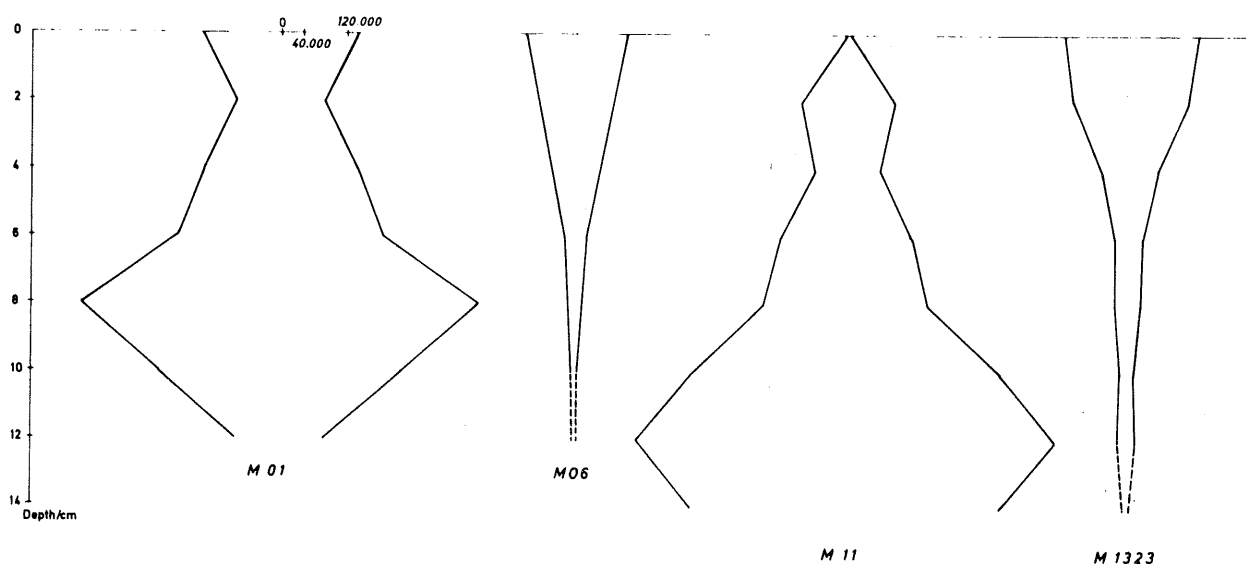


fig. 10.

Vertikale distributie van Nematoden in M01 (fijn zand), M11 (grof zand + slib), M06 (slib + fijn zand) en M1323 (zuiver, gemiddeld zand).

diatomeeën beperkt blijven tot de bovenste millimeters en de *refractoriness* van plantaardig materiaal groter is in diepere lagen (5 cm) [Tietjen (1969)].

Nematoden, Turbellaria en harpacticoïden komen tot de maximale diepte in kleinere aantallen voor. Hydrozoa blijven beperkt tot de bovenste 6 cm ; Polychaeta tot 10 cm ; Archannelida tot 12 cm ; terwijl Oligochaeta blijkbaar door hun voedingswijze beperkt zijn tot de bovenste 2 cm . De verdeling van de andere groepen is in overeenstemming met deze gevonden door McIntyre en Murison (1973) en Harris (1972a) voor zandstranden in de zomerperiode. De verticale distributie van harpacticoïdensoorten met *Arenosetella germanica* in de bovenste centimeters en de maximale densiteiten voor *Leptastacus laticaudatus* komen eveneens overeen met de bevindingen van Harris (1972b) terwijl dezelfde auteur ook een verschil in optimale densiteiten op verschillende niveau's opmerkt tussen verschillende *Cylindropsyllidae* (*Arenopontia*, *Evansula*, *Leptastacus*, *Paraleptastacus*) zodat er blijkbaar geen echte competitie is (fig. 9b).

5.- Trofische relaties in het meiobenthos

Een volledige literatuurstudie over de tot dan gekende trofische relaties tussen verschillende meiobenthische taxa werd door Coull (1973) verwezenlijkt. De door hem gegeven systematische voorstelling van voedselrelaties werd door ons overgenomen mits veranderingen volgens de zone en het weglaten van enkele groepen zoals Ostracoda, Gnathostomulida, Amphipoda, Rotifera en Tardigrada die niet belangrijk zijn in ons systeem, de Bivalvia werden aan het schema toegevoegd (fig. 11).

5.1.- Voeding

Volgens Fenchel (1970) en Hargrave (1970) zou niet de organische afval zelf maar wel de daarmee geassocieerde microbiota de voedselbron zijn in detritusrijke sedimenten; de zuiver-zand meiofauna zou als basisvoedsel de organische bedekking van zandkorrels gebruiken (bakteria, fungi, microalgen, diatomeeën). Ook Protozoa en flagellaten dienen als voedselbron voor een gedeelte van de meiobenthische fauna, vooral voor nematoden [Fenchel (1969)]. Uiteraard zijn er verder de predatoren die zich voeden met meiobenthische organismen zelf. Veel soorten hebben een voorkeur voor een bepaalde samenstelling van de microbiota, zijn selectief en daardoor aangetrokken tot zanden waar bepaalde bacteriën groeien [Gray (1968); Gray en Johnson (1970)].

Gastrotricha, Nematoda, Archiannelida, Oligochaeta en Harpacticoida voeden zich voornamelijk met de hierboven vermelde energiebronnen, evenals sommige Turbellaria, Halacarida en Polychaeta. Deze laatste drie groepen zijn echter overwegend carnivoor en gebruiken de meeste meiobenthische taxa als voedselbron. Carnivore nematoden voeden zich met andere nematoden, Oligochaeta e.a. *Halammohydra* voedt zich vooral met nematoden en harpacticoiden [Clausen (1971)]. Bivalvia, juveniele macrobenthische vormen, voeden zich gewoonlijk op dezelfde manier als volwassen dieren en zijn substraat-eters of nemen in het water gesuspendeerd materiaal op.

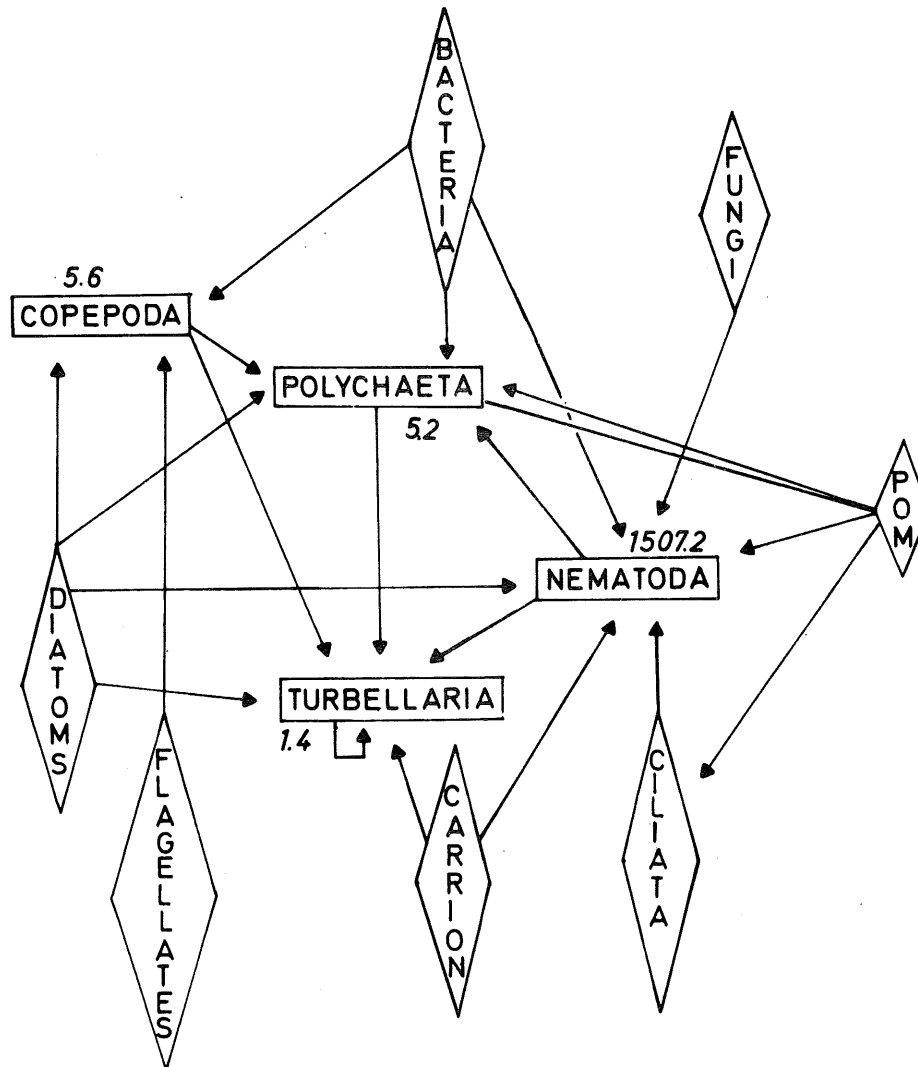


fig. 11a.

Trofische relaties tussen de diverse taxa
Zone A

◇ : Voedselbronnen van het meiobenthos ; □ : Consumenten van het meiobenthos

De cijfers geven de gemiddelde biomassa weer (mg/m^2 drooggewicht) over de vijf jaar van de diverse taxa; de groepen die een gemiddelde biomassa van $0,5 \text{ mg}/\text{m}^2$ niet overschrijden worden weggelaten.

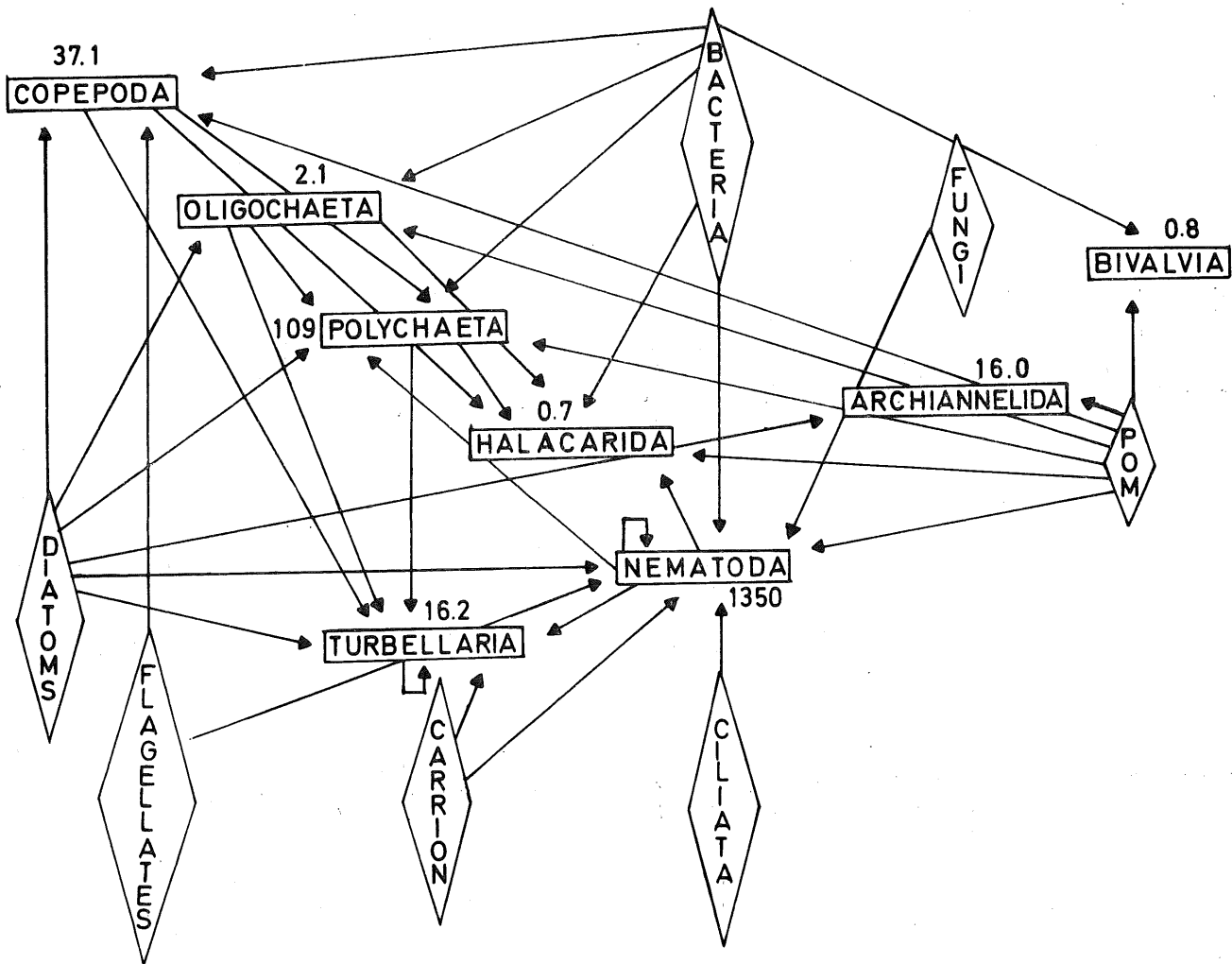


fig. 11b.

Trofische relaties tussen de diverse taxa
Zone B

5.2.- Predatoren van de meiofauna

Een gedeelte van het meiobenthos, dat niet door meiobenthische predatoren zelf wordt geconsumeerd of afsterft, wordt door de macrofauna als voedselbron gebruikt. Het is echter onmogelijk te schatten welk gedeelte van de totale produktie naar de macrofauna gaat.

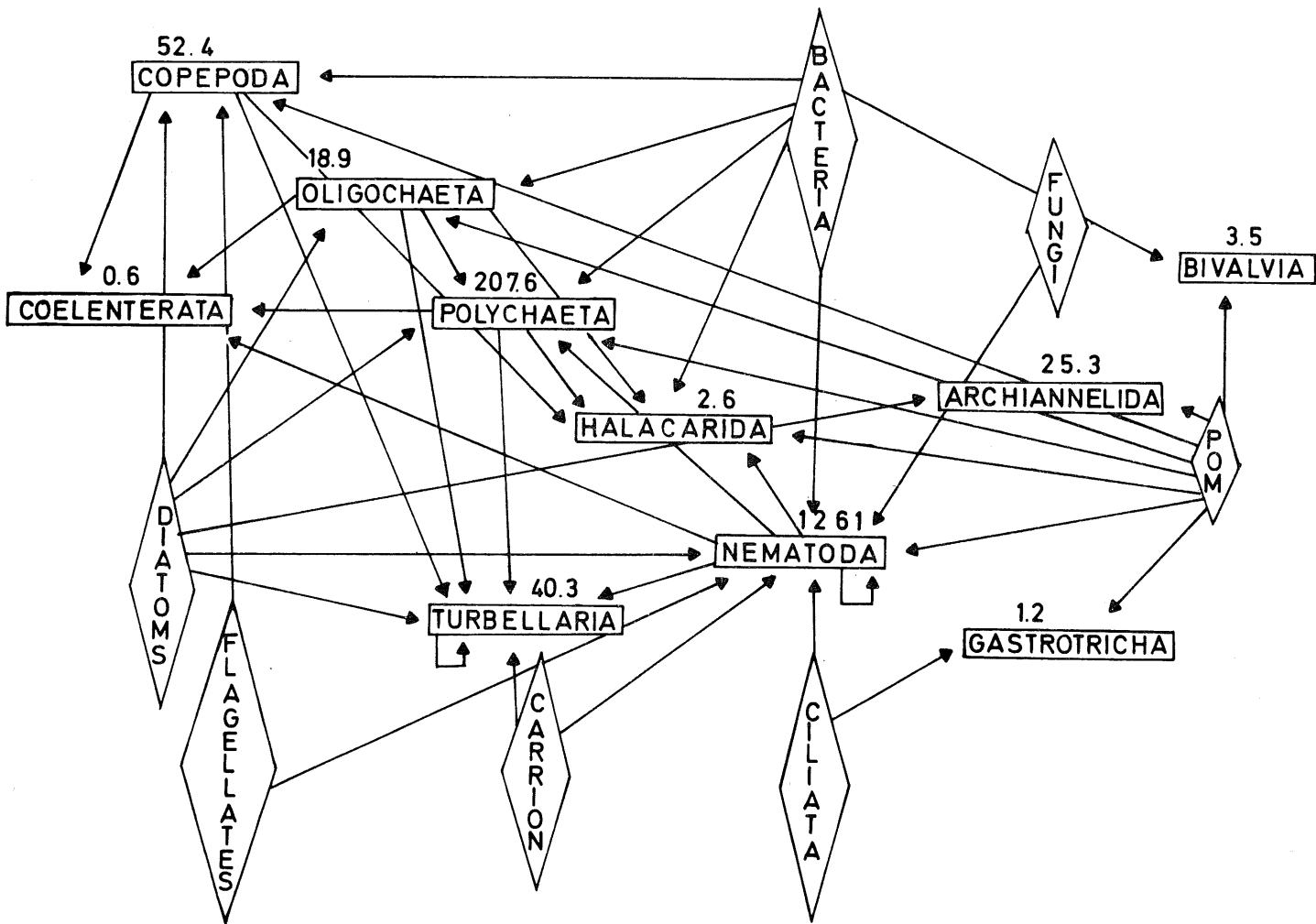


fig. 11c.

Trofische relaties tussen de diverse taxa
Zone C

De voornaamste predatoren zouden polychaeten en dan vooral nereïden zijn [Muus (1967); Tietjen (1969); Coull (1970)], *Crangon crangon*, *Carcinides maenas* en een aantal vissen, o.a. *Platichthys flesus* en andere platvissen, en *Pomatoschistus*-soorten [Bregnballe (1961); McIntyre en Murison (1973)].

In het door ons onderzochte gebied schijnt de voornaamste predator *Nephtys cirrosa* te zijn in zones B en C en het noordelijk gedeelte van zone A en *Nephtys hombergii* in zone A voor de belgische kust.

Meiofauna werd aangetroffen in de darmtractus van de Annelida *Hesionura augeneri* (harpacticoïden en nematoden), *Exogene hebes* (harpacticoïden), *Glycera capitata* (harpacticoiden, nematoden en interstitiële polychaeten), *Aricidea minuta* (nematoden), *Scololepis bonnieri* (harpacticoiden ?) en *Pectinaria koreni* (harpacticoiden) (Govaere, pers. med.).

De eenvoudige trofische keten in zone A (fig. 11a) wordt complexer met toenemende diepte en in zandig milieu. In de kustzone maken meiobenthische predatoren ook onder de nematoden zelf slechts een zeer gering gedeelte van de fauna uit. Hoofdzakelijk *Nephtys hombergii* en eventueel *Crangon crangon* moeten in deze zone als de belangrijkste predatoren op de meiofauna beschouwd worden. Volgens Bregnballe (1961) en McIntyre en Murison (1973) zouden nematoden niet in aanmerking komen als voedsel voor platvissen; volgens Coull (1973) evenwel worden nematoden door veel meer organismen gegeten dan algemeen wordt aangenomen.

Op zandige substraten (zones B en C) zijn Hydrozoa, Halacarida, predatorische Nematoda en vooral Turbellaria kwantitatief belangrijker, maar het procent meiobenthische predatoren blijft toch altijd tamelijk laag en er zijn geen grote schommelingen in de aantallen Hydrozoa zoals van brak water wordt vermeld. In deze zones schijnen de Harpacticoida een belangrijker rol te spelen als voedsel voor Polychaeta dan de Nematoda, voortgaande op de waarnemingen aangaande de inhoud van de darmtractus (fig. 11b,c). Evenwel kan de gemakkelijker verteerbaarheid van de cuticula der Nematoden het waarnemingsbeeld vervalsen.

6.- Diversiteit, affiniteit en stabiliteit van de meiofauna

6.1.- Diversiteit

Alleen het gemiddeld aantal meiobenthische taxa per seizoen en per zone (tabel 9 en fig. 12a) werd berekend als maat voor de diversiteit (groepsdiversiteit). De soortendiversiteit, afhankelijk van het aantal soorten en de verdeling van de individuen over deze soorten, werd hier wegens de onvolledige taxonomische verwerking van de stalen nog niet berekend. Het is evenwel mogelijk ook hierover kwalitatieve uitspraken te doen wanneer zich extreme omstandigheden voordoen.

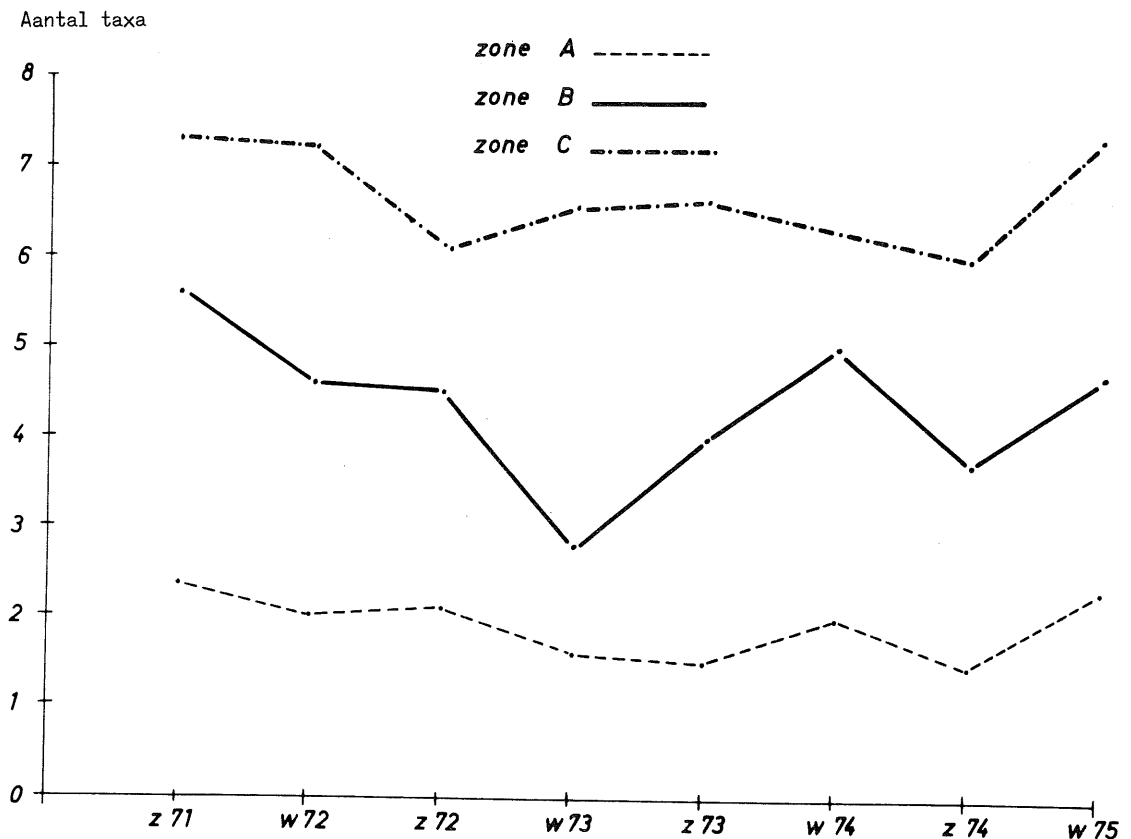


fig. 12a.

Jaarlijkse schommeling van het gemiddeld aantal meiobenthische taxa (groepsdiversiteit) in de drie zones vanaf zomer 1971 tot winter 1974-1975.

Tabel 9

Gemiddeld aantal meiobenthische taxa (groepsdiversiteit)

Diversiteit	Zone A	Zone B	Zone C
Zomer 1971	2,3	5,6	7,3
Winter 1972	2,0	4,6	7,2
Zomer 1972	2,1	4,5	6,1
Winter 1973	1,6	2,8	6,5
Zomer 1973	1,5	4,0	6,6
Winter 1974	2	5	?
Zomer 1974	1,5	3,8	6,0
Winter 1975	2,3	4,7	7,8

6.2.- Affiniteit (fig. 12b)

Bij het opsporen van de affiniteit wordt gebruikt gemaakt van een treillisdiagram, een methode die voor het eerst in het meiobenthosonderzoek werd toegepast door Wieser (1960). De graad van affiniteit tussen de harpacticoidenfauna van 33 stations werd berekend aan de hand van de similariteitsindex van Sørensen $S_s = \frac{2W \times 100}{n \text{ spI} + n \text{ spII}}$ waarbij W het aantal soorten gemeenschappelijk voor beide stations is, n spI en n spII het totaal aantal soorten op stations I en II respectievelijk. Het treillisdiagram wordt opgesteld door het bijeen plaatsen van de stations met onderling grootste affiniteit. Alhoewel deze methode goed bruikbaar is voor een klein aantal stalen stijgt de subjectiviteit ervan met het aantal stalen [Lie en Kelley (1970)].

6.3.- Stabiliteit

Sanders (1968) bespreekt twee contrasterende abstracte gemeenschappen, de fysisch gecontroleerde gemeenschap waar de aanpassingen van de organismen in de eerste plaats tegen fysische storingen zijn gericht en waar de populaties hoofdzakelijk door fysische factoren gecontroleerd

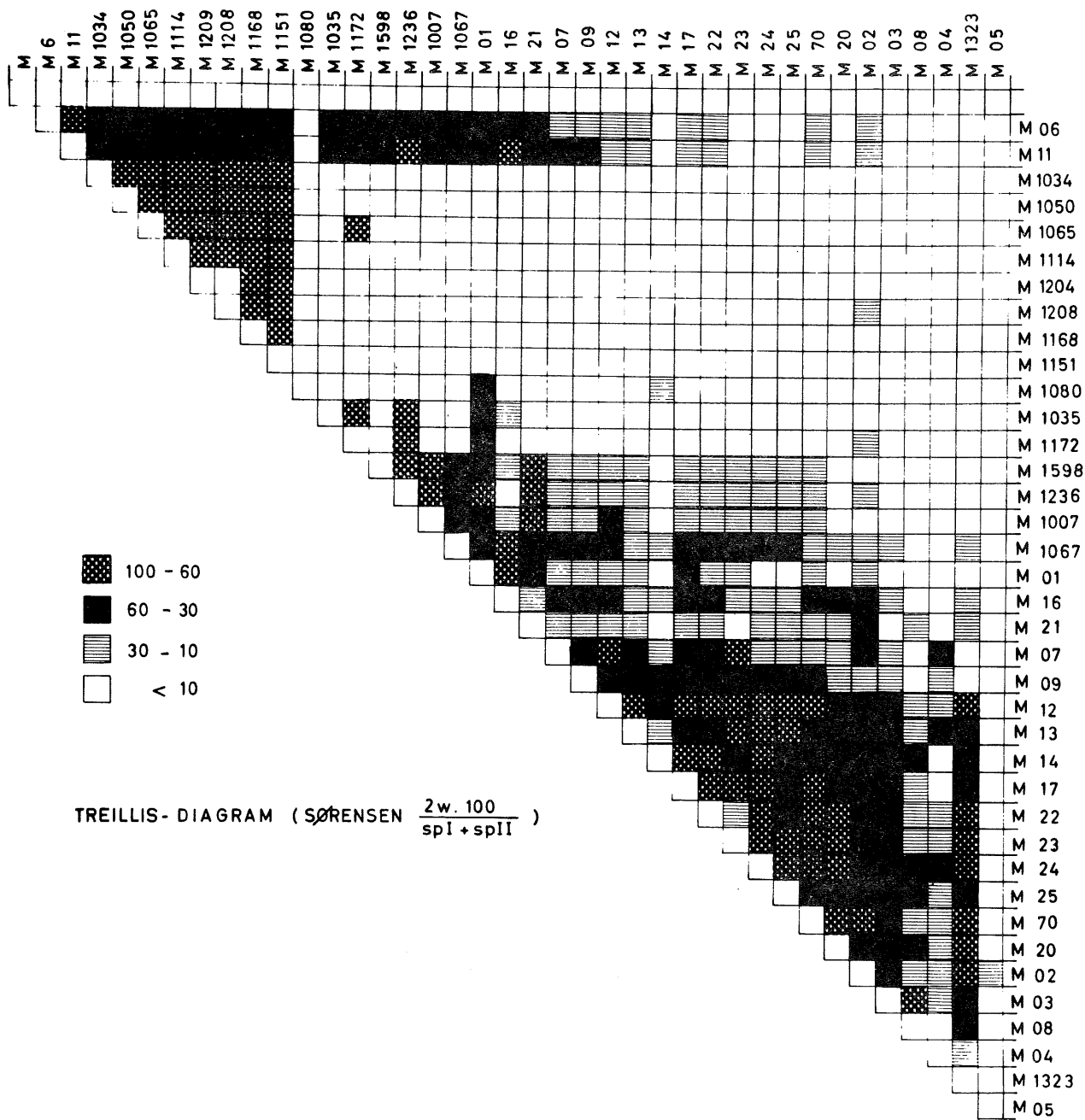


fig. 12b.

Treillisdiagram, de affiniteit van de HarpacticoIden-populaties in de zomer 1972 weergevend.

worden; de mortaliteit in dergelijke populaties is hoofdzakelijk densiteits-onafhankelijk. Dergelijke gemeenschappen zijn gekenmerkt door een lage diversiteit en hoge mate van dominantie van één of enkele soorten.

De biologisch aangepaste gemeenschap als ander uiterste treedt op waar de omgevingsfactoren stabiel zijn en vooral biologische interacties de populaties reguleren. Deze gemeenschap heeft een hoge diversiteit en een lage graad van dominantie. Stabiliteit van deze gemeenschappen is het gevolg van hun lang bestaan in min of meer constante omgevingen.

6.4.- De gemeenschappen van de zuidelijke Noordzee

6.4.1.- Zone A (tabel 9)

De groepsdiversiteit in zone A is zeer laag en relatief constant, met een gemiddelde van ongeveer 2 taxa (Nematoda en Harpacticoida) over gans de periode. Op de meeste stations worden slechts één of twee soorten Harpacticoida aangetroffen (zie tabel 12) zodat de soortendiversiteit zeer laag is en de gemeenschap kan beschouwd worden als een uitgesproken fysisch gecontroleerde gemeenschap onderhevig aan stress vanwege de omgeving. Deze stress kan een gevolg zijn van pollutie maar dit is nog niet met zekerheid uit te maken. De affiniteit tussen de stations van deze zone is hoog en komt duidelijk tot uiting in het treillisdiagram (fig. 12). De harpacticoiden uit deze zone vertonen een grote homogeniteit in de gemeenschappen, dit in tegenstelling met de nematoden die blijkbaar veel gevoeliger zijn voor kleine verschillen in de omgeving.

Deze bevindingen zijn gelijkaardig met wat door McIntyre en Murison (1973) werd vastgesteld. Volgens deze auteurs zouden copepoden een homogener beeld geven omdat hun lichaam belangrijke modificaties moet ondergaan voor een interstitieel bestaan, wat belangrijke eisen stelt aan de inherente morfologische plasticiteit van de groep. Nematoden daarentegen zijn vrijwel altijd cilindrisch en dus morfologisch reeds aangepast aan een interstitieel bestaan, zodat zij gemakkelijker de kleine verschillen in hun omgeving kunnen exploiteren.

6.4.2.- Zone B

De groepsdiversiteit vertoont in deze zone de grootste schommelingen met een minimum van gemiddeld 2,8 taxa en een maximum van gemiddeld 5,6 taxa. Gemiddeld zijn hier aanwezig Nematoda, Harpacticoida, Turbellaria en Polychaeta. Ook de soortendiversiteit van de Harpacticoida schommelt sterk in tijd en ruimte met als gevolg dat de stations van zone B volgens het treillisdiagram onder elkaar geen grote affiniteit vertonen maar uit elkaar vallen in een groep die aanleunt bij zone A en een groep die aanleunt bij zone C.

Deze heterogeniteit wijst op het overgangskarakter van zone B waarvan de kenmerken schommelen in tijd en ruimte, zodat het uitzetten van deze stations over een aantal jaar telkens een andere affiniteit in het treillisdiagram oplevert. Daar deze zone onstabiel is en gewoonlijk een duidelijke dominantie van één harpacticoidensoort vertoont is ze te beschouwen als bewoond door een overwegend fysisch gecontroleerde gemeenschap.

6.4.3.- Zone C

De groepsdiversiteit in deze zone is tamelijk stabiel gedurende de onderzoeksperiode en schommelt tussen een minimum van gemiddeld 6,1 taxa en een maximum van gemiddeld 7,8 taxa. Dit zijn de reeds uit zone B beschreven groepen met daarbij de Archiannelida en de Gastrot-richa. Zowel de groepsdiversiteit als de soortendiversiteit van de harpacticoiden is het hoogst in deze zone met een aantal soorten van ongeveer gelijke dominantie. Ook de affiniteit tussen de verschillende stations van deze zone is hoog en wijst op een althans voor harpacticoiden homogeen milieu. Deze zone kan daarom beschouwd worden als bewoond door een biologisch aangepaste gemeenschap, zoals ook beschreven van o.a. Bermuda [Coull (1970)] en de Virgin Islands [Hartzband en Hummon (1974)].

7.- Densiteit en biomassa

7.1.- Densiteit (fig. 13a-m)

De densiteit van de verschillende taxonomische groepen per zone, berekend als gemiddelde over de zomerstalen (juli t.e.m. oktober) en de winterstalen (december t.e.m. april) afzonderlijk, wordt weergegeven in

Tabel 10

Densiteit van de verschillende meiobenthische taxonomische groepen

			HYDR	TURB	GASTR	NEM	POL	OLIG	ARCHI	BIV	HARP	HALAC
1971	Zomer	Zone A	-	-	-	928125	1061	-	-	849	3635	-
		Zone B	487	10681	1358	1654288	10814	45	3274	1835	55959	37
		Zone C	4239	27036	4626	1240232	45678	390	8384	773	308265	591
1972	Winter	Zone A	-	1299	-	1435902	338	-	-	20	1495	-
		Zone B	551	9166	2825	1543675	2565	85	5404	540	25388	1058
		Zone C	1723	38233	14593	1442814	25069	749	6991	4030	19775	2425
	Zomer	Zone A	-	3085	-	915046	876	-	100	689	4494	30
		Zone B	482	7193	2458	1080717	3764	76	1718	72	47330	100
		Zone C	1212	10370	1038	806557	7378	72	1498	489	115643	343
1973	Winter	Zone A	-	-	-	1515712	320	-	-	-	249	-
		Zone B	2856	1339	-	647389	812	-	545	158	449	-
		Zone C	196	9596	10588	662966	12940	2808	4994	3249	92919	796
	Zomer	Zone A	-	-	-	1001700	-	-	-	-	3961	-
		Zone B	106	8520	213	866115	2631	123	2074	213	13276	-
		Zone C	1241	14135	1328	703012	12728	745	2280	6801	156119	207
1974	Winter	Zone A	-	-	-	688000	-	-	-	-	8067	-
		Zone B	-	4340	-	541000	1202	2000	2000	-	31154	-
		Zone C	?	-	?	707000	?	?	?	-	?	?
	Zomer	Zone A	-	-	-	1481000	-	-	-	-	7158	-
		Zone B	-	1106	-	909000	4628	103	1153	-	24230	-
		Zone C	-	8180	-	372000	8797	1348	132	-	353484	-
1975	Winter	Zone A	-	-	-	1126000	1842	-	-	-	1445	-
		Zone B	-	2208	-	608000	230	432	815	-	10865	-
		Zone C	193	5303	2710	632800	4296	1044	928	4259	66692	193

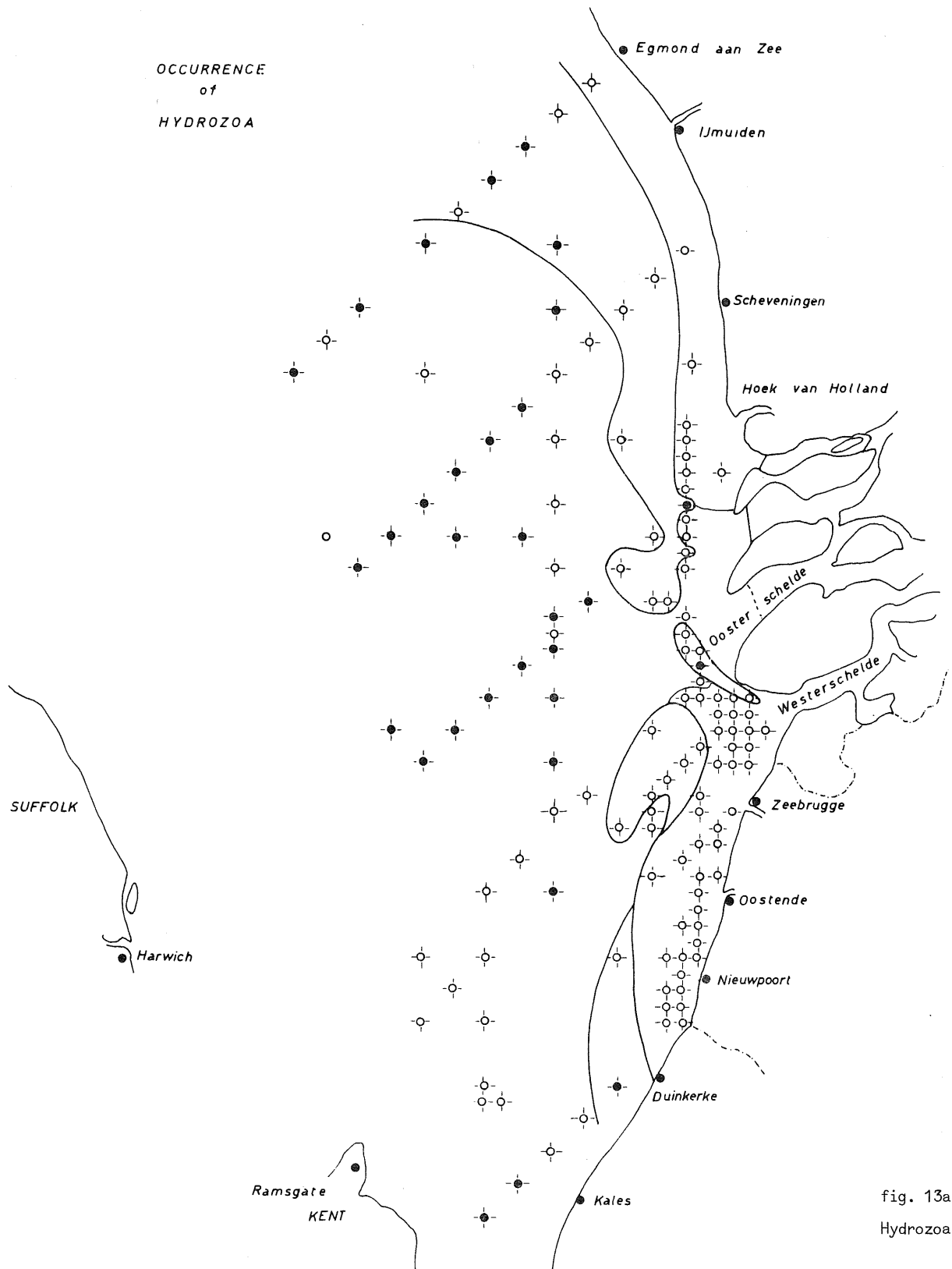


fig. 13.

Verspreiding van de meiobenthische taxa in de Zuidelijke Noordzee, met maximale densiteiten voor de meer frequente taxa waargenomen per lokaliteit.

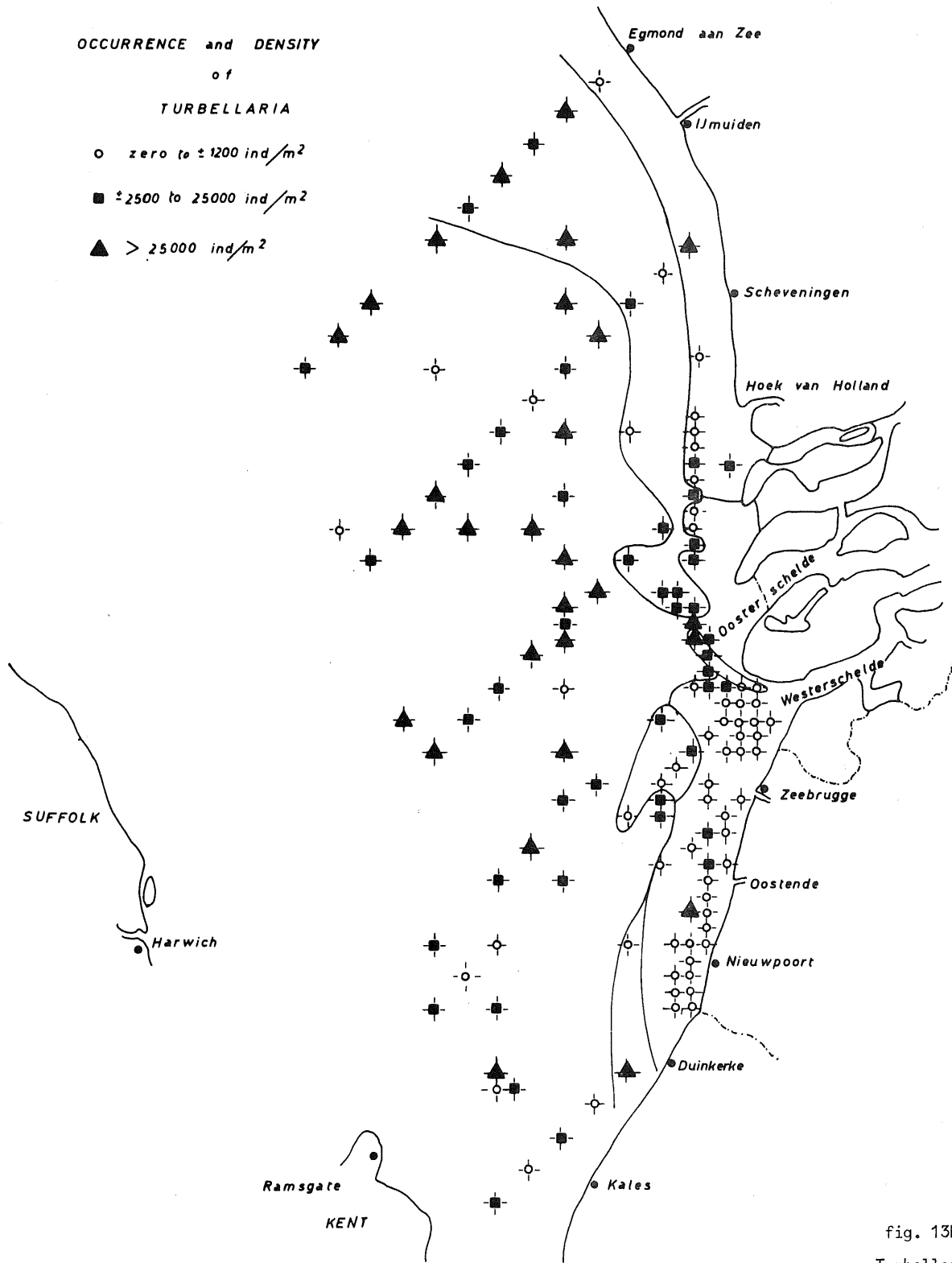


fig. 13b.
Turbellaria

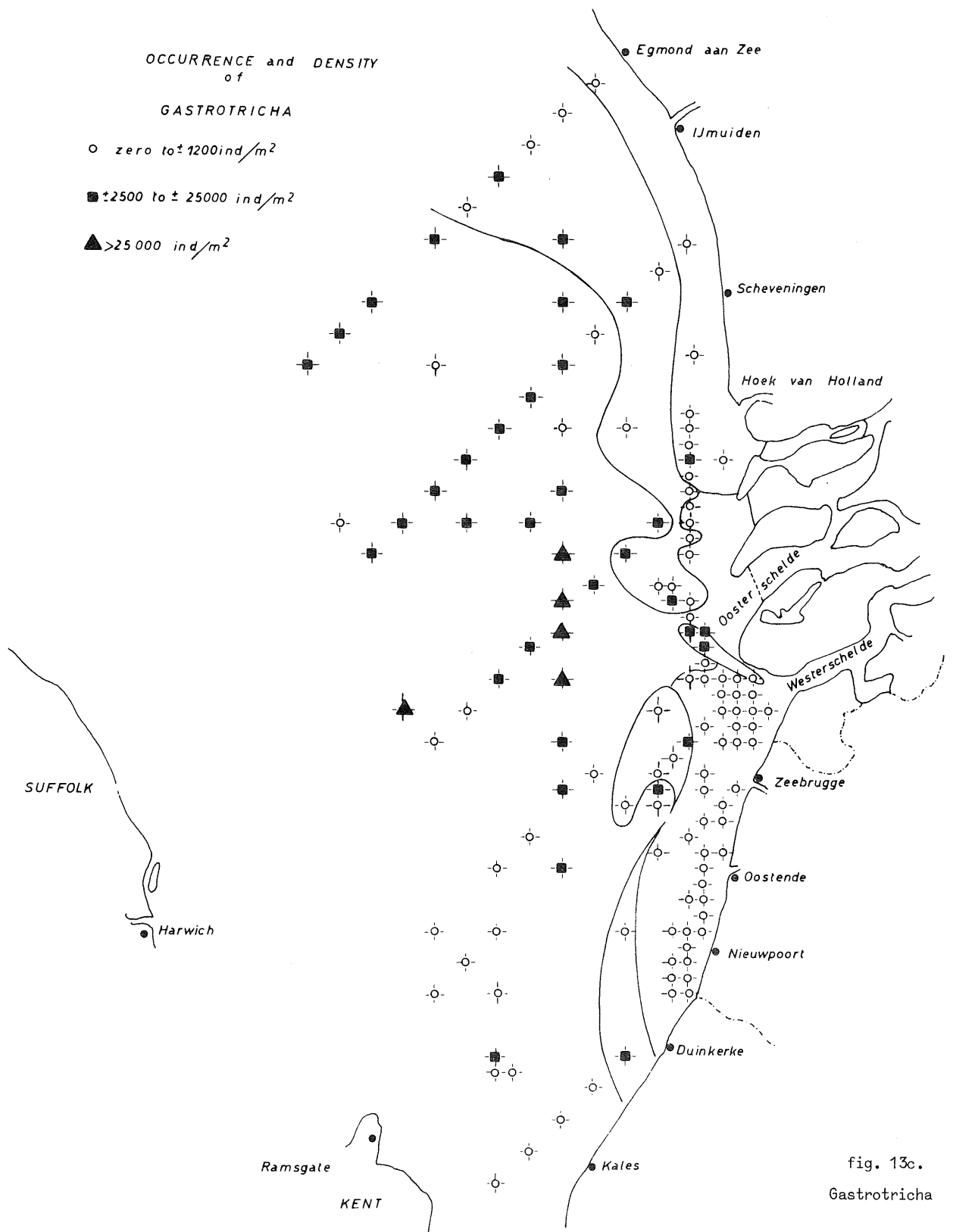


fig. 13c.
Gastrotricha

OCCURRENCE
of
NEMERTINA

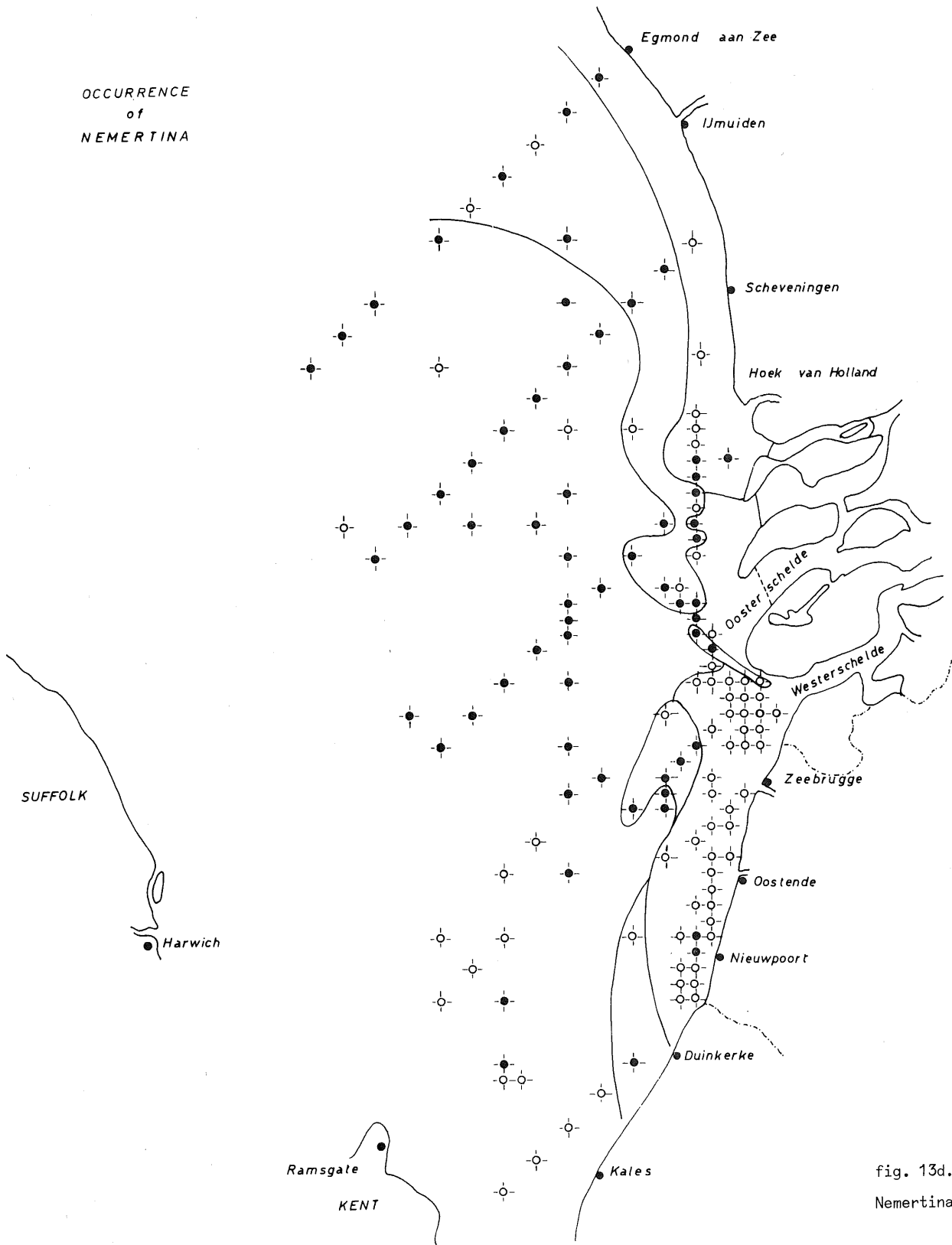


fig. 13d.
Nemertina

OCCURRENCE
of
KINORHYNCHA

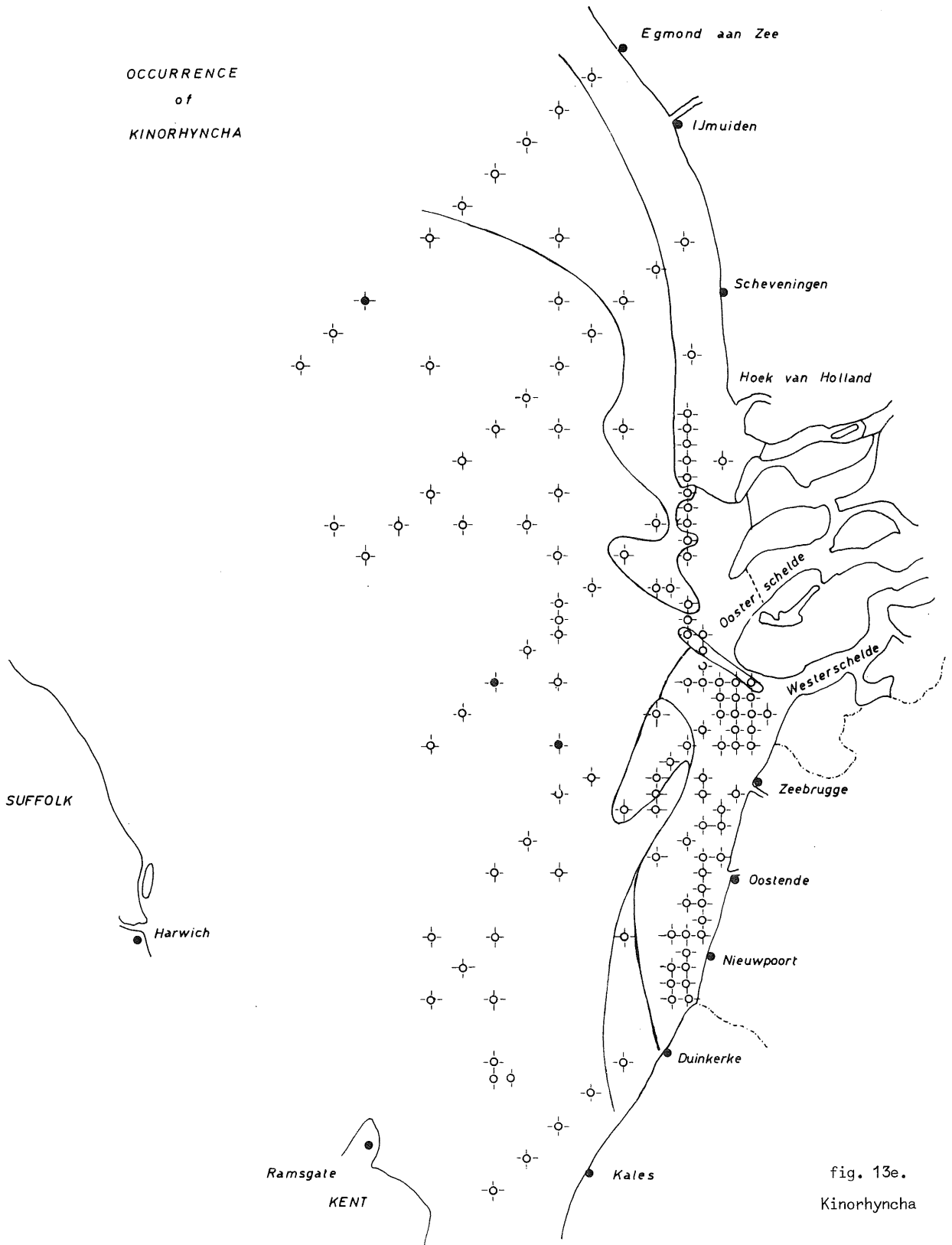


fig. 13e.
Kinorhyncha

OCCURRENCE and DENSITY
of
NEMATODA

- < 250.000 ind/m²
- 250.000 to 1.200.000 ind/m²
- ▲ > 1.200.000 ind/m²

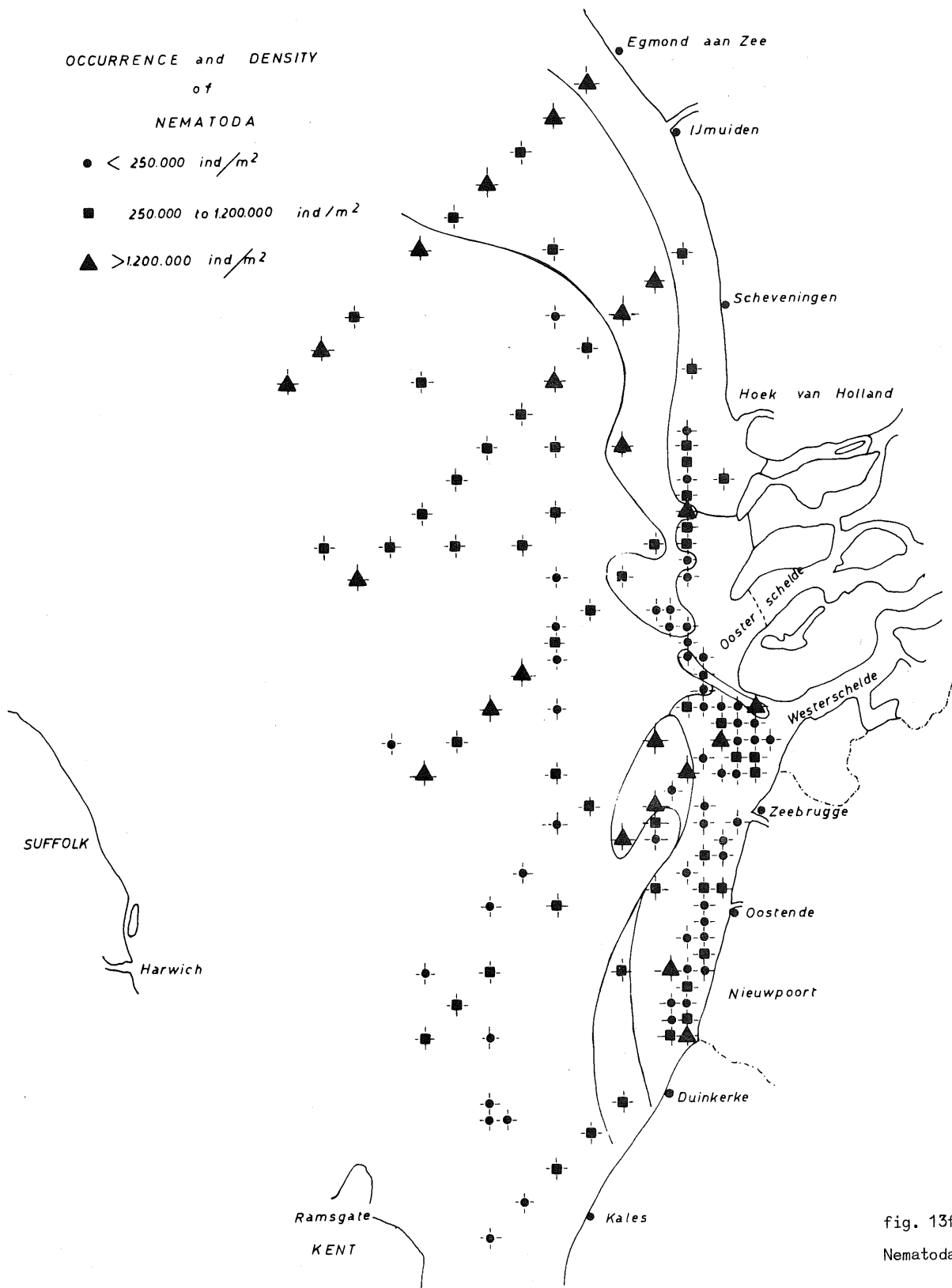


fig. 13f.
Nematoda

OCCURRENCE and DENSITY
of
MEIO- and MIXOBENTHIC POLYCHAETA

○ > 250

■ 250 to 12000 ind/m²

▲ † 25,000 - to 75,000 ind/m²

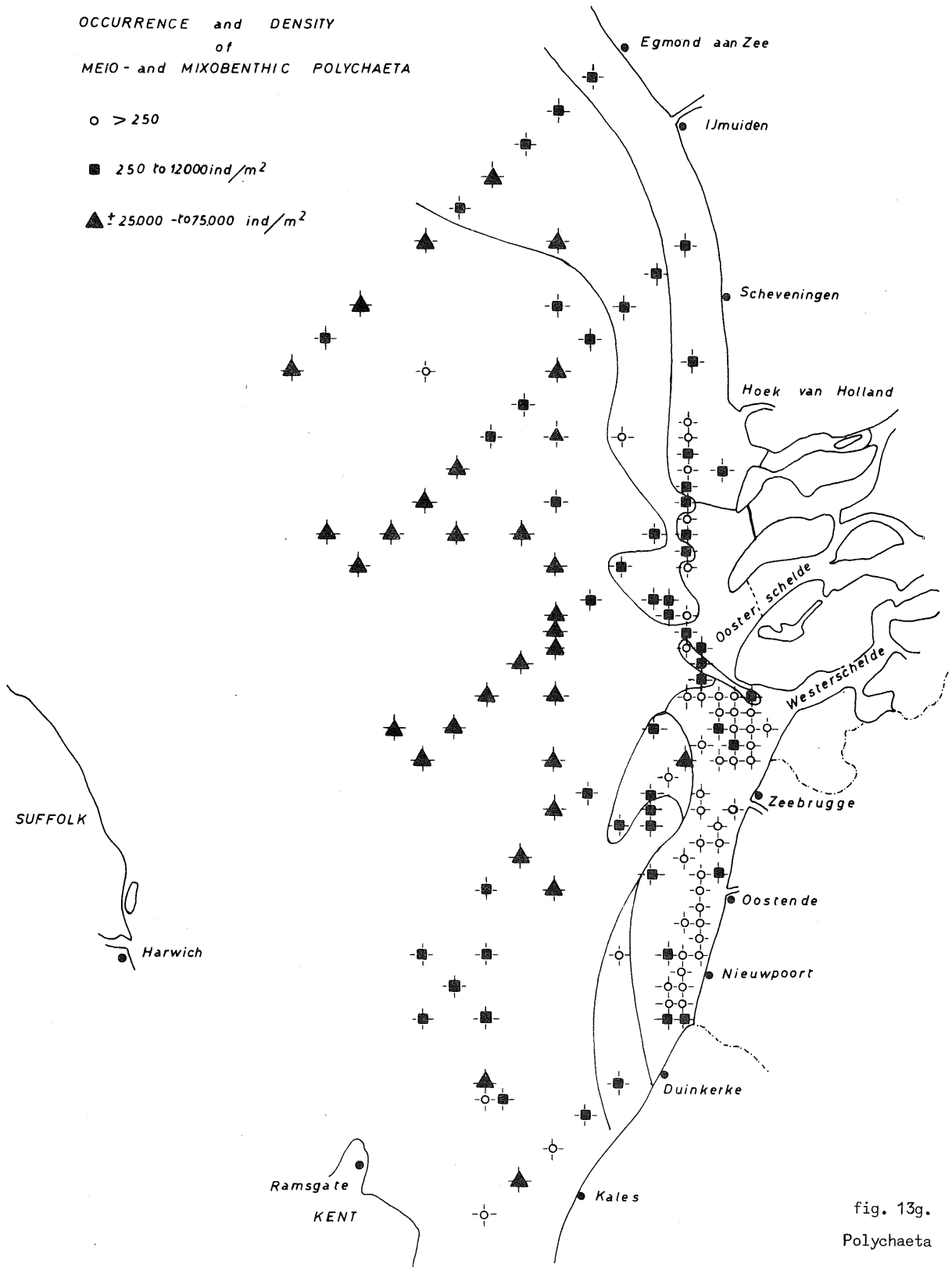


fig. 13g.
Polychaeta

OCCURRENCE
of
MEIO- and MIXOBENTHIC OLIGOCHAETA

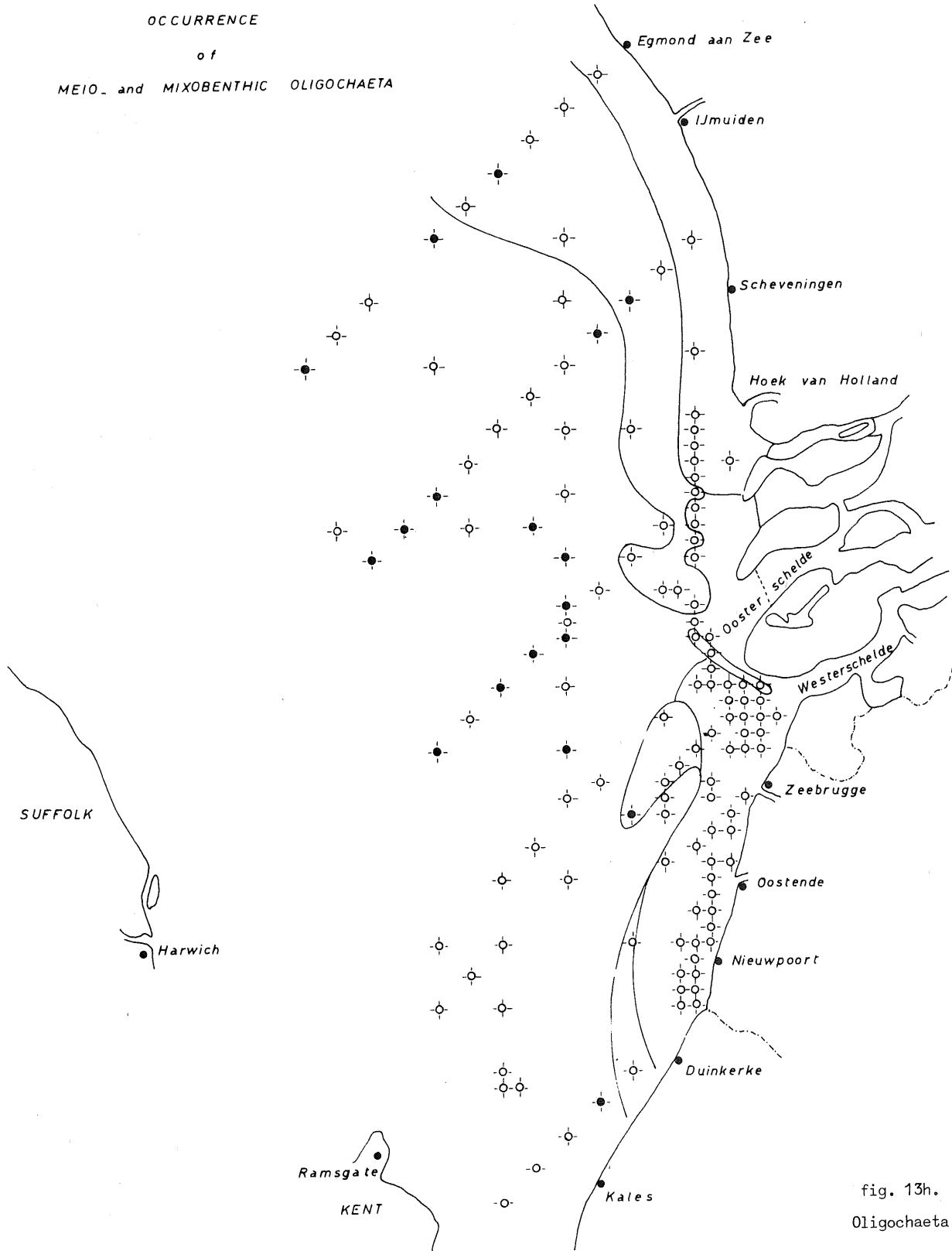


fig. 13h.
Oligochaeta

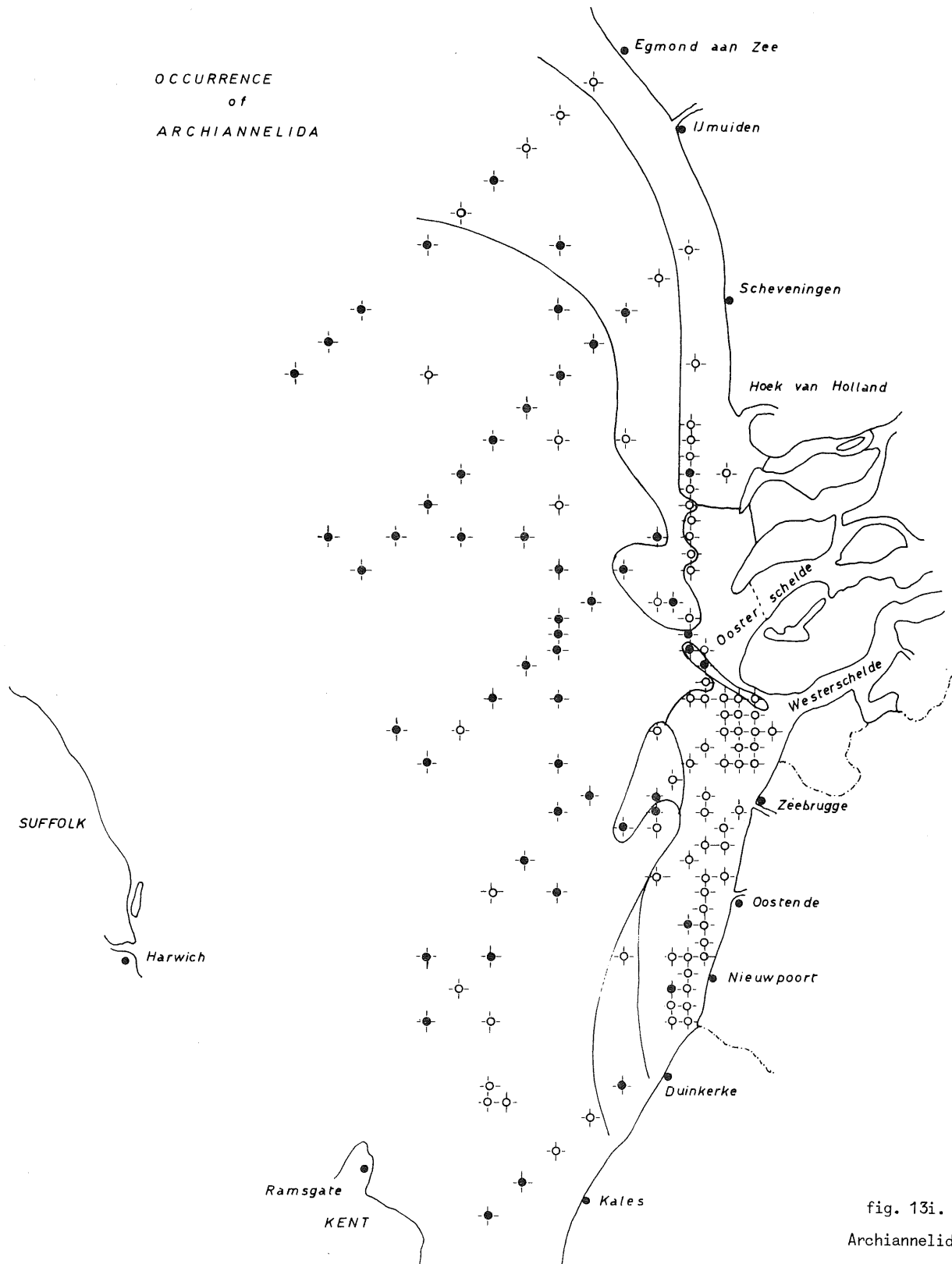


fig. 13i.
Archiannelida

OCCURRENCE
of
MIXOBENTHIC BIVALVIA

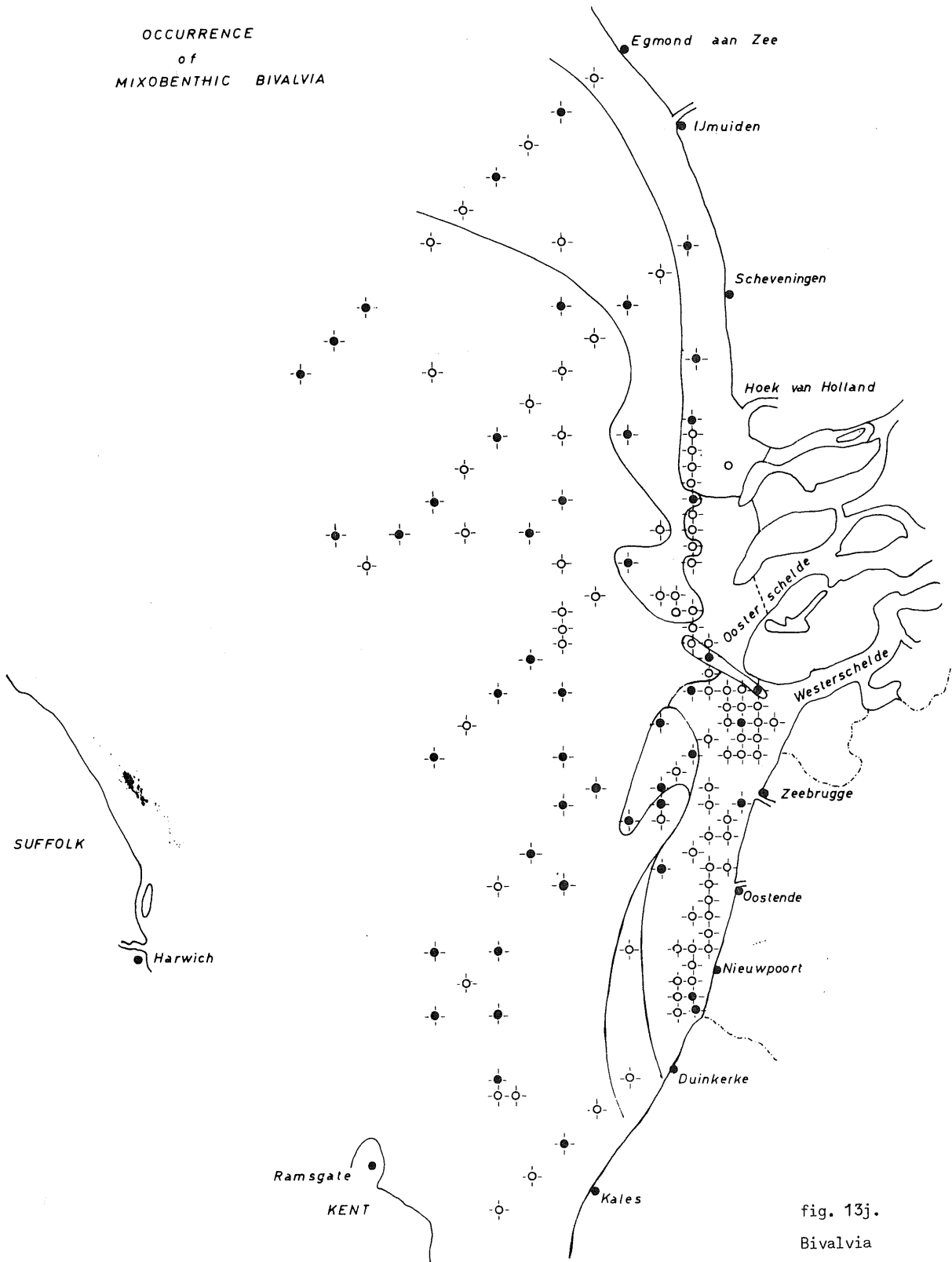


fig. 13j.
Bivalvia

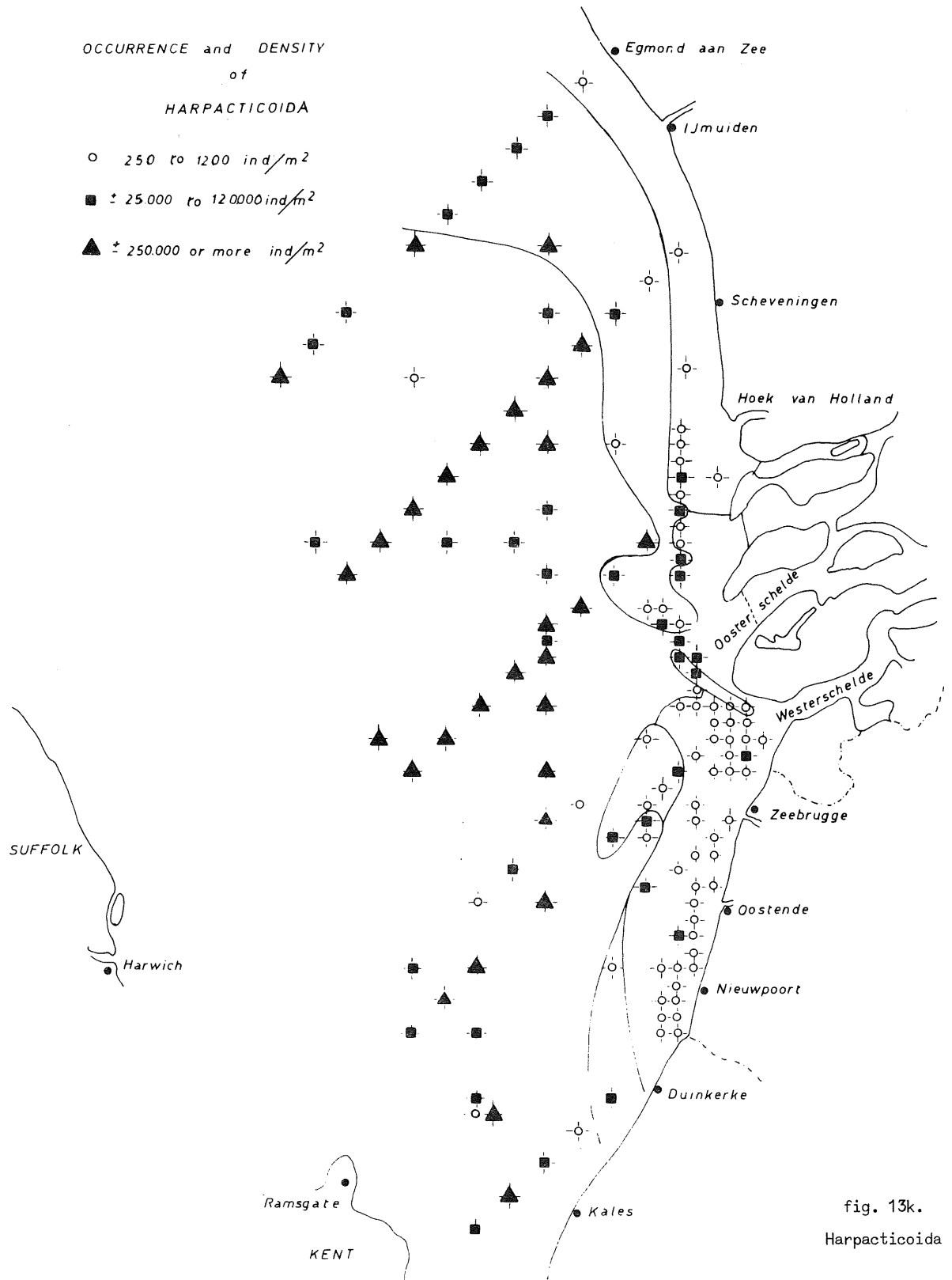


fig. 13k.
Harpacticoida

OCCURRENCE
of
OSTRACODA

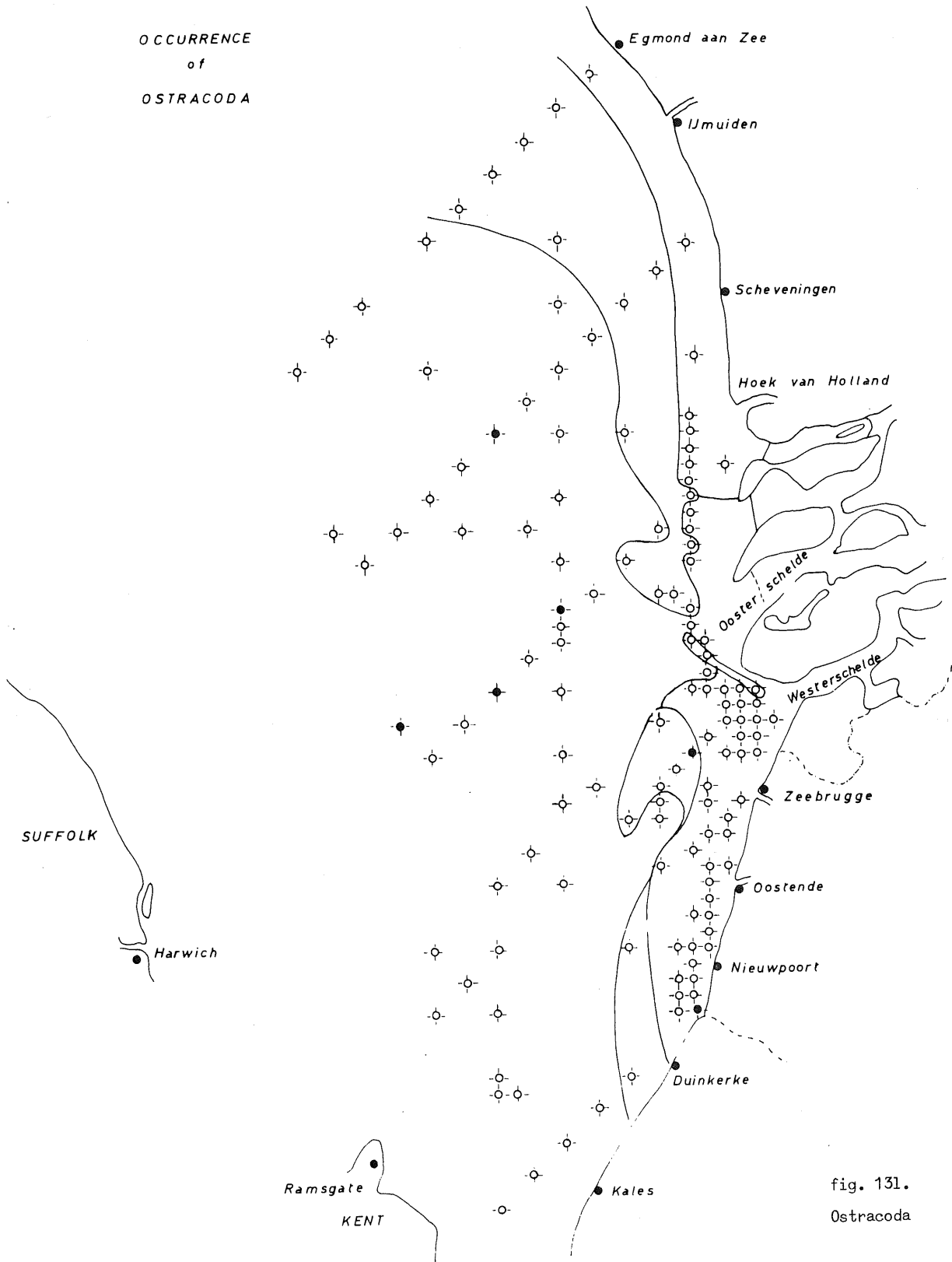


fig. 131.
Ostracoda

OCCURRENCE
of
HALACARIDA

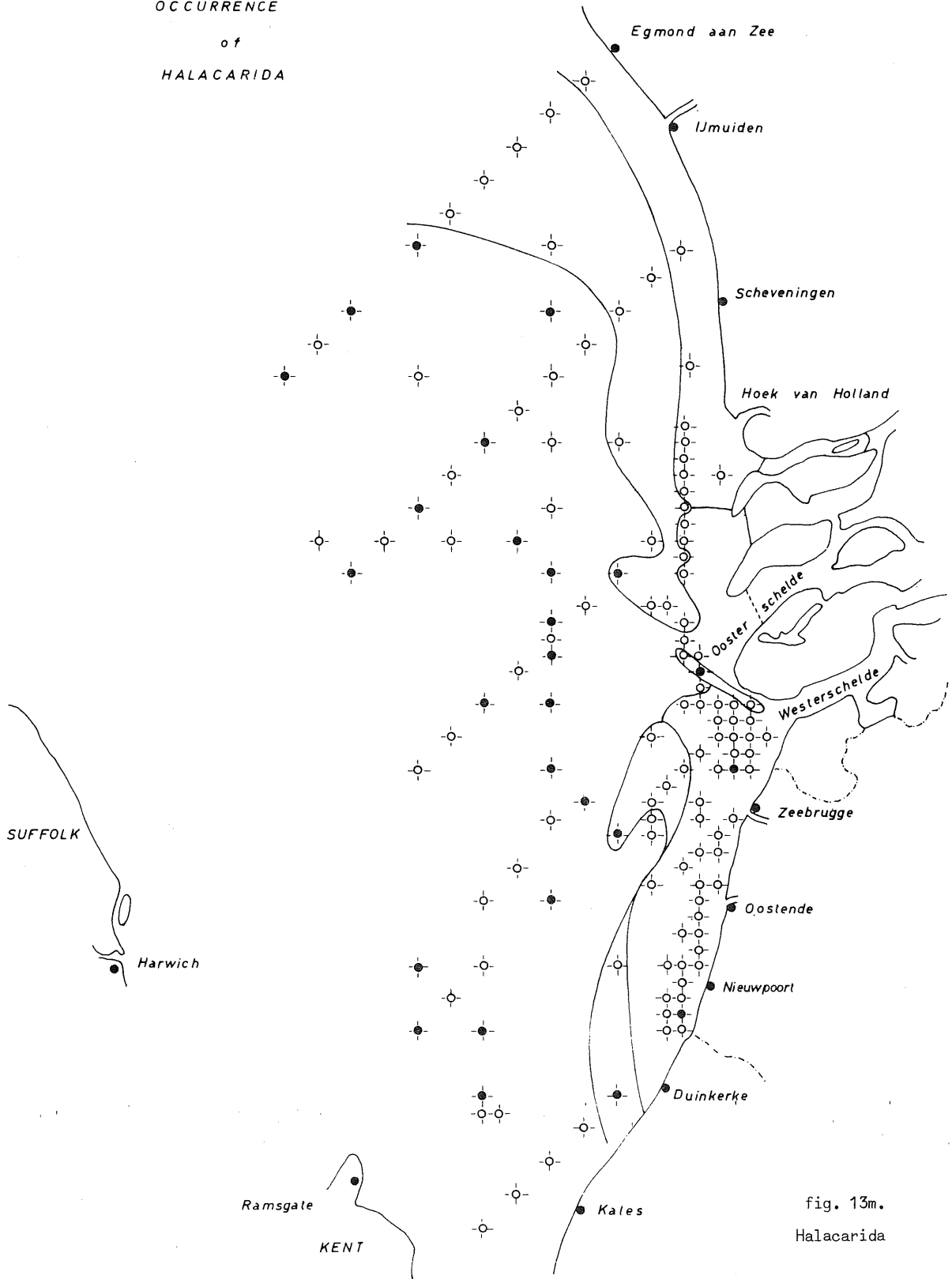


fig. 13m.
Halacarida

tabel 10. Schommelingen in de densiteit zullen samen met de schommelingen in de biomassa besproken worden.

Tabel 11

Gemiddelde densiteit van de meiobenthische taxa over alle stalen

	Zone A	Zone B	Zone C	Gem.
Hydrozoa	0	477	1138	938
Turbellaria	579	6889	20915	17149
Gastrotricha	0	1273	6500	5277
Nematoda	1198200	1071450	962950	1001030
Polychaeta	224	8713	10882	9025
Archiannelida	12	2461	4649	3889
Oligochaeta	2	136	1539	1221
Bivalvia	48	488	2566	2065
Harpacticoida	1808	105900	62850	59890
Halacarida	9	216	1072	863
TOTAAL	1198900	1198011	1075100	1101200

De gemiddelde densiteit over alle stalen bedraagt (ind./m²) in tabel 11. Uit deze tabel blijkt dat de totale densiteit zeer weinig verschilt van zone tot zone. De nematoden zijn uitgesproken dominant, gevolgd door de Harpacticoida en de Turbellaria.

Tabel 12

Totale densiteit van het meiobenthos per zone en per jaar

	Zone A	Zone B	Zone C	Gem.
1971 (Zomer)	933700	1738800	1640200	1566700
1972	1181600	2735200	1339500	1457800
1973	1261000	774100	852200	892600
1974	1092100	761000	765300*	803300
1975 (Winter)	1129300	622600	718400	757400

* indien nematoden 85 % van de fauna uitmaken.

De totale densiteit van de meiofauna per zone en per jaar wordt weergegeven in tabel 12 (ind./m²).

7.2.- Biomassa

7.2.1.- Bepaling van de biomassa

Om uit de densiteiten de biomassa af te leiden werd het gemiddeld drooggewicht per individu berekend. Dit gebeurde op een verschillende manier naargelang de systematische groep.

7.2.1.1.- Harpacticoida

De meest voorkomende soorten werden gewogen. Het aantal gewogen individuen varieert van 20 tot 300 naargelang de soort.

Halectinosoma herdmanni : 2,23 µg

Halectinosoma herdmanni : ♀ met eieren (gem. 12,3 eieren) : 5,20 µg

Halectinosoma sarsi : 8,40 µg

Canuella perplexa : 4,45 µg

Leptastacus laticaudatus : 0,23 µg

Ameira cf. *pusilla* : 0,21 µg

Arenopontia curvicauda : 0,23 µg

Arenosetella germanica : 0,63 µg

Psammotopa phyllosetosa : 1,32 µg .

Van andere soorten werd het gewicht geschat rekening houdend met de lengte en de vorm.

De biomassa's van elke soort voorkomend in één representatief station per zone in elk van de drie zones (M01 in zone A, M11 in zone B en M20 in zone C) werden bepaald aan de hand van de hierboven gegeven individuele biomassa's. De gemiddelde jaarlijkse densiteiten en biomassa's werden gesommeerd over het aantal soorten en het quotiënt van deze sommen geeft ons het individueel gemiddeld gewicht van een "typische" harpacticoïde uit elk van de drie zones (zie tabellen 13, 14, 15) :

Tabel 13

Bepaling van het individueel gewicht van een gemiddelde harpacticofide uit zone A door bepaling van gemiddelde densiteit en gemiddelde biomassa van de gemeenschap

	1-74	3-74	4-74	5-74	6-74	9-74	10-74	12-74	1-75	2-75
<i>Pseudobrydia beduina</i> (1,5 µg)										
N/m ²	178	444,4	889	173		580				
µg/m ² (dry weight)	267	666	1333,5	267		870				
<i>Halectinosoma herdmanni</i>										
N/m ² (2,23 µg)	178		3556	533	670	1451			1084	
µg/m ²	396,9		7929,8	1183	1494,1	3255,7			2417,3	
<i>Halectinosoma sarsi</i> (8,4 µg)										
N/m ²	178		1778		670	2321	290		1084	542
µg/m ²	1495,2		14935,2		5628	5175,8	2436		9105,6	4552,8
<i>Canuella perplexa</i> (4,45 µg)										
N/m ²						2031	290	542	542	
µg/m ²						9037,9	1290,5	2411,9	2411,9	
<i>Microarthridion littorale</i>										
N/m ² (2,0 µg)						290				
µg/m ²						580				
<i>Dactylopoia vulgaris</i> (2,0 µg)										
N/m ²				355,5	1341					
µg/m ²				711	2682					
<i>Paraleptastacus espinulatus</i>										
N/m ² (0,25 µg)										
µg/m ²										
<i>Leptastacus laticaudatus</i>										
N/m ² (0,25 µg)			889							
µg/m ²			222,2							
<i>Enhydrosoma propinquum</i>										
N/m ² (1,2 µg)							2902	542		
µg/m ²							3482,4	650,4		
<i>Bulbamphiascus imus</i> (2,0 µg)										
N/m ²							290			
µg/m ²							580			
<i>Typhlamphiascus sp.</i> (2,0 µg)										
N/m ²										
µg/m ²										
Juveniles (1,2 µg)										
N/m ²			2667	178						
µg/m ²			3200,4	213,6						
Density (N/m ²)	534	444	9779	1244	2681	6673	3772	1084	2710	542
Biomass (µg/m ²)	2159,14	666	27621	2380,1	9804,1	18899,5	7788,9	3062,3	13934	4552,8

Mean density : 2946 N/m²

Mean Biomass : 7846 µg/m²

zone A : 3,08 µg

zone B : 1,04 µg

zone C : 0,35 µg .

Deze gemiddelden werden gebruikt bij alle verdere biomassaberekeningen uitgaande van totale densiteiten van harpacticoiden in de verschillende stations.

Tabel 14

Bepaling van het individueel gewicht van een gemiddelde harpacticofide uit zone B door bepaling van gemiddelde densiteit en gemiddelde biomassa van de gemeenschap

	4-73	6-73	9-73	4-74	5-74	6-74	1-75	2-75	4-75	6-75
<i>Ectinosoma dentatum</i> (2,2 µg)					180 396					
<i>Halectinosoma sarai</i> (8,4 µg)		360 3024	1060 8904		2000 16800		550 4620			
<i>Halectinosoma hermanni</i> (2,23 µg)		1600 3568	3300 7359	180 401,4		670 1494,1	1100 2453	5500 12265	1300 2899	550 1226
<i>Halectinosoma propinquum</i> (2,23 µg)									550 1226,5	
<i>Arenosetella germanica</i> (0,63 µg)				360 226,8			1100 693		3800 2394	
<i>Panarenosetella leptoderma</i> (0,63 µg)								1100 693	3100 1953	
<i>Canuella perplexa</i> (4,45 µg)		360 1602	360 1602							
<i>Microarthridion littorale</i> (2,0 µg)		180 360				670 1340			440 880	1600 3200
<i>Dactylopodia vulgaris</i> (2,0 µg)					535 1070	6000 1200	550 1100		440 880	
<i>Leptastacus laticaudatus</i> (0,23 µg)	890 204,7	180 41,4	180 41,1	2000 460	710 163,3		1600 368	550 126,5	2200 506	9300 2139
<i>Paraleptastacus espinulatus</i> (0,25 µg)	1780 445	2300 575	3000 750	3600 900	2000 500		1100 275	550 137,5		
<i>Arenocaris bifida</i> (0,6 µg)	180 108		180 108	360 216	360 216			550 330	1100 660	
<i>Evanusula incerta</i> (0,6 µg)				180 108					550 330	
<i>Pcamnotopa phyllosetosa</i> (1,32 µg)	180 237,6			180 237,6					1100 1452	
<i>Ameira</i> sp. A (0,23 µg)										
<i>Ameira</i> sp. B (1,0 µg)										
<i>Juveniles</i> (0,6 µg)	535 321	3600 2160	1600 960	3300 1980	535 321	670 402	1600 960		9300 6000	2200 2200
Density	3565	11070	9680	10160	4320	10010	7600	8250	23880	13650
Biomass	1316,5	13820,4	19724,4	4529,8	2666,3	21236,1	1046,9	13552	19288,5	8765,5

Mean density : 10703 N/m² (4-74 + 4-75)

Mean biomass : 10386 µg/m² (4-74 + 4-75)

Tabel 15

Bepaling van het individueel gewicht van een gemiddelde harpacticoïde uit zone C door bepaling van gemiddelde densiteit en gemiddelde biomassa van de gemeenschap

	5-74	7-74	9-74	11-74	12-74	1-75	2-75	4-75
<i>Halectinosoma propinquum</i> (2,23 µg)	640		580,3					
N/m ²	1427,2		1294					
µg/m ²								
<i>Arenosetella germanica</i> (0,63 µg)								2167,3
N/m ²								1365,3
µg/m ²								
<i>Pararenosetella leptoderma</i> (0,63 µg)	640	15700,4	580,3	3362,2	596,5	3091,1	8172,4	
N/m ²	403,2	9891,2	365,5	2118,2	375,7	1947,3	5148,6	
µg/m ²								
<i>Ameira</i> sp. A (1,0 µg)	1280	7326,8	580,3	50976,1	1193	3091,1	5802,6	5938,4
N/m ²	294,4	1685,1	133,4	11724,5	274,3	710,9	1334,5	1365,8
µg/m ²								
<i>Ameira</i> sp. B (1,0 µg)	1280					1518,4	3470,7	
N/m ²	294,4					349,2	798,2	
µg/m ²								
<i>Leptopontia curvicauda</i> (0,23 µg)			580,3					
N/m ²			133,4					
µg/m ²								
<i>Evansula pygmaea</i> (0,6 µg)	1280	13607	290,1	10195,2		4663,7	5802,6	2687,4
N/m ²	768	8164,2	174	6117,1		2798,2	3481,5	1612,4
µg/m ²								
<i>Leptastacus laticaudatus</i> (0,23 µg)	9546,6	15700,4	10156,7	78145,3	2982,6	21854,6	12758,2	4854,7
N/m ²	2386,6	3925,1	2539,1	19536,3	745,2	5463,6	3199,5	1213,6
µg/m ²								
<i>Paraleptastacus espinulatus</i> (0,25 µg)	640	1046,6	870,5		596,5	4663,7	6995,6	1603,8
N/m ²	160	261,6	217,6		149,1	1165,9	1748,9	400,9
µg/m ²								
<i>Psammotopa phyllosetosa</i> (1,32 µg)	640	11513,6	2321,5	20390		1518,4	11659,4	3771,1
N/m ²	844,8	15197,9	3064,3	26915,3		2004,2	15390,4	4977,8
µg/m ²								
<i>Haloschizopera junodi</i> (0,8 µg)			580,3	3362,2	596,5	7809,1		
N/m ²			464,2	2689,8	477,2	6247,2		
µg/m ²								
<i>Haloschizopera mathoi</i> (0,8 µg)	3182,2			3362,2				
N/m ²	2545,7			2689,8				
µg/m ²								
<i>Juveniles</i> (0,25 µg)	7004,4	35587,7	11607,6	84924	2982,6	32809,1	20986,9	9211
N/m ²	1751,1	8896,9	2901,9	21231	745,6	8202,2	5246,7	2302,7
µg/m ²								
Density	26132	100479	119555	254716	8945	81016	75684	30231
Biomass	10875,4	48022	11287,5	93022	2767,5	28888,7	36348,3	13238,5

Mean density : 87094 N/m²

Mean biomass : 30556,2 µg/m²

7.2.1.2.- Nematoda

Een aantal nematoden werden per soort gewogen :

Sabatieria cupida adult : 3,03 µg

Sabatieria cupida juveniel : 0,49 µg

Richtersia inaequalis : 2,09 µg

Enoploides spec. : 1,10 µg

Chromadoride : 1,10 µg
Araeolaimide : 0,31 µg
Metachromadora spec. : 1,29 µg .

Deze specifiek gewichten werden evenwel niet in de biomassabepalingen van de gemeenschap gebruikt daar de enorme diversiteit van de nematoden accurate schattingen gebaseerd op deze gewichten onmogelijk maakt. In plaats daarvan werd de volgende procedure toegepast : uit 28 stalen afkomstig van de drie zones werden systematisch de eerste honderd nematoden genomen die in het telbakje werden aangetroffen. Het gemiddeld gewicht van deze 100 nematoden werd als representatief voor het staal aanzien. De gemiddelde gewichten van alle stalen per zone en per individu zijn :

zone A : $1,37 \pm 0,35 \mu\text{g}$ (n = 4) $\rightarrow 1,64 \text{ g/m}^2$
zone B : $1,24 \pm 0,18 \mu\text{g}$ (n = 13) $\rightarrow 1,33 \text{ g/m}^2$
zone C : $1,24 \pm 0,17 \mu\text{g}$ (n = 9) $\rightarrow 1,19 \text{ g/m}^2$.

Het geringe verschil tussen zone A en beide andere zones werd niet significant bevonden. Daarom werd voor alle stalen een gemiddeld gewicht van 1,26 µg drooggewicht per individu aangenomen

$1,26 \pm 0,11 \mu\text{g}$ (n = 26) $\rightarrow 1,26 \text{ g/m}^2$.

7.2.1.3.- Polychaeta

Bij de bepaling van het gemiddeld gewicht van meiobenthische polychaeten werd evenals bij de harpacticoiden rekening gehouden met de soortensamenstelling van de gemeenschap. De kleinste, dominante mixobenthische larven in zone A en zone B behoren tot *Anaitides mucosa* (1,6 mm = 6,0 µg ; 2,8 mm = 10,0 µg) , *Eumida sanguinea* (0,5 - 1 mm = 5,0 µg ; 1 - 1,5 mm = 18 µg) en *Lanice conchilega* (3,5 - 4 mm = 74 µg) . Dit geeft voor beide zones een gemiddeld gewicht van 23 µg drooggewicht per individu.

In zone C zijn de dominante interstitiële vormen *Exogone naidina* en *E. hebes* (1,3 mm = 14 µg) en *Hesionura augeneri* (4 mm = 11 µg) . Dit geeft een gemiddeld drooggewicht van 12,5 µg per individu in zone C.

7.2.1.4.- Archiannelida

Polygordius spec. : 5,0 μg

Saccocirrus spec. : 11,5 μg

Protodriloides spec. en juveniele *Protodrilus* : 3,0 μg .

7.2.1.5.- Andere taxa

Deze werden per groep gewogen :

Hydrozoa (*Halammohydra*) : 0,65 μg (?)

Gastrotricha (grote soorten) : 0,22 μg

Turbellaria : 2,35 μg

Oligochaeta : 15,5 μg

Bivalvia (ongeveer 1 mm) : 1,68 μg

Halacarida : 3,0 μg .

7.2.2.- De biomassa per zone en per groep

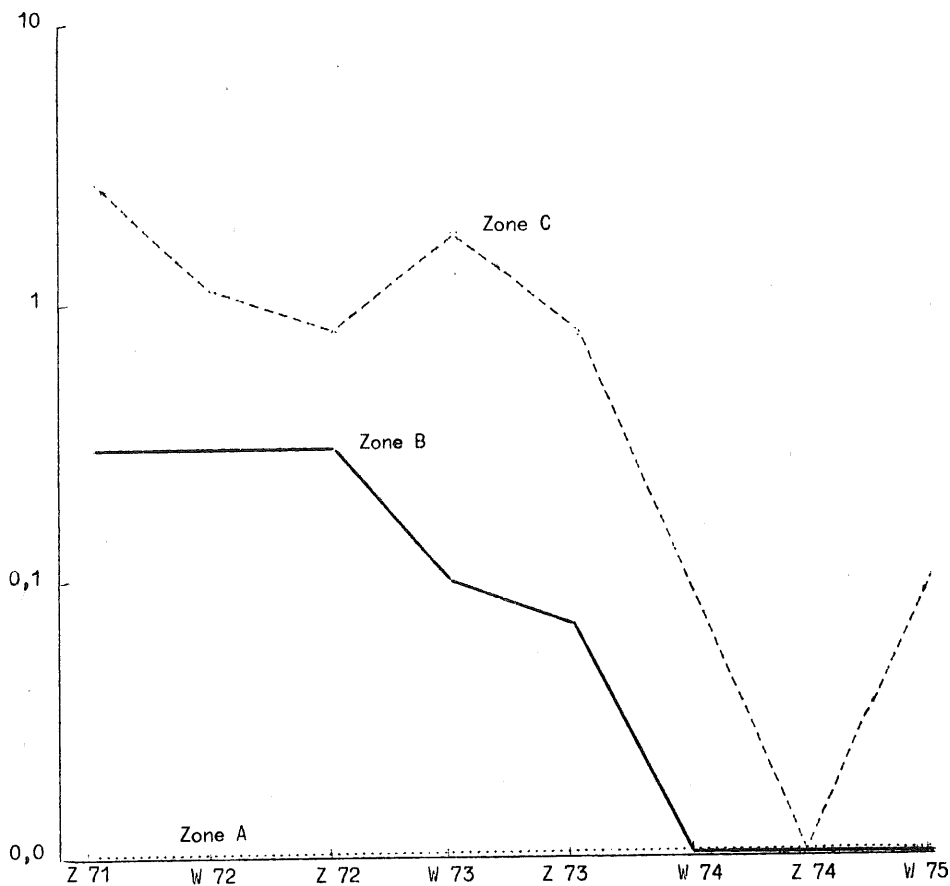


fig. 14a.

Schommelingen van biomassa (mg/m^2) van Hydrozoa per zone gedurende winter- en zomermaanden

Tabel 16

Biomassa van de voornaamste meiobenthische taxa in de verschillende zones

			HYDR	TURB	GASTR	NEM	POL	OLIG	ARCHI	BIV	HARP	HALAC
1971	Zomer	Zone A	-	-	-	1169,4		-	-	1,4	11,2	-
		Zone B	0,3	25,1	0,3	2084,4	248,7	0,7	21,3	3,1	58,2	0,1
		Zone C	0,3	63,5	1,0	1562,7	570,9	6,0	54,6	1,3	107,9	1,8
1972	Winter	Zone A	-	3,0	-	1809,2	7,8	-	-	0,03	4,6	-
		Zone B	0,3	21,5	0,6	1945,0	58,9	1,3	35,1	0,9	26,4	3,2
		Zone C	1,1	89,8	3,2	1817,9	313,4	11,6	45,4	6,8	69,2	7,3
	Zomer	Zone A	-	7,2	-	1152,9	20,1	-	0,6	1,1	13,8	0,09
		Zone B	0,8	16,9	0,5	1361,7	86,6	1,2	11,2	0,1	49,2	0,3
		Zone C	0,3	24,4	0,2	1016,3	92,2	1,1	9,2	0,8	40,5	1,09
1973	Winter	Zone A	-	-	-	1909,8	7,4	-	-	-	0,8	-
		Zone B	0,1	3,1	-	815,7	18,7	-	3,5	0,3	4,6	-
		Zone C	1,8	22,5	2,3	835,3	161,7	59,0	32,5	5,4	32,5	5,4
	Zomer	Zone A	-	-	-	1262,1	-	-	-	-	12,2	-
		Zone B	0,07	20,0	0,05	1091,3	60,5	1,9	13,5	0,3	13,8	-
		Zone C	0,8	33,2	0,3	885,8	159,1	115,5	14,8	11,4	54,6	0,6
1974	Winter	Zone A	-	-	-	859,3	-	-	-	-	24,8	-
		Zone B	-	10,2	-	681,7	27,6	31,0	13,0	-	32,4	-
		Zone C	?	?	?	890,8	?	?	?	?	?	?
	Zomer	Zone A	-	-	-	1866	-	-	-	-	22,0	-
		Zone B	-	2,6	-	1145,3	106,4	1,6	7,5	-	25,2	-
		Zone C	-	19,2	-	468,7	109,9	21,7	6,0	-	123,7	-
1975	Winter	Zone A	-	-	-	1418,8	4,1	-	-	-	4,4	-
		Zone B	-	5,2	-	766,1	42,4	6,7	5,3	-	11,3	-
		Zone C	0,1	12,5	0,6	796,3	53,7	16,2	6,0	7,1	23,3	0,6

De biomassa van de verschillende taxonomische groepen per zone, berekend als gemiddelde over de winter- en de zomerstalen afzonderlijk, wordt weergegeven in tabel 16 en figuren 14a tot 14j.

7.2.2.1.- Hydrozoa (fig. 14a)

Deze groep ontbreekt in zone A en in zone B vanaf de winter 1974. De biomassa is het grootst in zone C. In de zomer 1974 zijn er geen

Hydrozoa aanwezig op punt M20 dat het enige is uit zone C waarvan de stalen werden verwerkt.

7.2.2.2.- Turbellaria (fig. 14b)

De biomassa van deze groep is het grootst in zone C, kleiner in zone B en het kleinst in zone A. Alleen in 1972 komt de groep in zone A voor. De biomassa's zijn tamelijk stabiel doorheen de tijd.

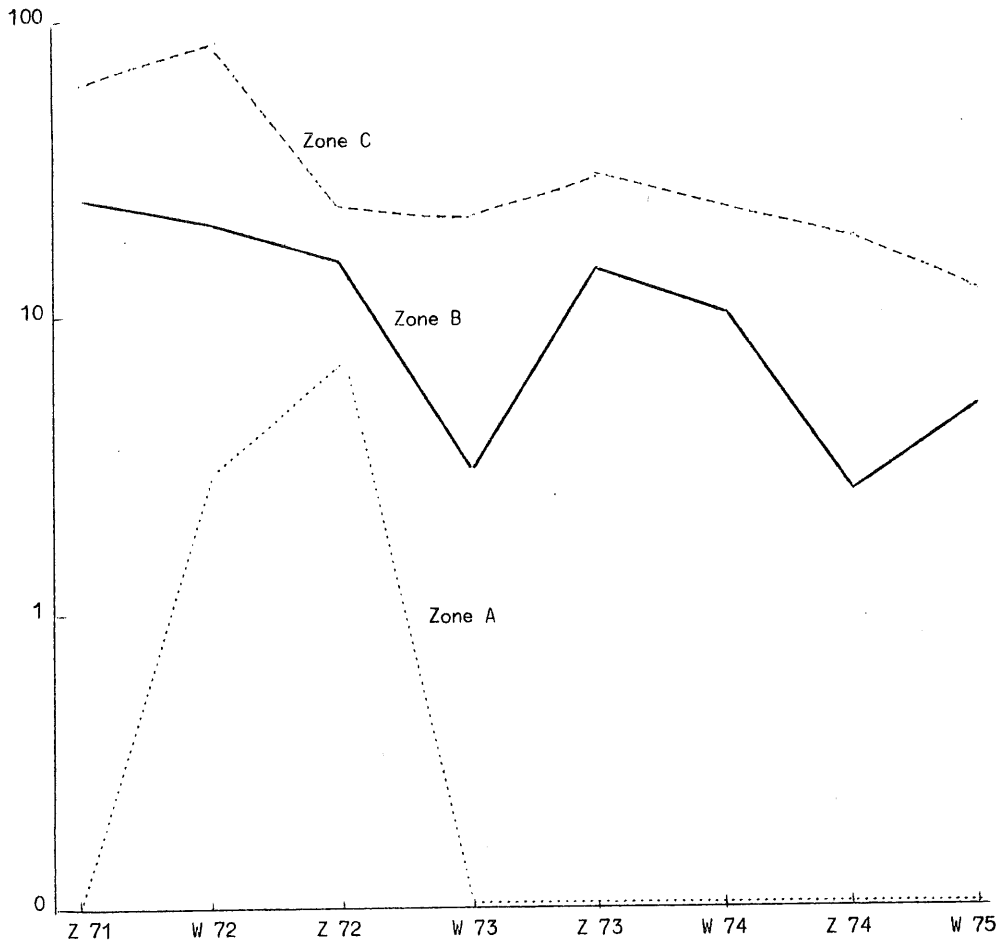


fig. 14b.

Schommelingen van biomassa (mg/m²) van Turbellaria per zone gedurende winter- en zomermaanden

7.2.2.3.- Gastrotricha (fig. 14c)

De biomassa is het grootst in zone C, waar de groep ontbreekt op punt M20 in de zomer 1974. In zone B komt de groep voor tot en met de zomer 1972 en ontbreekt nadien.

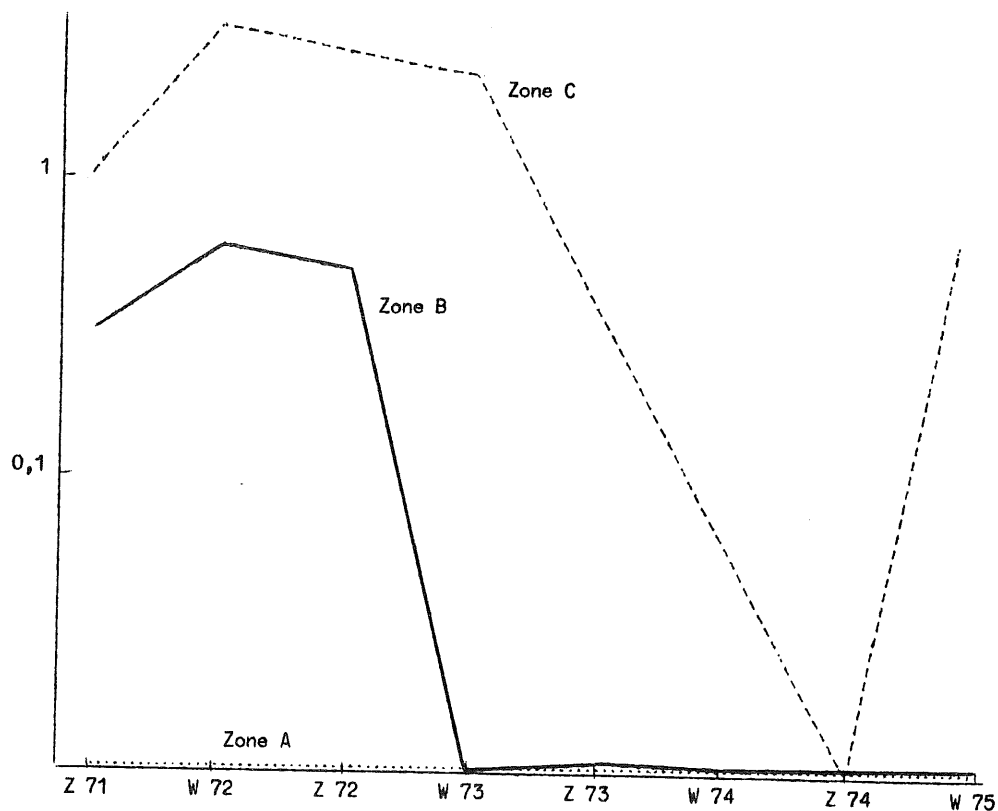


fig. 14c.

Schommelingen van biomassa (mg/m²) van Gastrotricha per zone gedurende winter- en zomermaanden

7.2.2.4.- Nematoda (fig. 14d)

Dit is de enige groep waarvoor er geen duidelijk verschil bestaat tussen de biomassa's van de verschillende zones. In de laatste jaren blijkt zone A vrijwel steeds de grootste biomassa te vertonen. Schommelingen in de biomassa zijn niet erg uitgesproken. De winterwaarde is wel steeds lager dan de zomerwaarde ervoor.

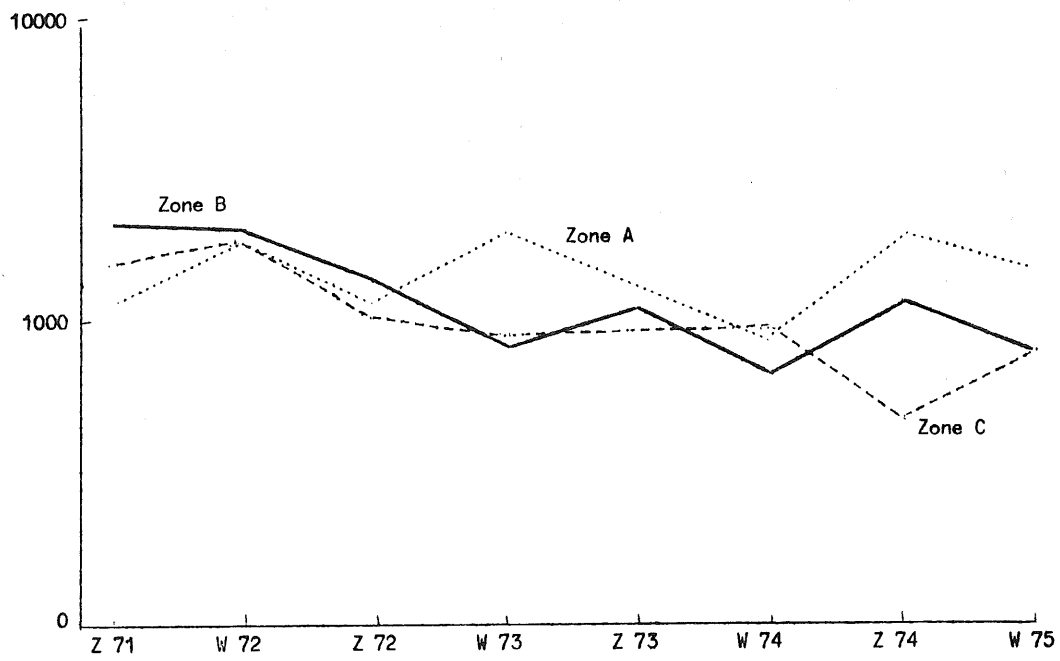


fig. 14d.

Schommelingen van biomassa (mg/m^2) van Nematoda per zone gedurende winter- en zomermaanden

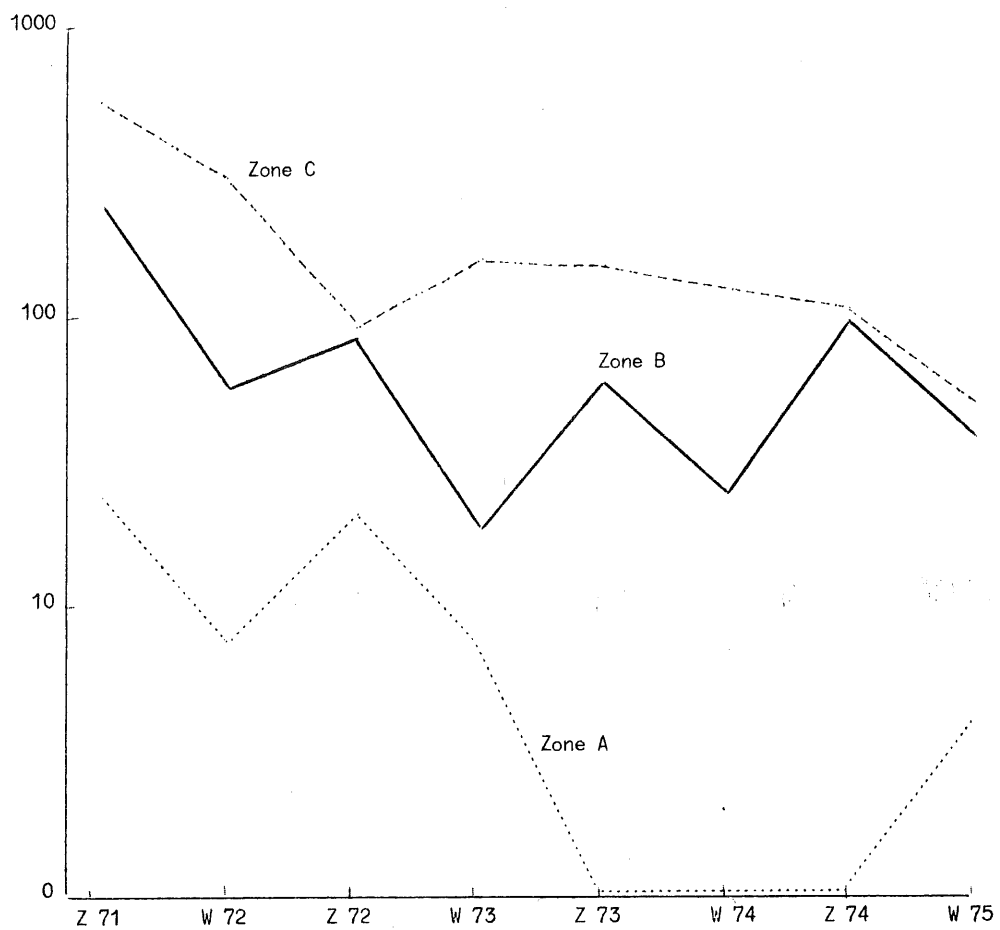


fig. 14e.

Schommelingen van biomassa (mg/m^2) van Polychaeta per zone gedurende winter- en zomermaanden

7.2.2.5.- Polychaeta (fig. 14e)

De biomassa is steeds het grootst in zone C, kleiner in zone B en het kleinst in zone A. De schommelingen zijn het minst uitgesproken in zone C. In zone B zijn de winterwaarden steeds lager dan de zomerwaarden ervoor.

7.2.2.6.- Archiannelida (fig. 14f)

Hier bestaat vrijwel geen verschil tussen de biomassa's van zones B en C. In zone A komt de groep alleen in de zomer 1972 voor, waarbij zich ook hier de vraag stelt of dit beeld geen gevolg is van de meer uitgebreide staalname gedurende dat jaar.

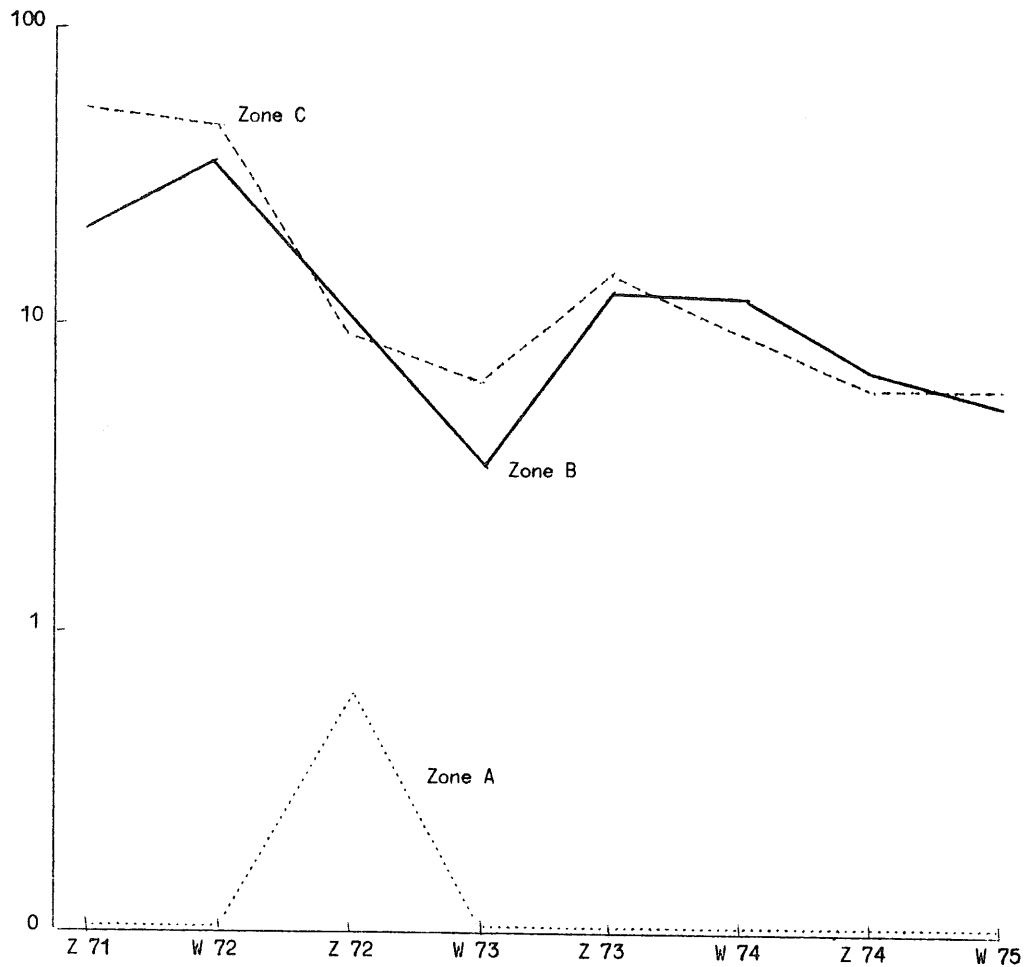


fig. 14f.

Schommelingen van biomassa (mg/m^2) van Oligochaeta per zone gedurende winter- en zomermaanden

7.2.2.7.- Oligochaeta (fig. 14g)

Ook hier is de biomassa het grootst in zone C. In zone A ontbreekt de groep vrijwel altijd. Er zijn zeer uitgesproken schommelingen in de biomassa, zonder duidelijk patroon.

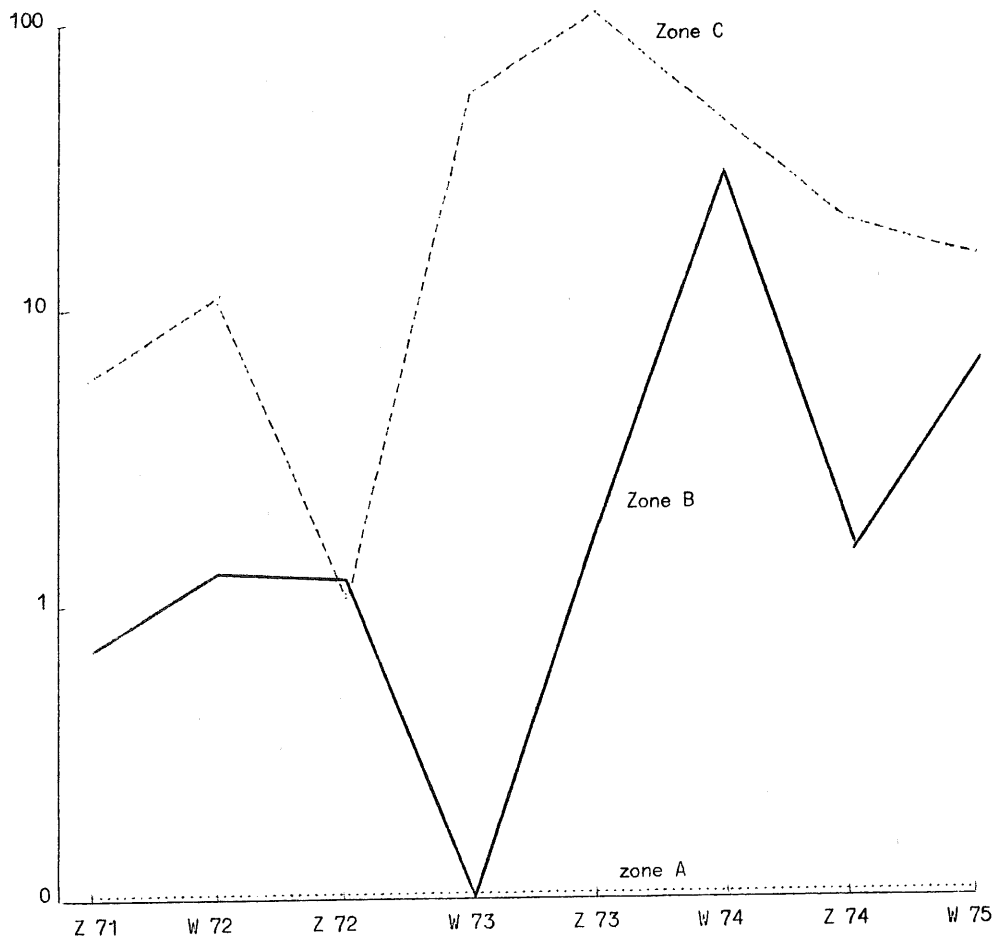


fig. 14g.

Schommelingen van biomassa (mg/m²) van Archiannelida per zone gedurende winter- en zomermaanden

7.2.2.8.- Bivalvia (meiobenthische) (fig. 14h)

De biomassa is vrijwel steeds het grootst in zone C, kleiner in zone B en het kleinst in zone A. In zone A ontbreekt de groep vanaf de winter 1973, in zone B vanaf de winter 1974. In de zomer 1974 zijn geen Bivalvia aanwezig op punt M20 van zone C.

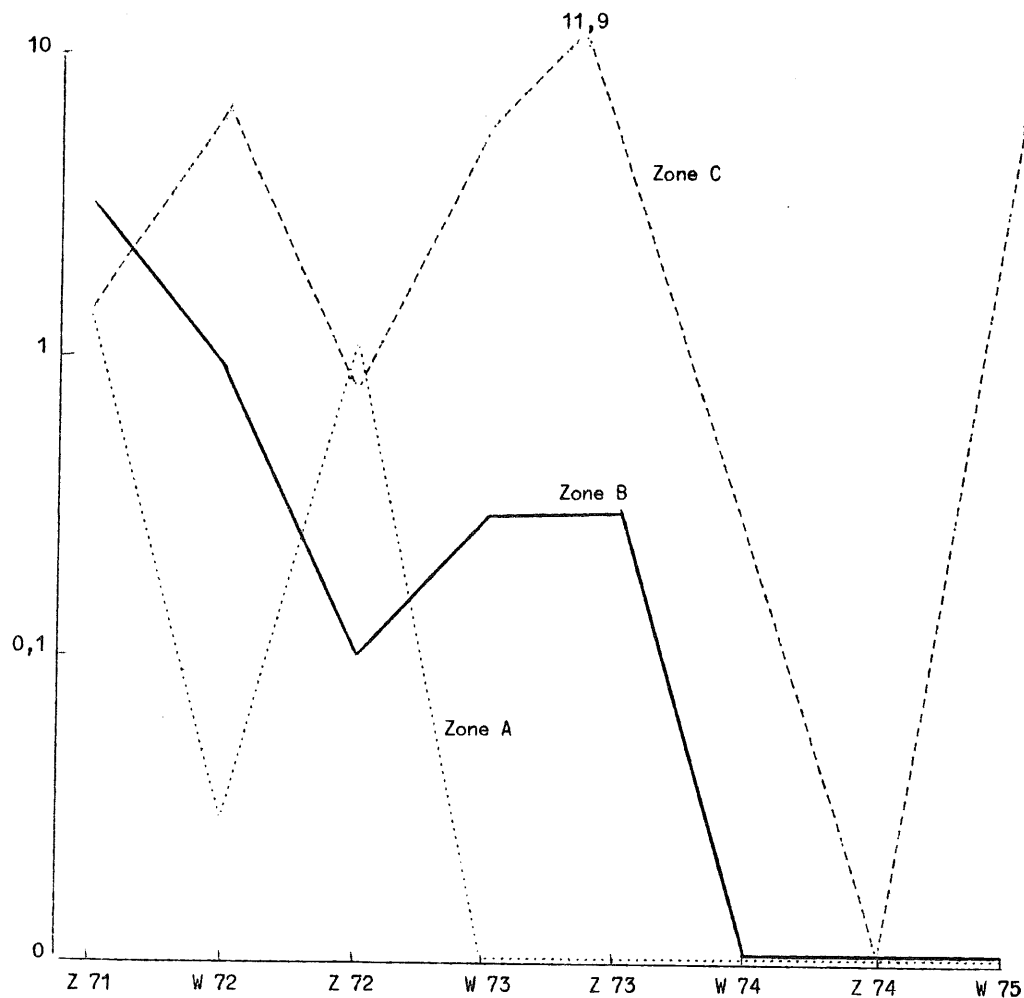


fig. 14h.

Schommelingen van biomassa (mg/m²) van Bivalvia per zone gedurende winter- en zomermaanden

7.2.2.9.- Harpacticoida (fig. 14i)

De biomassa is opnieuw het grootst in zone C, kleiner in zone B en het kleinst in zone A, dit ondanks het feit dat de zwaarste soorten in zone A voorkomen. In de zones A en B zijn de schommelingen doorheen de jaren identiek van vorm, in zone C blijkt de groep stabielere biomassa's te vertonen dan in beide andere zones.

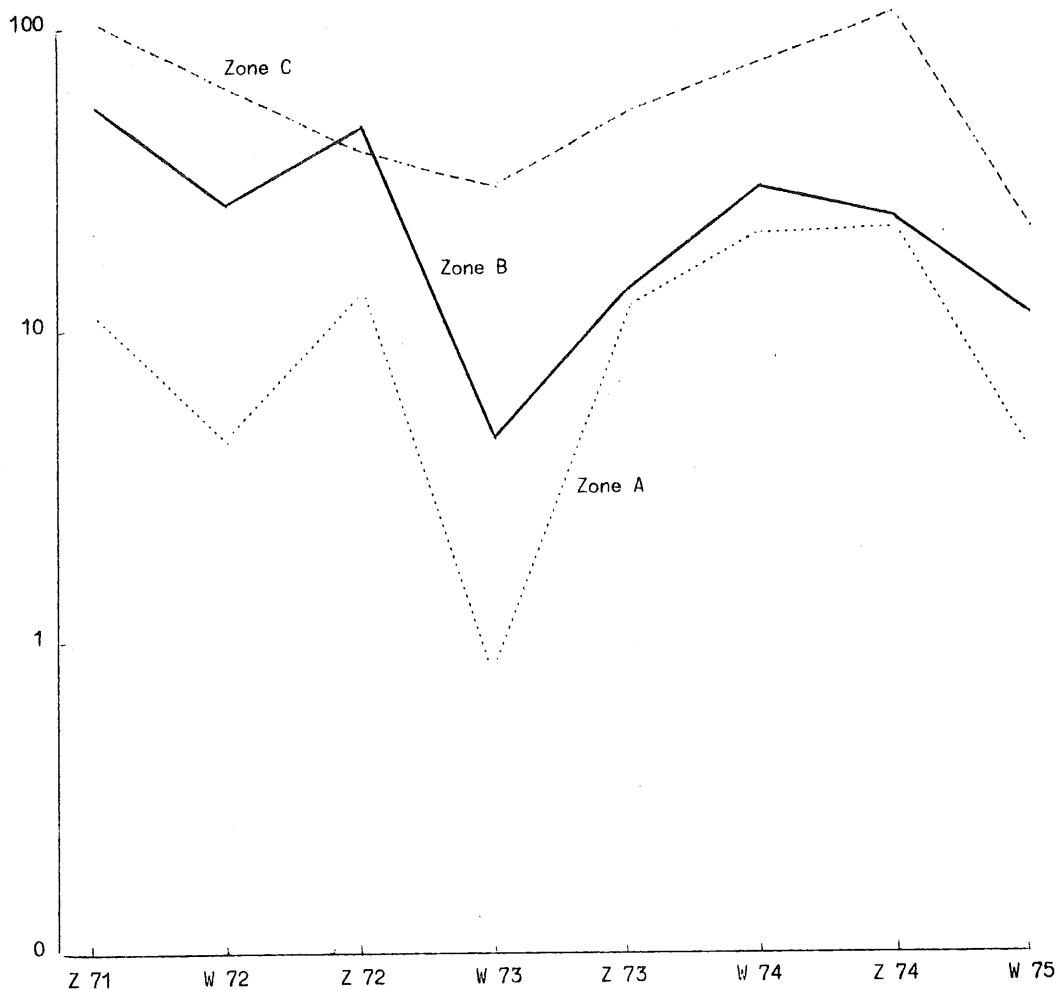


fig. 14i.

Schommelingen van biomassa (mg/m^2) van Harpacticoida per zone gedurende winter- en zomermaanden

7.2.2.10.- Halacarida (fig. 14j)

In deze groep is opnieuw de biomassa het grootst in zone C. In zone A komt de groep alleen voor in de zomer 1972, wat, zoals bij de Archiannelida, een gevolg van de meer uitgebreide staalname gedurende dat jaar kan zijn. In zone B verdwijnt de groep vanaf de zomer 1973.

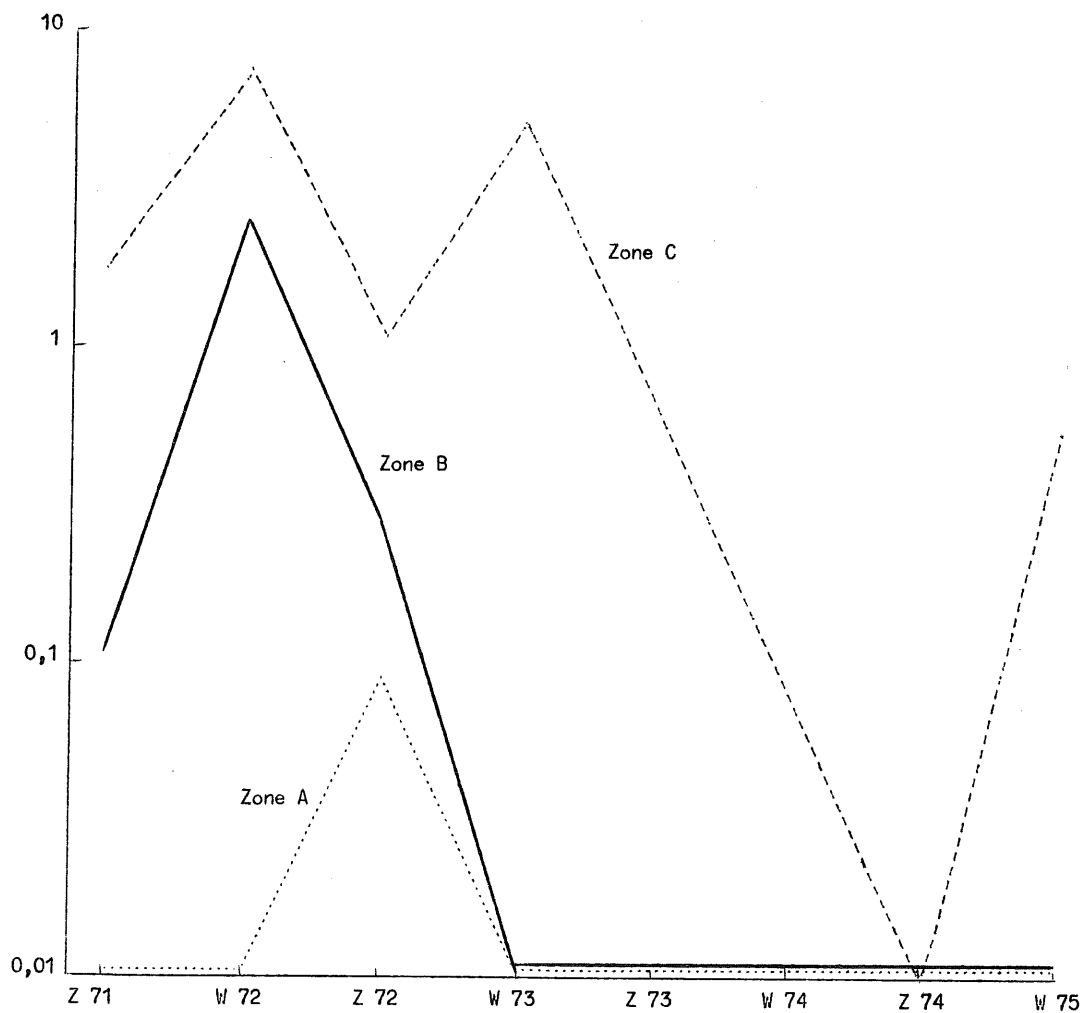


fig. 14j.

Schommelingen van biomassa (mg/m²) van Halacarida per zone gedurende winter- en zomermaanden

7.2.3.- Totale biomassa van het meiobenthos

De totale biomassa van het meiobenthos per zone en per jaar wordt weergegeven in tabel 17 (mg/m²). Door het grote overwicht van de nematoden vertoont de totale biomassa van het meiobenthos ongeveer hetzelfde beeld als dat van de nematoden afzonderlijk. Er is vrijwel geen verschil tussen zones B en C. In deze beide zones daalt de biomassa met de tijd, in de kustzone A daarentegen bestaat er een trend naar stijgende biomassa (fig. 15).

Tabel 17

	Zone A	Zone B	Zone C	Gem.
1971 (Zomer)	1206	2442	2370	2240
1972	1510	1811	1773	1746
1973	1596	1024	1217	1243
1974	1386	1042	964*	1022
1975 (Winter)	1427	837	916	969

* indien de nematoden 85 % van de biomassa uitmaken

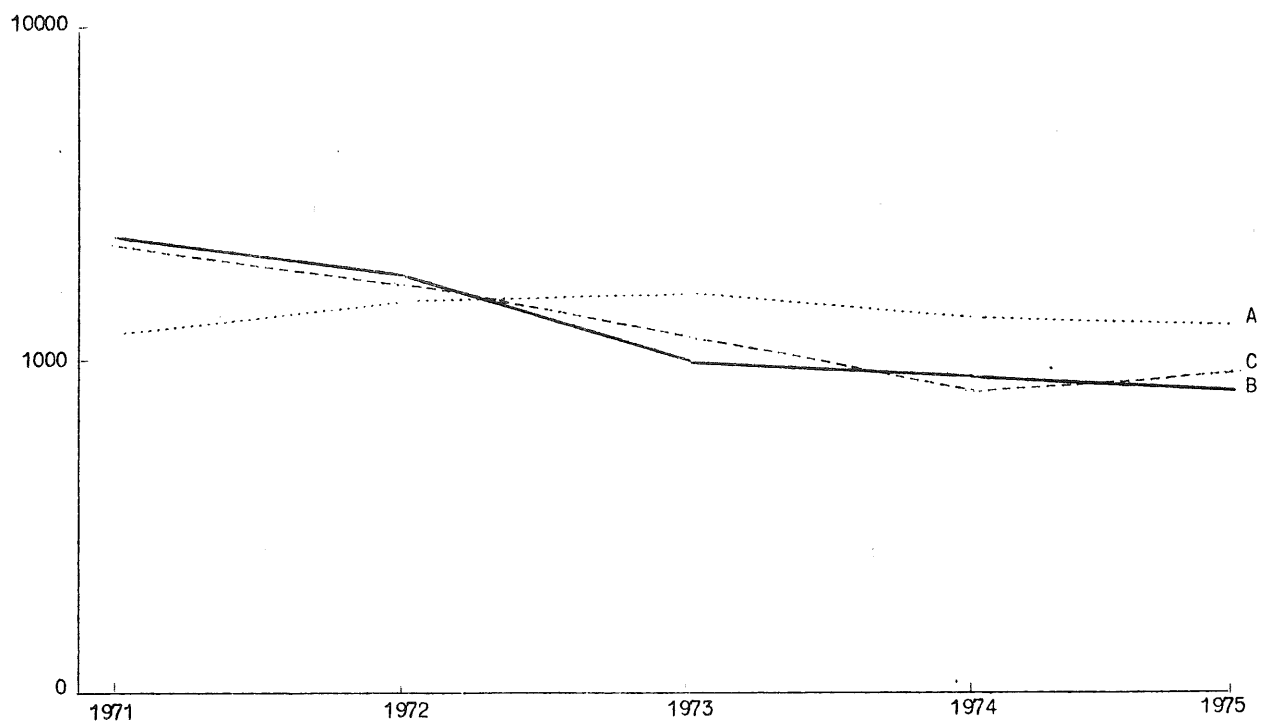


fig. 15.

Schommeling van totale meiobenthische biomassa (mg/m^2) in de drie zones vanaf de zomer 1971 tot de winter 1974-75

7.2.4.- Gemiddelde biomassa van meiobenthische groepen

De gemiddelde biomassa over alle stalen bedraagt (mg/m^2) in tabel 18.

Tabel 18

Gemiddelde biomassa van de meiobenthische taxa over alle stalen

	Zone A	Zone B	Zone C	Gem.
Hydrozoa	0	0,3	0,7	0,6
Turbellaria	1,4	16,2	49,2	40,3
Gastrotricha	0	0,3	1,4	1,2
Nematoda	1507,2 (99 %)	1350,0 (88 %)	1213,3 (74 %)	1261,3
Polychaeta	5,2	108,9	250,3	207,6
Archiannelida	0,1	16,0	30,2	25,3
Olygochaeta	0,03	2,1	23,9	18,9
Bivalvia	0,1	0,8	4,3	3,5
Harpacticoida	5,6	37,1	65,4	52,4
Halacarida	0,03	0,7	3,2	2,6
TOTAAL	1519,5	1532,4	1641,9	1613,6

7.3.- Bespreking van densiteit en biomassa

De gemiddelde densiteit van het meiobenthos zoals die tijdens dit onderzoek in de zuidelijke Noordzee werd aangetroffen vertoont waarden die vergelijkbaar zijn met deze gevonden door andere auteurs in analoge gebieden. Ook de algemene dominantie van de nematoden gevolgd door de harpacticoiden is een verschijnsel dat door vrijwel alle auteurs wordt vermeld.

Van de noordelijke Noordzee vermeldt McIntyre (1964) densiteiten van 1845000 nematoden per m^2 van de Fladen Grounds (- 146 m) en van 853000 nematoden per m^2 van Loch Ewe (- 110 m). Meer zuidelijk vond Stripp (1969) op vijf stations met diepten tussen 16 en 49 m nabij Helgoland tussen 100000 en 1600000 individuen per m^2 . De aantallen waren minimaal rond maart-april, maximaal rond september. De hoogste aantallen werden aangetroffen op twee stations met homogeen fijn zand (1000000 en 1313000 individuen per m^2 in de zomer, 585000 en 911000 individuen per m^2 in de winter). Voor de kust van Northumberland

(- 80 m) vonden Warwick en Buchanan (1970) tussen 184000 en 815000 nematoden per m^2 in zeer fijn zand met een hoog percentage slib.

Van de westkust van Schotland vermelden McIntyre en Murison (1973) tussen 2446000 en 4320000 individuen per m^2 in het sublittoraal op bodems van fijn zand tussen 0 en 7 m diepte. In deze gemeenschap wordt een aanzienlijk deel van de fauna uitgemaakt door interstitiële harpacticoiden, die in onze kustzone volledig ontbreken.

Van de Baltische zee zijn veel gegevens bekend. Zo vonden Scheibel en Noodt (1975) bij Kiel in grof zand 380000 individuen per m^2 , in gemiddeld tot fijn zand 560000 tot 623000 individuen per m^2 , in fijn zand 471000 tot 1478000 individuen per m^2 en in modderbodems 760000 individuen per m^2 . Muus (1967) vond densiteiten rond 1400000 nematoden per m^2 in mesohalien brak water en Arlt (1973) vond gemiddeld 150000 individuen per m^2 in de oligohaliene waters van de Greifswalder Bodden, met maximum in juli en een minimum in april. Meer noordelijk vermelden Nyholm en Olsson (1973) lage densiteiten van 150000 tot 453000 individuen per m^2 uit een estuarium met een substraat van klei of zandige klei van de Zweedse westkust. Elmgren (1975) vond 4000000 individuen per m^2 , waarvan 90 % nematoden, in de Baltische zee nabij de Zweedse kust. In de zuidelijk Finland vonden Elmgren en Ganning (1974) een gemiddelde densiteit van 2195000 individuen per m^2 , waarvan 1540000 nematoden.

Ook de Middellandse zee is de laatste jaren goed onderzocht. Op modderbodems vonden Guille en Soyer (1968) 252000 individuen per m^2 in kustgebieden nabij Banyuls, op diepten van 50 m liep de densiteit terug tot 64000 individuen per m^2 . Latere studies laten evenwel vermoeden dat deze densiteiten te lage schattingen zijn. Zo vond Soyer (1971) in de kustzone (0 - 10 m) een totale densiteit van 604000 individuen per m^2 in de *Canuella perplexa-Halectinosoma herdmanni* gemeenschap, waaronder 58 % nematoden. Voor de kust van Marseille, in een gepollueerd gebied, vond Vitiello (1968) gemiddeld 256200 individuen per m^2 , waarvan 97 % nematoden. Boucher (1972) vermeldt eveneens

hogere waarden, tot 4480000 individuen per m^2 op 18 m diepte bij Banyuls, waarvan 82 % nematoden. Bovée en Soyer (1974) vonden een gemiddelde van 4949000 individuen per m^2 , waarvan 80 - 93 % nematoden, dit eveneens te Banyuls.

Andere gebieden zijn minder goed onderzocht. Langsheen de Amerikaanse oostkust is vooral het pionierswerk van Wieser (1960) en het onderzoek van Tietjen (1969) te vermelden. Wieser (1960) trof tot 1800000 nematoden per m^2 aan in Buzzard Bay. Tietjen (1969) vond in estuaria langsheen de kust van New England in detritusrijk zand en modder densiteiten tussen 1184000 en 5163000 individuen per m^2 , waarvan gemiddeld 83 % nematoden. In de Zwarte zee vonden Bacescu *et al.* (1965) 421000 nematoden per m^2 . In de Adriatische zee, in een gepollueerd gebied, vonden Marcotte en Coull (1974) tussen 25000 en 525000 individuen per m^2 in de zomer, tussen 215000 en 372000 individuen per m^2 in de winter. Op carbonaatrijke zanden van Bermuda vond Coull (1970) tussen 122000 en 1333000 individuen per m^2 .

Vermelden we tenslotte een aantal onderzoekingen uit mesohalien-polyhalien brak water van België waar Heip (1973) maxima van 1263000 harpacticoiden per m^2 aantrof en Smol en Heip (in voorbereiding) een gemiddelde densiteit van 5000000 nematoden per m^2 met maxima rond 9000000 nematoden per m^2 vonden.

Uit al deze onderzoekingen blijkt dat de waarden gevonden voor de zuidelijke Noordzee binnen de normaal te verwachten range vallen. Het is nochtans onze mening dat veel van de oudere onderzoekingen te lage waarden geven, vooral voor de nematoden, door het gebruik van inefficiënte bemonsterings- en extractietechnieken. Het lijkt ons daarom niet uitgesloten dat karakteristieke densiteiten van het meiobenthos tussen 1×10^6 en 5×10^6 individuen per m^2 zullen blijken te liggen.

Om deze densiteiten om te zetten in biomassa's worden door verschillende auteurs verschillende methoden aangewend. Zo vindt men in de literatuur dan ook zeer uiteenlopende waarden voor gemiddelde gewichten van de taxonomische groepen. In onderstaande tabel worden enige hiervan weergegeven, waarbij zoveel mogelijk in drooggewicht werd omgezet wanneer de

Tabel 19

Individueel gewicht van meiobenthische taxa (μg drooggewicht)

Nematoda	Harpacticoida	Bivalvia	Polychaeta	Turbellaria	
1,5	3,3	6,3	7,5	19,3	Olsson (1975)
0,08	0,2	2,9	-	1,6	Elmgren (1975)
0,09 - 0,048	1,7 - 3,8	-	-	-	Guille & Soyer (1968)
1,2 - 7,5	-	5,1	5,5	-	Tietjen (1969)
2,12	1,23	5,7	6,2	2,0	Coull (1970)
0,2 - 0,4	1,8	5,0	7,0	-	McIntyre (1964)
0,3 - 1,1	1,7	-	-	-	Wieser (1960)
1,7 - 3,1	-	-	-	-	Mare (1942)
0,4	-	-	-	-	Warwick & Buchanan (1970)
0,1 - 1,1	1,33	1,5	0,8	-	Stripp (1969)
1,26	0,33 - 3,08	1,7	12,5 - 23,0	2,35	Deze studie

betreffende auteur dit niet doet. Als omzettingsfaktor wordt $\frac{1}{4}$ voor nematoden en bivalven en $\frac{1}{6}$ voor de andere groepen genomen. Door veel auteurs wordt bij omrekening van vers- naar drooggewicht de faktor $\frac{1}{4}$ die door Wieser (1960) voor de nematoden wordt aangegeven ook op alle andere groepen van het meiobenthos toegepast. Deze waarde is echter zeker te hoog voor de meeste groepen.

Voor Halacarida vermelden Guille en Soyer (1968) tussen 3 en 4 μg drooggewicht per individu, Coull (1970) vindt 1,4 μg per individu, Stripp (1969) geeft 1 μg drooggewicht en wij 3,0 μg drooggewicht per individu.

Uit bovenstaande tabel is het duidelijk dat er vaak enorme verschillen bestaan tussen de schattingen van de verschillende auteurs. Daar alleen de verschillen in de nematoden wezenlijk zullen doorwegen in de schattingen over de biomassa van het meiobenthos zullen wij alleen deze groep bespreken. Vrijwel alle auteurs gebruiken bij het bepalen van het individueel drooggewicht de procedure door Wieser (1960) uiteengezet, waarbij het volume wordt berekend en een gemiddelde densiteit van 1,13

wordt aangenomen. Omrekening naar het drooggewicht gebeurt door gebruik te maken van een faktor $\frac{1}{4}$. Wanneer we aannemen dat een "typische" nematode een breedte heeft gelijk aan $\frac{1}{40}$ van de lengte en we beschouwen het dier als een cylinder, dan is het volume ervan in nℓ benaderend

$$V = \frac{L^3}{2},$$

indien de lengte in mm wordt gegeven. Een nematode van 1 mm heeft benaderend een volume van 0,5 nℓ, een nematode van 2 mm benaderend een volume van 4,0 nℓ. Met een soortelijk gewicht van 1,13 komt dit overeen met een gewicht van benaderend 0,55 µg versgewicht of 0,14 µg drooggewicht voor een nematode van 1 mm lengte en een gewicht van 4,4 µg versgewicht of 1,1 µg drooggewicht voor een nematode van 2 mm lengte. Met een breedte gelijk aan $\frac{1}{20}$ van de lengte worden deze getallen respectievelijk $V \text{ (nℓ)} = 2L^3 \text{ (mm)}$ wat voor een nematode van 1 mm lengte een drooggewicht van 0,55 µg en voor een nematode van 2 mm lengte een drooggewicht van 4,4 µg oplevert. Dit voorbeeld maakt duidelijk dat metingen van nematoden al zeer nauwkeurig moeten gebeuren om hieruit betrouwbare gewichten te berekenen.

Omgekeerd kan men berekenen dat met de gewichten van Elmgren (1975) een gemiddelde lengte van 0,34 à 0,54 mm overeenkomt, wat wel aan de lage kant lijkt. Met het gemiddeld gewicht gevonden door Warwick en Buchanan (1970) komt een lengte van 0,59 tot 0,93 mm overeen.

Wanneer men zich deze beperkingen realiseert blijkt de biomassa die door ons gemiddeld in de zuidelijke Noordzee gevonden wordt vergelijkbaar te zijn met deze gevonden door andere auteurs. Zo vonden McIntyre en Murison voor het sublittoraal aan de westkust van Schotland een biomassa van 1092 mg drooggewicht per m^2 voor het meiobenthos, een waarde die door Davies (1975) trouwens wordt overgenomen. De waarden van Stripp (1969) rond Helgoland liggen beduidend lager dan de onze en variëren tussen 19 en 527 mg drooggewicht. Het lijkt voor ons evenwel geen twijfel dat deze waarden beduidend te laag zijn. De nematodengemeenschap die door Warwick en Buchanan (1970) onderzocht werd vertoont eveneens een lagere biomassa, van gemiddeld 393 mg droogge-

wicht per m^2 , maar deze gemeenschap is niet volledig met de onze vergelijkbaar. Hetzelfde geldt voor de Baltische zee, waar andere taxonomische groepen bij het brakker worden van het water een belangrijke rol gaan vervullen. Elmgren en Ganning (1974) vonden een belangrijk overwicht van Chironomidae met biomassa's van het meiobenthos die gemiddeld 9,5 g versgewicht of benaderend 2,4 g drooggewicht per m^2 bedroegen. Chironomidae ontbreken echter in de Noordzee in de door ons onderzochte habitaten. Elmgren (1975) vond langsheen de Zweedse kust een biomassa van dezelfde grootteorde als deze door ons gevonden : benaderend 1,5 g drooggewicht per m^2 . In de Middellandse zee vond Soyer (1971) in de kustzone (*Canuella perplexa-Halectinosoma herdmanni* gemeenschap) een biomassa van 967 mg drooggewicht per m^2 . Boucher (1972) vindt hogere waarden, tot 3,76 g drooggewicht per m^2 .

Ook andere gegevens vallen in dezelfde grootteorde. Zo vond Wieser (1960) 379 mg drooggewicht per m^2 in Buzzard Bay, Coull (1970) op carbonaatrijke zanden 33 - 259 mg/ m^2 en op slib 1388 mg/ m^2 . We kunnen daarom besluiten dat de gemiddelde waarden in de Noordzee binnen de normale range vallen.

Wat de schommelingen in densiteit en biomassa betreft dienen wij voorzichtig te zijn in onze besluiten. Het is inderdaad zo dat de monsternamen vrij heterogeen gebeurd is. Toch zijn binnen het onderzoek volgende trends waargenomen :

- binnen vrijwel alle groepen is de biomassa het grootst in de zone C, lager in de tussenzone B en het kleinst in de kustzone A. Slechts bij de nematoden is dit niet het geval en blijkt zich de laatste jaren eerder het omgekeerde verschijnsel voor te doen, met de grootste biomassa in de kustzone. Dit is om twee redenen niet onverwacht : door het uitvallen van de meeste groepen vermindert de complexiteit van de trofische niveau's, waardoor het belang van competitie zal verminderen; door toenemende pollutie zal een hoger gehalte organisch materiaal in de bodem terechtkomen waardoor grotere *standing crops* kunnen in stand worden gehouden. Daar de nematoden het grootste deel van de biomassa uitmaken komt het grote kwalitatieve verschil tussen de verschillende zones niet naar voren in de

biomassagegevens. De zeer opvallende trend naar een grotere biomassa in de zone C wordt volledig gemaskeerd. Wij moeten er bovendien de aandacht op vestigen dat de waarden van zone A een gemiddelde waarde is; in deze zone A zijn bepaalde monsterpunten met een zeer lage densiteit waargenomen. Dit kan het gevolg van intoxicatieverschijnselen zijn, maar deze punten werden te infrekwent bemonsterd om meer dan anekdotische conclusie te kunnen leveren.

- Doorheen de jaren blijken bepaalde groepen te verdwijnen uit de zones A en B zonder opnieuw te verschijnen. Wij zijn ons bewust van de onzekerheid rond dit besluit tengevolge van de onvolledige bemonstering. Nochtans menen wij de aandacht op dit fenomeen te moeten vestigen. Turbellaria en Archiannelida zijn in zone A alleen in 1972 aangetroffen. Gastrotricha verdwijnen in zone B vanaf de winter 1973; Hydrozoa en Bivalvia vanaf de winter 1974. Jonge Bivalvia verdwijnen één jaar vroeger, vanaf de winter 1973 uit zone A, en worden nadien niet meer aangetroffen. Halacarida waren in zone B in 1971 aanwezig, maar verdwijnen daar vanaf de winter 1971.

- Doorheen de jaren is er een duidelijke trend naar vermindering van de biomassa in zones B en C. Hier geldt opnieuw dat de waarden van de verschillende jaren niet helemaal vergelijkbaar zijn en dat onze besluiten daarom niet rigoureuus kunnen zijn. Toch verdient het verschijnsel aandacht, temeer dat daar waar dit onderzocht werd blijkt dat meiofaunagemeenschappen doorgaans relatief stabiel zijn in de tijd [Warwick en Buchanan (1971), McIntyre en Murison (1973)].

8.- Produktie (fig. 16)

Produktie wordt hier gedefinieerd als het gedeelte van het geassimileerde voedsel dat behouden wordt en geïncorporeerd in de biomassa van het organisme, met uitzondering van de geslachtsprodukten. Produktie komt dus *grosso modo* overeen met groei. De produktie van een populatie is de

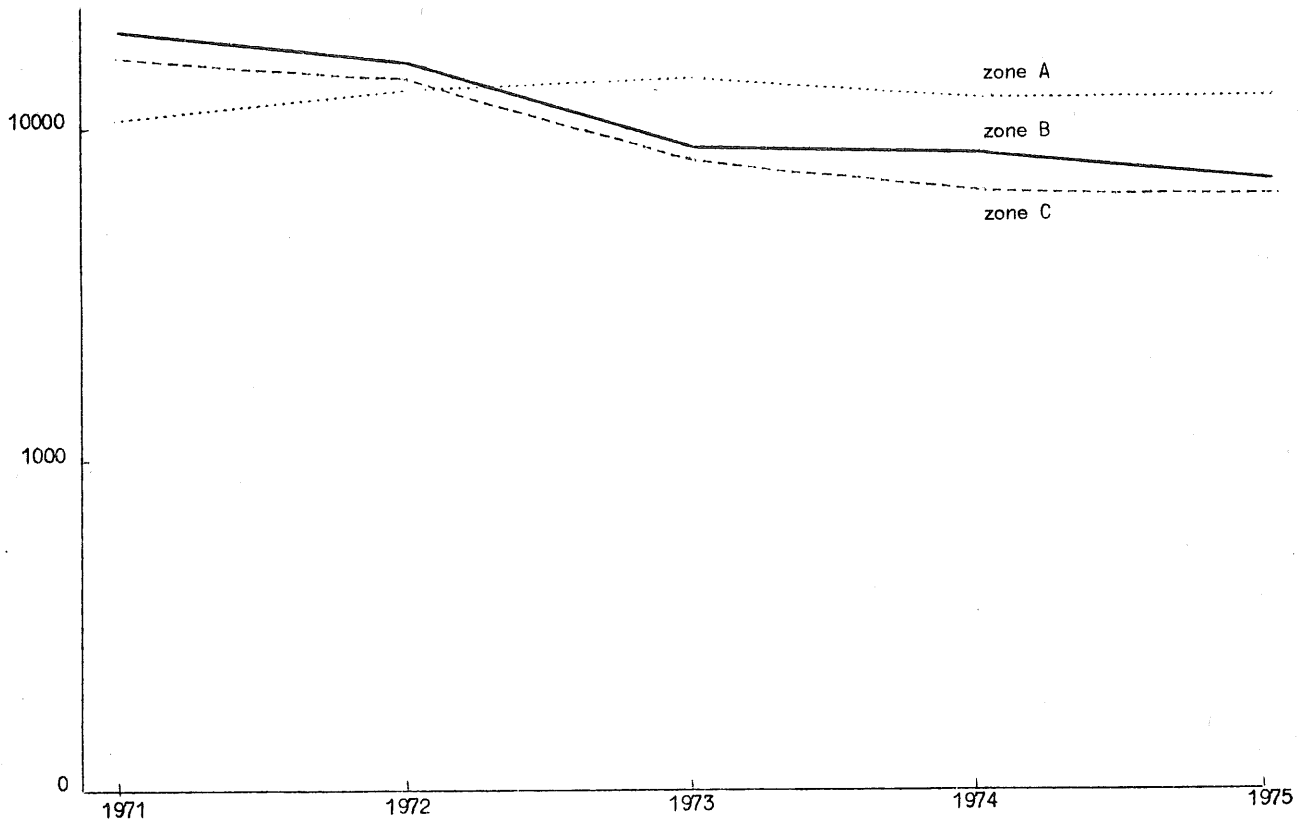


fig. 16.

Schommeling van de produktie in de drie zones vanaf de zomer 1971 tot de winter 1974-75

som van de produkties der individuen die ertoe behoren, hierbij inbegrepen deze die uit de populaties verdwenen gedurende het beschouwde tijdsinterval.

Over de produktie van het meiobenthos is vrijwel niets bekend. Gerlach (1971) vatte de bekende gegevens samen en stelde dat drie generaties jaarlijks en een *turnover* van drie per generatie de best mogelijke schatting van een *turnover* $\frac{P}{B} = 9$ per jaar voor het meiobenthos als geheel oplevert. Wij zullen in onze berekeningen deze faktor negen gebruiken in die gevallen waar niets bekend is over de levenscyclus van het betreffende organisme. Dit is het geval voor de Halacarida, Turbellaria,

Hydrozoa, Gastrotricha, Nematoda en de interstitiële Harpacticoida (zone C). De jonge Mollusca werden buiten beschouwing gelaten vanwege de lage biomassa. Voor de Archiannelida, Oligochaeta en Polychaeta werd een veel lagere faktor $\frac{P}{B} = 1,5$ gebruikt (Govaere, pers. med.). Voor de endobenthische Harpacticoida werd $\frac{P}{B} = 15$ genomen. Deze laatste is een gemiddelde waarde berekend voor de brakwatersoort *Tachidius discipes* door Heip (in voorbereiding).

Tabel 20

Produktie van de voornaamste meiobenthische taxa per zone en per jaar

			HYDR	TURB	GASTR	NEM	POL	OLIG	ARCHI	BIV	HARP	HALAC
1971	Zomer	Zone A	-	-	-	10524,6	36,6	-	-	1,4	168	-
		Zone B	2,7	225,9	2,7	18759,6	373,05	1,05	31,9	3,1	698,4	0,9
		Zone C	2,7	571,5	9,0	14064,3	856,3	9	81,7	1,3	971,1	16,2
1972	Winter	Zone A	-	27	-	16282,8	11,7	-	-	0,03	69	-
		Zone B	2,7	193,5	5,4	17505	88,3	1,9	52,6	0,9	316,8	28,8
		Zone C	9,9	808,2	28,8	16361,1	470,1	17,4	68,1	0,8	622,8	65,7
	Zomer	Zone A	-	64,8	-	10376,1	30,1	-	-	1,1	207	0,81
		Zone B	2,7	152,1	4,5	12255,3	129,9	1,8	16,8	0,1	590,4	2,7
		Zone C	7,2	219,6	1,8	9146,7	138,3	1,6	14,5	0,8	364,5	9,8
1973	Winter	Zone A	-	-	-	17188,2	11,1	-	-	-	12	-
		Zone B	0,9	27,9	-	7341,3	28,05	-	5,25	0,3	55,2	-
		Zone C	16,2	202,5	20,7	7517,7	242,5	88,5	48,7	5,4	292,5	48,6
	Zomer	Zone A	-	-	-	11358,9	-	-	-	-	183	-
		Zone B	0,63	180	0,45	9819	90,75	2,85	20,25	0,3	165,6	-
		Zone C	7,2	298,8	2,7	7972,2	238,6	173,2	22,2	11,4	491,4	5,4
1974	Winter	Zone A	-	-	-	7733,7	-	-	-	-	372	-
		Zone B	-	91,8	-	6135,3	41,4	46,5	19,5	-	388,8	-
		Zone C	-	-	-	80172	-	-	-	-	-	-
	Zomer	Zone A	-	-	-	16794	-	-	-	-	330	-
		Zone B	-	23,4	-	10307,7	159,6	2,4	11,2	-	302,4	-
		Zone C	-	172,8	-	4218,3	164,8	32,5	9	-	1113,3	-
1975	Winter	Zone A	-	-	-	12769,2	6,15	-	-	-	66	-
		Zone B	-	46,8	-	6894,9	63,6	10,05	7,98	-	135,6	-
		Zone C	0,9	112,5	5,4	7166,7	80,5	80,5	9,0	7,1	209,7	0,4

Door gebruik te maken van een $\frac{P}{B}$ -verhouding is het mogelijk een schatting te bekomen van de produktie aan de hand van de gevonden bio-massawaarden. Deze schatting is uiteraard onderhevig aan dezelfde onnauwkeurigheden als de premissen waarop zij steunt en levert niet veel meer dan een grootteorde. Het is nochtans het verst dat wij kunnen gaan bij de huidige stand van de kennis van de levenscyclus van meiobenthische organismen.

In tabellen 20 en 21 wordt de produktie van de afzonderlijke groepen per zone en per jaar en de totale produktie per zone en per jaar van het

Tabel 21

Produktie van het totale meiobenthos per zone en per jaar

		1971 (Z)	1972	1973	1974	1975 (W)
Zone A	g/m ²	10,73	10,53	14,40	12,61	12,84
	g C/m ²	4,29	5,41	5,76	5,04	5,14
	g N/m ²	0,86	1,08	1,15	1,01	1,03
Zone B	g/m ²	20,01	15,67	10,01	8,77	7,16
	g C/m ²	8,00	6,27	4,00	3,51	2,86
	g N/m ²	1,60	1,25	0,80	0,70	0,57
Zone C	g/m ²	16,57	13,37	8,85	6,86	7,62
	g C/m ²	6,63	5,35	3,54	2,74	3,05
	g N/m ²	1,33	1,07	0,71	0,55	0,61

hele meiobenthos gegeven. Bij de berekening van de totale produktie werd benaderend 1 g versgewicht gelijkgesteld aan 0,1 g C [Steele (1974)]. Een gemiddelde $\frac{C}{N}$ verhouding, berekend voor een aantal planktonorganismen, bedraagt $\frac{C}{N} = 5$.

De gemiddelde jaarlijkse produktie van het meiobenthos per zone is zeer overeenstig, tabel 22. Voor het hele gebied bedraagt het gemiddelde, gewogen voor de oppervlakte, 11,08 g drooggewicht/m², d.i. 4,43 g C/m² of 0,88 g N/m².

Tabel 22

Gemiddelde jaarlijkse produktie per zone

	g drooggewicht/m ²	g C/m ²	g N/m ²
Zone A	12,83	5,13	1,02
Zone B	12,36	4,94	0,98
Zone C	10,65	4,26	0,85

Voor de harpacticoïde *Asellopsis intermedia* zijn nauwkeurige gegevens over de samenstelling bekend [Lasker *et al.* (1970)]. Bij deze soort bestaat het drooggewicht voor 33 % uit koolstof en voor 6,8 % uit stikstof. Indien deze cijfers voor het hele meiobenthos zouden gelden, dan zou de produktie 3,61 g C/m².jaar of 0,75 g N/m².jaar bedragen, gemiddeld voor het gehele gebied.

Het grootste aandeel in deze produktie is afkomstig van de nematoden en dit aandeel bedraagt vrijwel steeds meer dan 90 %. Uit enkele laboratoriumexperimenten [Gerlach en Schrage (1971), (1972); Tietjen en Lee (1972), (1973); Hopper *et al.* (1973); Heip *et al.* (in voorbereiding)] blijkt dat de generatietijd bij deze organismen kan variëren van enkele dagen tot een jaar; daar vrijwel niets bekend is over het aantal generaties en de reproductiesnelheid van deze organismen in hun natuurlijke omgeving, moeten we opnieuw benadrukken dat onze schattingen slechts een grootheid aangeven en niet als korrekte gegevens kunnen geïnterpreteerd worden. De studie van de dynamica van nematodenpopulaties en hun rol in het marien ecosysteem staat nog in het beginstadium. In de toekomst dient nog belangrijk werk te gebeuren om ons een juist inzicht te verschaffen over de zonder twijfel essentiële rol die de nematoden spelen, vooral in ondiep water als de Noordzee, in processen zoals nutriëntregeneratie waardoor de uiteindelijke produktiviteit van het hele mariene ecosysteem wordt bepaald.

Referentias

- ARLT, G., (1973). Vertical and horizontal microdistribution of the meiofauna in the Greifswalder Bodden, *Oikos suppl.* 15, 105.
- AX, P., (1951). Die Turbellarien des Eulitorals der Kieler Bucht, *Zool. Jb. (Syst.)*, 80, 277.
- BACESCU, M., GOMOIU, M.T., BODEANU, N., PETRAN, A., MULLERS, G. en STANESCU, (1965). Recherches écologiques sur les fonds sablonneux de la mer Noire (côte roumaine), *Trav. Mus. Hist. nat. Gr. Antipa* 5, 33.
- BARNETT, P.R.O., (1968). Distribution and ecology of Harpacticoid Copepods of an intertidal mudflat, *Int. Revue ges. Hydrobiol.*, 53, 177.
- BOADEN, P.J.S., (1963). The interstitial fauna of some North Wales Beaches, *J. mar. biol. Ass. U.K.*, 43, 76.
- BOVEE, F. de, SOYER, J., (1974). Cycle annuel quantitatif du meiobenthos des vases terrigènes côtières, Distribution verticale, *Vie et Milieu*, 24, 141.
- BOUCHER, G., (1972). Distribution quantitative et qualitative des Nématodes d'une station de vase terrigène côtière de Banyuls-sur-mer, *Cah. Biol. Mar.*, 13, 457.
- BREGNBALLE, F., (1961). Plaice and flounder as consumers of the microscopic bottom fauna, *Meddr Danm. Fisk. -og Havunders*, 3, 133.
- BRENNING, U., (1973). The distribution of littoral nematodes in the Wismarbucht, *Oikos suppl.*, 15, 98.
- CLAUSEN, C., (1971). Interstitial Cnidaria : Present status of their systematics and ecology, in N.C. Hulings (1971), 1.
- COULL, B.C., (1970). Shallow water meiobenthos of the Bermuda Platform, *Oecologia*, 4, 325.
- COULL, B.C., (1973). Estuarine meiofauna : a review : Trophic relationships and microbial interactions, in L.H. Stevenson en R.R. Colwell (1973), 499.
- COULL, B.C. en HERMAN, S.S., (1970). Zoogeography and parallel level-bottom communities of the meiobenthic Harpacticoida (Crustacea Copepoda) of Bermuda, *Oecologia*, 5, 392.

- DECRAEMER, W., (1972). *Vergelijkende studie van Nematoden-faunas uit de Noordzee*, Licentiaatsverhandeling RUG.
- DEGADT, D., (1973). *Bijdrage tot de faunistiek van de Turbellaria in de Noordzee*, Licentiaatsverhandeling RUG.
- EHLERS, U., (1972). Systematisch-phylogenetische Untersuchungen an der Familie Solenopharyngidae (Turbellaria, Neorhabdozoa), *Mikrofauna d. Meeresbodens*, II, 3.
- ELMGREN, R., (1973). Methods of sampling sublittoral soft bottom meiofauna, *Oikos*, 15, 112.
- ELMGREN, R., (1975). Benthic meiofauna as indicator of oxygen conditions in the northern Baltic proper, *Merentutkimuslait. Julk./Havsforninginst. Skr.*, 239, 265.
- ELMGREN, R. en GANNING, B., (1974). Ecological studies of two shallow brackish water ecosystems, *Contrib. from the Askø Lab.*, 6, 1.
- ELSKENS, I., (1973). Some aspects of the dynamic behaviour of metallic and other pollutants in water column and the associated sectors, in *Math. Modelsea (1973)*. Fisheries Improvement and Hydrography Committee, International Council for Exploration of the Sea, E19.
- FENCHEL, T., (1969). The ecology of marine meiobenthos; IV. Structure and function of the benthic ecosystem, its chemical and physical factors and the microfauna communities with special reference to the ciliated protozoa, *Ophelia*, 6, 1.
- FENCHEL, T., (1970). Studies on the decomposition of organic detritus derived from the turtle grass, *Thalassia testudinum*, *Limnol. Oceanogr.*, 15, 14.
- GERLACH, S.A., (1971). On the importance of marine meiofauna for benthos communities, *Oecologia*, 6, 176.
- GERLACH, S.A. en SCHRAGE, M., (1971). Life cycles in marine meiobenthos; Experiments at various temperatures with *Monhystera disjuncta* and *Theristus pertenuis* (Nematoda), *Mar. Biol.*, 9, 274.
- GERLACH, S.A. en SCHRAGE, M., (1972). Life cycles at low temperatures in some free-living marine Nematodes, *Veröff. Inst. Meeresforsch. Bremerh.*, 14, 5.
- GOOSSENS, A., (1975). *Vergelijking van monsternamemethoden in het benthos van de Grevelingen*, Licentiaatsverhandeling RUG.

- GRAY, J.S., (1968). An experimental approach to the ecology of the harpacticoid *Leptastacus constrictus* lang, *J. exp. mar. biol. Ecol.*, **2**, 278.
- GRAY, J.S., (1974). Animal-sediment relationships, *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, **12**, 223.
- GRAY, J.S. en JOHNSON, R.M., (1970). The bacteria of a sandy beach as an ecological factor affecting the interstitial gastrotrich *Turbanella hyalina* Schultze, *J. exp. mar. biol. Ecol.*, **4**, 119.
- GUILLE, A. en SOYER, J., (1968). La faune benthique des substrats meubles de Banyuls-sur-mer; Premières données qualitatives et quantitatives, *Vie et Milieu*, **XIX**, 323.
- GUILLE, A. en SOYER, J., (1974). Bionomie benthique du plateau continental de la côte catalane française; 8. Macrofaune et meiofaune; Rapports quantitatifs et biocénotiques, *Vie et Milieu*, **XXIV**, 301.
- GULLENTOPS, F., (1973). Detrital sedimentology in the Southern Bight of the North Sea, *in* Math. Modelsea (1973). Fisheries Improvement and Hydrography Committee, International Council for Exploration of the Sea, E19.
- GULLENTOPS, F., MOENS, M., BASTIN, A., MEEUSSEN, M., (1972). Sedimentological investigation, *in* Math. Modelsea, (1972). Fisheries Improvement and Hydrography Committee, International Council for Exploration of the Sea, E9.
- HARGRAVE, B.T., (1970). The utilization of benthic microflora by *Hyalella azteca* (Amphipoda), *J. Anim. Ecol.*, **39**, 427.
- HARRIS, R.P., (1972a). The distribution and ecology of the interstitial meiofauna of a sandy beach at Whitsand Bay, East Cornwall, *J. mar. biol. Ass. U.K.*, **52**, 1.
- HARRIS, R.P., (1972b). Horizontal and vertical distribution of the interstitial Harpacticoid Copepods of a sandy beach, *J. mar. biol. Ass. U.K.*, **52**, 375.
- HARTZBAND, D.J. en HUMMON, W.D., (1974). Sub-community structure in sub-tidal Meiobenthic Harpacticoida, *Oecologia*, **14**, 37.
- HEIP, C., (1973). *Een populatie-dynamische studie over de benthale Ostracoda en Copepoda van een brakwaterhabitat*, Doctoraatsthesis RUG.
- HEIP, C. en DECRAEMER, W., (1974). The diversity of nematode communities in the southern North Sea, *J. mar. biol. Ass. U.K.*, **54**, 251.

- HEIP, C. en VAN DAMME, D., (1976). De Energieflux doorheen het meiobenthos, Vol. VIII van deze reeks verslagen.
- HOPPER, B.E., FELL, J.W. en CEFALU, R.C., (1973). Effect of temperature on life cycles of nematodes associated with the Mangrove (*Rhizophora mangle*) detrital system, *Mar. Biol.*, **23**, 293.
- HOPPER, B.E. en MEYERS, S.P., (1967). Follicolous marine nematodes on turtle grass, *Thalassia testudinum* König, in Biscaine Bay, Florida, *Bull. mar. Sci.*, **17**, 471.
- HULINGS, N.C. (editor), (1971). Proceedings of the first international conference on meiofauna, *Smithson. Contr. Zool.*, **76**.
- JENSEN, P., (1974). *Bijdrage tot de kennis van de nematodenfauna uit een slibrijke en zandrijke zeebodem in de zuidelijke Noordzee*, Licentiaatsverhandeling RUG.
- KARLING, T.G., (1965). Haplopharynx rostratus Meixner (Turbellaria) mit den Nemertinen verglichen, *Z. Zool. Syst. & Evolutionsforsch.*, **3**, 1.
- KUNZ, H., (1951). Marine Harpacticoiden aus dem Küstensand Südwestafrika, *Kieler Meeresforsch.*, **8**, 76.
- KUNZ, H., (1971). Verzeichnis der marinen und Brackwasser bewohnenden Harpacticoiden (Crustacea Copepoda) der deutschen Meeresküste, *Kieler Meeresforsch.*, **27**, 73.
- LASKER, R., WELLS, J.B.J. en McINTYRE, A.D., (1970). Growth, reproduction, respiration and carbon utilization of the sand-dwelling Harpacticoid Copepod, *Asellopsis intermedia*, *J. mar. biol. Ass. U.K.*, **50**, 147.
- LIE, U. en KELLEY, J.C., (1970). Benthic infauna communities of the coast of Washington and in Puget Sound : Identification and Distribution of the Communities, *J. Fish. Res. Bd. Can.*, **27**, 621.
- MARCOTTE, B.M. en COULL, B.C., (1974). Pollution, diversity and meiobenthic communities in the North Adriatic (Bay of Piran, Yugoslavia), *Vie et Milieu*, **24**, 281.
- MARE, M., (1942). A study of a marine benthic community with special reference to the microorganisms, *J. mar. biol. Ass. U.K.*, **25**, 517.
- McCAVE, I.N., (1971). An outline budget for mud in the North Sea, *Nato Science Committee Conference, North Sea Science Working Papers*.
- McINTYRE, A.D., (1964). Meiobenthos of sublittoral muds, *J. mar. biol. Ass. U.K.*, **44**, 665.

- McINTYRE, A.D., (1969). Ecology of marine meiobenthos, *Biol. Rev.*, **44**, 245.
- McINTYRE, A.D. en MURISON, D.J., (1973). The meiofauna of a flatfish nursery ground, *J. mar. biol. Ass. U.K.*, **53**, 93.
- MEIXNER, J., (1938). Turbellaria (Strudelwürmer); I. (Allgemeiner Teil), *Tierwelt N.-u. Ostsee*, **33**, 1.
- MILLS, E.L., (1969). The community concept in marine zoology, with comments on continua and instability in some marine communities : a review, *J. Fish. Res. Bd. Can.*, **26**, 1415.
- MOENS, M., (1973). Suspended matter - Bottom sediments, in *Math. Model-sea*, (1973). Fisheries Improvement and Hydrography Committee, Council for Exploration of the Sea, E19.
- MUUS, B.J., (1967). The fauna of Danish estuaries and lagoons; Distribution and ecology of dominating species in the shallow reaches of the mesohaline zone, *Meddr. Danm. Fisk. og Havunders.*, **5**, 1.
- NOODT, W., (1957). Zur Ökologie der Harpacticoidea (Crust. Cop.) des Eulitorals der deutschen Meeresküste und der angrenzenden brackgewässern, *Z. Morph. u. Ökol. Tiere*, **46**, 149.
- NOODT, W., (1971). Ecology of the Copepoda, in N.C. Hulings (1971), 97.
- NYHOLM, K.G. en OLSSON, I., (1973). Seasonal fluctuations of the meiobenthos in an estuary on the Swedish west coast, *Zoon*, **1**, 69.
- OLSSON, I., (1975). On methods concerning marine benthic meiofauna, *Zoon*, **3**, 49.
- PETERSEN, C.G.J., (1914). Valuation of the sea; II. The animal communities of the sea bottom and their importance for marine zoogeography, *Rep. Dan. Biol. Sta.*, **21**.
- POR, F.D., (1964a). A study of the Levantine and Pontic Harpacticoidea (Crustacea, Copepoda), *Zool. Verh.*, **64**, 1.
- POR, F.D., (1964b). Deep-sea Cerviniidae (Copepoda : Harpacticoidea) from the western Indian Ocean, collected with R/V Anton Bruun in 1964, *Smithson. Contr. Zool.*, **29**, 1.
- POR, F.D., (1965a). Harpacticoidea (Crustacea, Copepoda) from muddy bottoms near Bergen, *Sarsia*, **21**, 1.
- POR, F.D., (1965b). Les Harpacticoidea (Copepoda Crustacea) des fonds meubles du Skagerak, *Cah. Biol. Mar.*, **3**, 233.

- REMANE, A., (1933). Verteilung und Organisation der benthonischen Mikrofauna der Kieler Bucht, *Wiss. Meeresunters. Kiel*, **21**, 161.
- RENAUD-MORNANT, J. en POLLOCK, L.W., (1971). A review of the systematics and ecology of marine Tardigrada, in N. C. Hulings (1971), 109.
- SANDERS, H.L., (1968). Marine benthic diversity : a comparative study, *Am. Nat.*, **102**, 243.
- SCHEIBEL, W. en NOODT, W., (1975). Population densities and characteristics of meiobenthos in different substrates in the Kiel Bay, *Meren-tutkimuslait. Julk./Havsforskningsinst. Skr.*, **239**, 173.
- SCHILKE, K., (1970). Kalyptorhynchia (Turbellaria) aus dem Eulitoral der deutschen Nordseeküste, *Helgoländer Wiss. Meeresunters.*, **21**, 143.
- SCHMIDT, P., (1968). Die Quantitative Verteilung und Populationsdynamik des Mesopsammons am Gezeitestrand der Nordseeinsel Sylt.; I. Faktorengefüge und biologische Gliederung des Lebensraumes, *Int. Rev. Ges. Hydrobiol.*, **53**, 723.
- SOPOTT, B., (1972). Systematik und Ökologie von Proseriaten (Turbellaria) der deutschen Nordseeküste, *Mikrofauna d. Meeresbodens*, **13**, 169.
- SOYER, J., (1970a). Contribution à l'étude des Copépodes Harpacticoides de Méditerranée Occidentale; 2. Tachidiidae Sars, Lang., *Vie et Milieu*, A, **XXI**, 261.
- SOYER, J., (1970b). Contribution à l'étude des Copépodes Harpacticoides de Méditerranée Occidentale; 3. Découverte du genre *Metahuntemannia* Smirnov, *Vie et Milieu*, **XXI**, 279.
- SOYER, J., (1970c). Bionomie benthique du plateau continental de la côte catalane française; III. Les peuplements de Copépodes Harpacticoides (Crustacea), *Vie et Milieu*, B, **XXI**, 337.
- SOYER, J., (1971). Bionomie benthique du plateau continental de la côte catalane française; V. Densités et biomasses du méiobenthos, *Vie et Milieu*, B, **XXII**, 351.
- STEELE, J.H., (1974). *The structure of marine ecosystems*, Harvard University Press, Cambridge, Mass.
- STEVENSON, L.H. en COLWELL, R.R., (1973). *Estuarine microbial ecology*, University South Carolina Press.

- STRIPP, K., (1969). Jahrezzeitliche Fluktuationen von Makrofauna und Meiofauna in der Helgoländer Bucht, *Veröff. Inst. Meeresforsch. Bremerh.*, 12, 65.
- SWEDMARK, B., (1971). A review of Gastropoda, Brachiopoda and Echinodermata in Marine Meiobenthos, in N.C. Hulings (1971), 41.
- THORSON, G., (1957). Bottom communities (sublittoral and shallow shelf), *Mem. geol. Soc. Am.*, 67, 461.
- TIETJEN, J.H., (1968). Chlorophyll and Pheo-pigments in estuarine sediments, *Limnol. Oceanogr.*, 13, 189.
- TIETJEN, J.H., (1969). The ecology of shallow water meiofauna in two New England estuaries, *Oecologia*, 2, 251.
- TIETJEN, J.H. en LEE, J.J., (1972). Life cycles of marine Nematodes; Influence of temperature and salinity on the development of *Monhystera denticulata*, *Oecologia*, 10, 167.
- TIETJEN, J.H. en LEE, J.J., (1973). Life history and feeding habits of the marine Nematode, *Chromadora macrolaimoides* Steiner, *Oecologia*, 12, 303.
- VERNBERG, W.B. en COULL, B.C., (1974). Respiration of an interstitial ciliate and benthic energy relationships, *Oecologia*, 16, 259.
- VITIELLO, P., (1968). Variations de la densité du microbenthos sur une aire restreinte, *Recl. Trav. Stn mar. Endoume*, 43, 261.
- WARD, A.R., (1973). Studies on sublittoral free-living Nematoda of Liverpool Bay; I. The structure and distribution of the Nematode populations, *Mar. Biol.*, 22, 53.
- WARD, A.R., (1975). Studies on the sublittoral free-living Nematodes of Liverpool Bay; II. Influence of sediment composition on the distribution of marine Nematodes, *Mar. Biol.*, 30, 217.
- WARWICK, R.M., (1971). Nematode associations in the Exe estuary, *J. mar. biol. Ass. U.K.*, 51, 439.
- WARWICK, R.M. en BUCHANAN, J.B., (1970). The meiofauna off the coast of Northumberland; I. The structure of the Nematode population, *J. mar. biol. Ass. U.K.*, 50, 129.
- WARWICK, R.M. en BUCHANAN, J.B., (1971). The meiofauna off the coast of Northumberland; II. Seasonal stability of the Nematode population, *J. mar. biol. Ass. U.K.*, 51, 355.

- WESTHEIDE, W., (1971). Interstitial Polychaeta (excluding Archianellida), in N.C. Hulings (1971), 57.
- WIESER, W., (1953). Die Beziehung zwischen Mundhöhlengestalt, Ernährungsweise und Vorkommen bei freilebenden marinen Nematoden, *Ark. Zool.*, 2, 439.
- WIESER, W., (1959a). The effect of grain size on the distribution of small invertebrates inhabiting the beaches of Puget Sound, *Limnol. Oceanogr.*, 4, 181.
- WIESER, W., (1959b). *Free-living marine nematodes and other small invertebrates of Puget Sound beaches*, Univ. of Washington Press, Seattle.
- WIESER, W., (1960a). Benthic studies in Buzzards Bay; II. The Meiofauna, *Limnol. Oceanogr.*, 5, 121.
- WIESER, W., (1960b). Populationsdichte und Vertikalverteilung der Meiofauna mariner Böden, *Int. Rev. ges. Hydrobiol.*, 45, 487.
- WIESER, W. en KANWISHER, J., (1960). Growth and metabolism in a marine nematode *Enoplus communis* Bastian, *Z. vergl. Physiol.*, 43, 29.
- WIESER, W. en KANWISHER, J., (1961). Ecological and physiological studies on marine nematodes from a small salt marsh near Woods Hole, Massachusetts, *Limnol. Oceanogr.*, 6, 262.
- WINBERG, G.G., (1971). *Methods for the estimation of production of aquatic animals*, Academic Press, London, New York.
- WOLLAST, R., (1972). L'estuaire de l'Escaut, in *Math. Modelsea*, (1972). Fisheries Improvement and Hydrography Committee, International Council for Exploration of the Sea, E9.

DANKWOORD

Een rapport als het voorliggende komt niet tot stand zonder de hulp van veel mensen. Wij bedanken in de eerste plaats de mensen van de Interministeriële Commissie voor Wetenschapsbeleid en van de Belgische Zeemacht voor hun voortdurende hulp en steun.

In de loop van de jaren hadden wij talrijke discussies met Prof. Dr. L. De Coninck, E. Corijn en J. Govaere, en later ook met N. Smol en K. Willems, die in belangrijke mate hebben bijgedragen tot de uiteindelijke oriëntering van deze studie.

De technische hulp die wij kregen was steeds belangrijk en van een hoog gehalte. Wij danken in de eerste plaats A. Van Bost, die gedurende al die tijd een buitengewoon goede hulp heeft geboden en zonder wie veel van het hier voorgestelde werk onmogelijk uit te voeren zou zijn geweest. Verder hebben ook R. De Boever, W. Hautekiet en S. Wellekens steeds wanneer het nodig was een helpende hand toegestoken. Bij de monsternamen werden wij geholpen door E. Corijn, W. De Zutter, J. Govaere en L. Thielemans.

Bij de verwerking werd gebruik gemaakt van het materiaal bewerkt in de licentiaatsverhandelingen van W. Decraemer, D. Degadt, A. Goossens en P. Jensen.

Voor de hulp bij de uiteindelijke verwerking van de gegevens en het uittypen van het manuscript danken wij vooral K. Lostrie die in de laatste maanden zeer veel werk heeft geleverd om onze opdracht tot een goed einde te helpen brengen. Bij het opmaken van het uiteindelijke manuscript hebben ook F. Mussche en R.M. Servaes een belangrijke rol gespeeld.

Vermelden we tenslotte dat de grondige kritiek van Prof. Dr. L. De Coninck de oorspronkelijke tekst aanzienlijk verbeterd heeft; belangrijker is evenwel dat zonder zijn doorzicht en zijn voortdurende steun deze hele studie zelfs nooit begonnen zou zijn.

Hoofdstuk II

Studie van het macrobenthos in de zuidelijke Noordzee

door

Jan C.R. GOVAERE, Luc K.H. THIELEMANS en Ros. DE BOEVER

1.- Inleiding

De studie van het macrobenthos in de zuidelijke Noordzee (tot 52°30' N) bleef tot nog toe beperkt tot kwalitatieve waarnemingen in het gebied voor het nederlandse Deltagebied [Wolff (1973)] en tot kwantitatieve staalname voor de molluskenfauna in een gedeelte van de Nederlandse kustzone [Eisma (1966)].

Ten einde een beeld te verkrijgen van de energiekringloop in het macrobenthisch systeem, dienden twee aspecten benaderd. Het eerste omvat het statisch beeld van de benthische fauna : soortenrijkdom, abundantie en *standing crop*; het tweede de seizoenale fluctuatie in aantal en biomassa en de groei der verschillende componenten.

Gezien de complexiteit van beide aspecten en de geringe literatuurgegevens omtrent groei en productiviteit der organismen kan hier slechts een benaderend beeld gegeven worden van de produktie in de Southern Bight.

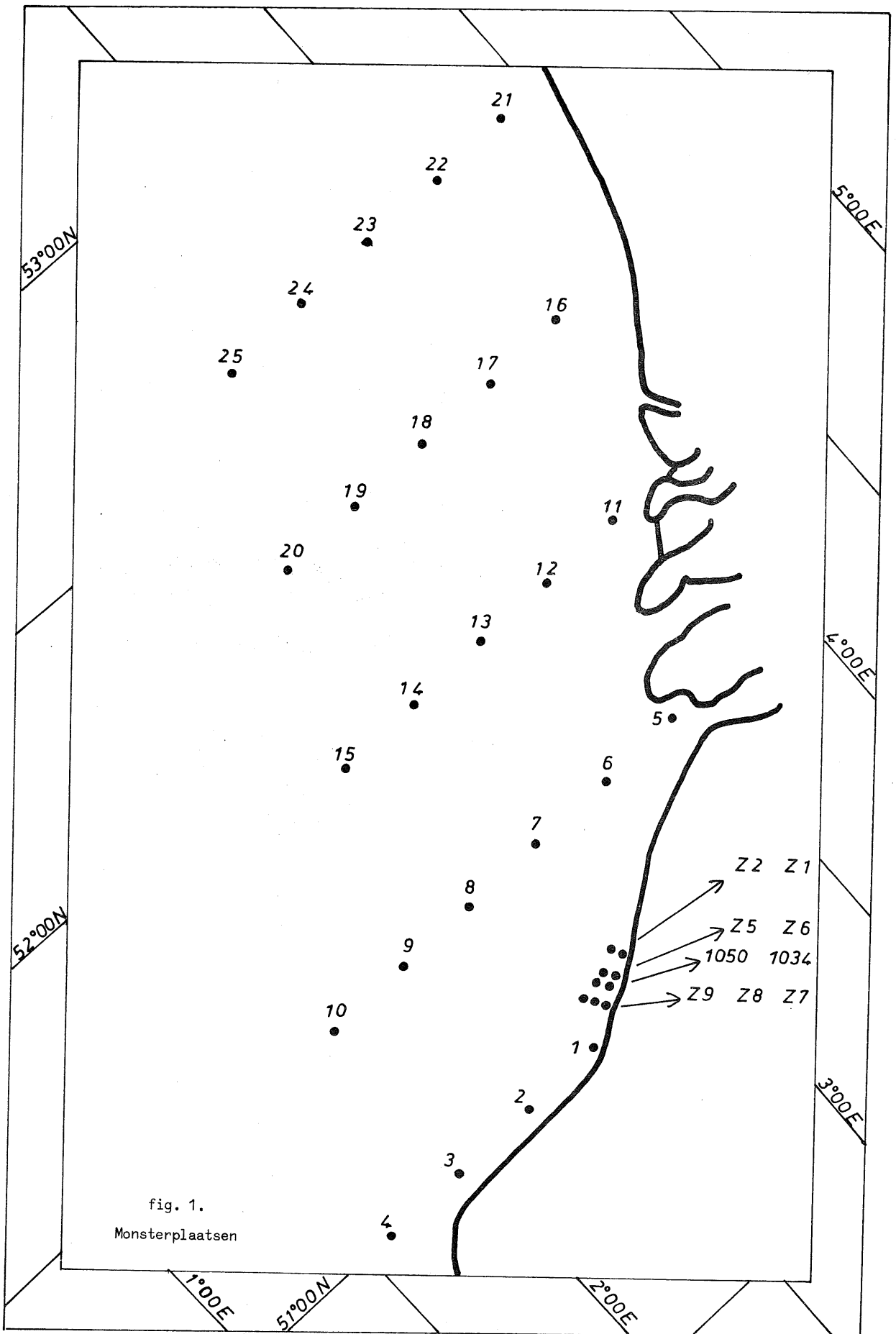


fig. 1.
Monsterplaatsen

2.- Materiaal en methoden

Gedurende de periode 23-6-1971 tot 6-11-1975 werden in totaal 2337 stalen verzameld. Voorliggende studie behandelt de resultaten van ± 250 kwalitatief en kwantitatief uitgewerkte monsters, afkomstig van 33 stations (fig. 1). In totaal werden ± 30.000 specimens gedetermineerd, geteld en gemeten. (Van station M03 konden wegens de slechte staalnames geen kwantitatieve gegevens verstrekt worden.)

Alle monsters werden genomen met een $0,1 \text{ m}^2$ Van Veen-grijper, aan boord gefixeerd in een neutrale oplossing van formaldehyde 5 à 7 % en gezeefd op een zeef met ronde openingen van 1 mm (vanaf 1973 : 0,85 mm).

De granulometrische analyses van het sediment werden ons verstrekt door de diensten van Prof. Gullentops (KUL), waarvoor onze dank.

3.- Korrelanalyse

Naar de mediane korrelgrootte van de zandfractie (fig. 2 en tabel 1) is de bemonsterde area te onderscheiden in

- i) een belgische kustzone - mediaan kleiner dan 200μ en hoog slibgehalte;
- ii) een nederlandse kustzone zich voortzettend vóór de belgische kust - mediaan begrepen tussen 200 en 275μ (hierbij dient vermeld dat geen stalen werden genomen in de nederlandse 3-mijlzone);
- iii) naar de open zee toe vindt men een mediane korrelgrootte van 275 tot 496μ .

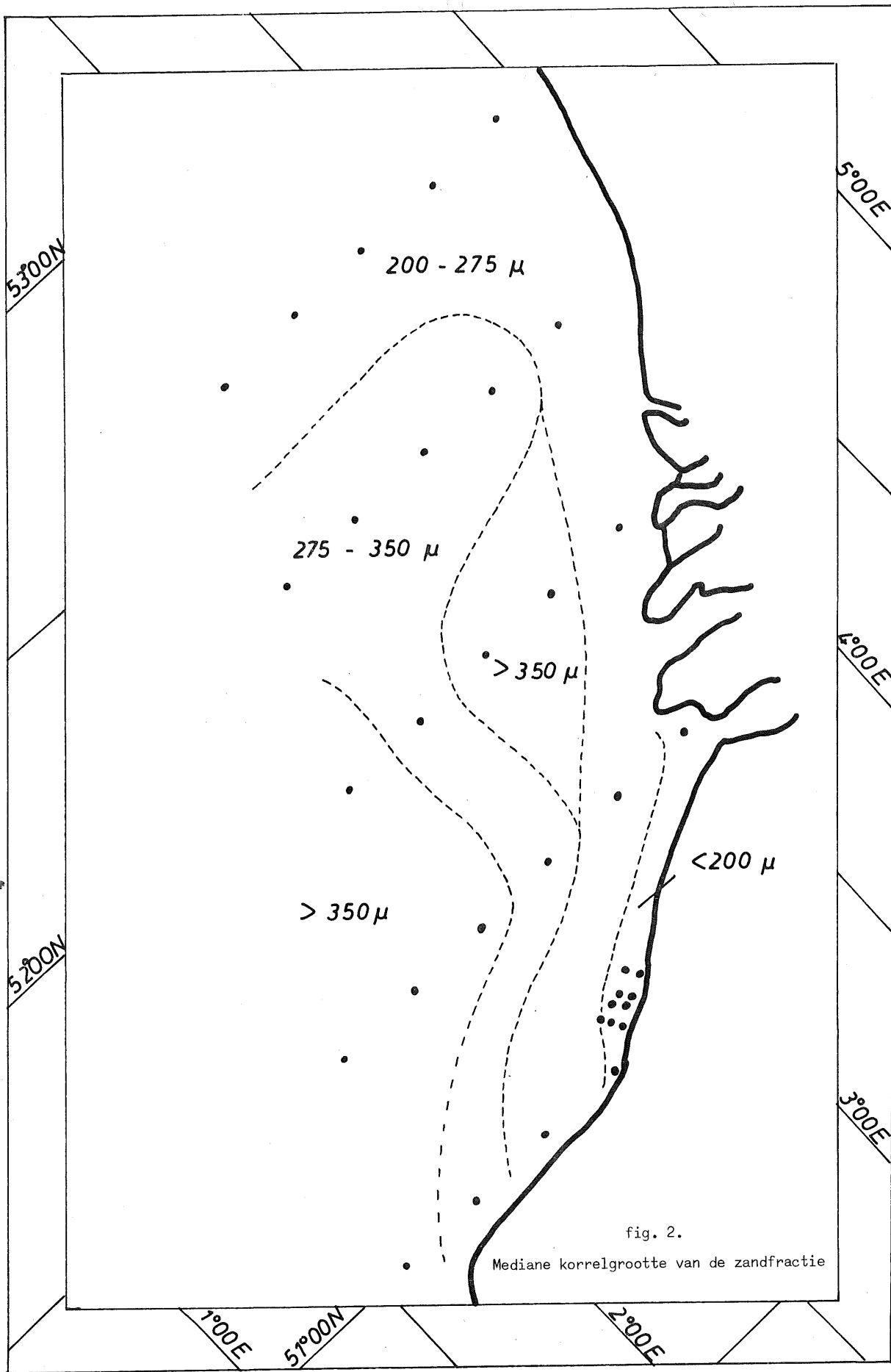
4.- Faunistische groepen

Sinds het werk van Petersen (1913), (1915) werden door verscheidene auteurs bentische associaties als "gemeenschappen" beschreven. Naar Thorson (1957) worden de soorten in een gemeenschap ingedeeld in "specifieke

Tabel 5

Korrelgrootte-analyse

	% grint	% zand	% slib-klei	% org. C	Mediaan μ zandfractie
M01	-	94,85	5,15	0,3	154
M02	-	99,18	0,82	-	236
M03	-	99,94	0,06	-	325
M04	100	-	-	-	-
M05	-	58,88	41,12	1,5	159
M06	-	97,27	2,73	0,1	259
M07	30,3	97,50	2,50	0,1	291
M08	45,6	99,07	0,93	-	255
M09	-	98,00	2,00	0,3	496
M10	-	99,70	0,30	0,2	392
M11	-	99,40	0,60	0,2	215
M12	-	100,00	-	0,2	376
M13	-	100,00	-	0,1	400
M14	0,16	99,50	0,50	-	346
M15	-	99,60	0,40	-	406
M16	-	98,00	2,00	-	283
M17	-	97,90	2,10	-	303
M18	-	99,00	1,00	-	287
M19	-	97,20	2,80	-	281
M20	-	99,10	0,90	-	299
M21	-	99,10	0,90	0,1	233
M22	-	98,60	1,40	0,1	227
M23	-	99,20	0,80	0,1	219
M24	-	98,60	1,40	0,3	227
M25	-	99,20	0,80	0,1	257
M1034	-	20,20	79,80	1,7	150
M1050	-	5,50	94,50	3,2	150
Z 1	-	83,80	16,20	2,0	162
Z 2	-	99,80	0,20	0,2	173
Z 5	-	91,40	8,60	1,1	167
Z 6	-	99,30	0,70	1,2	139
Z 7	-	99,70	0,30	0,4	136
Z 8	-	88,20	11,80	0,8	130
Z 9	-	99,90	0,10	0,5	245



soorten van 1^{ste}, 2^{de} en 3^{de} orde en geassocieerde soorten". Dit systeem is echter slechts bruikbaar wanneer deze soorten in voldoende aantallen aanwezig zijn wat niet altijd in de Noordzee het geval is.

Samengevat : in de benthische ecologie bestaan drie grote gemeenschap-concepten : het eerste gebaseerd op dominantie; het tweede op associaties, gekarakteriseerd door een constant en regelmatig voorkomende species; de derde opvatting tenslotte is gebaseerd op een statistische verwerking van de tweede.

Een andere school verwerpt het bestaan van gemeenschappen of associaties, maar beklemtoont de onafhankelijke verspreiding van de soorten in een ecologisch continuüm. Het is duidelijk dat de derde en de laatstvernoemde benadering elkaar raken, doch de statistische verwerking van benthische opnamen staat nog in het beginstadium; ze werd reeds toegepast door o.a. Wieser (1960), Cassie (1961), Fager (1957) en Cassie en Michael (1968).

Wat de Noordzee betreft houdt men nog altijd vast aan de indeling en methodes van Petersen (1913), (1915), Thorson (1957) en Jones (1950). Eisma (1966) heeft op basis van correlatiecoëfficiënten gepoogd te komen tot een indeling in gemeenschappen van de benthische bivalven vóór de nederlandse kust; met deze methode is hij er dan ook niet in geslaagd duidelijke gemeenschappen te herkennen. Gebaseerd op aantal en presentie ziet zijn indeling er als volgt uit : de zone dicht onder de kust is verdeeld in een *Abra alba* gemeenschap (tegen de Hoek van Holland - Noordwijk, onregelmatig voortgezet naar het noorden toe), een lokaal voorkomende *Macoma balthica* gemeenschap en een gemengde gemeenschap *Spisula (Venus gallina)-Tellina fabula* gemeenschap. Verder uit de kust : een gemengde gemeenschap met elementen uit de *Tellina tenuis-Tellina fabula* en de *Venus gallina* gemeenschap, de soorten uit deze laatste overwegend t.o.v. die uit de eerste.

Bij de verwerking der voorliggende resultaten werd gepoogd de verschillende faunistische associaties (eventuele gemeenschappen) statistisch te omschrijven, uitgaande van de overweging dat benthische

associaties een weerspiegeling zijn van het fysisch milieu (tweede concept van macrobenthische gemeenschappen).

De similariteit tussen de verschillende stations onderling werd gemeten aan de hand van de methode gebaseerd op Kendall's rang correlatiecoëfficiënt,

$$T_0 = \frac{C_{ij}W_{ij} - V_iV_j}{(X_iA_i \times X_jA_j)^{\frac{1}{2}}}$$

waarbij S is het aantal species voor een gegeven aantal stations, A_i en A_j het aantal species respectievelijk op station i en j , X_i en X_j het aantal soorten niet voorkomend op i en j , V_i (V_j) het aantal soorten aanwezig op i (j), doch niet op j (i), W_{ij} het aantal species ontbrekend op i of j . Deze gegevens kunnen uitgedrukt worden in een 2×2 contingency tabel zodat

$$\chi^2 = \frac{(C_{ij}W_{ij} - V_iV_j)^2 S}{X_iA_i \times X_jA_j}.$$

Een gekozen waarschijnlijkheidsgraad bij ℓ vrijheidsgraad (bv. $p = 0,01$) ingebracht in de vergelijking geeft

$$T_e = \left(\frac{\chi_{0,01}^2}{S} \right)^{\frac{1}{2}}$$

wat de kleinste waarde van de affiniteitsindex is die een significante similariteit aanduidt tussen 2 stations (bij de gekozen waarschijnlijkheidsgraad).

De berekening van T_0 werd uitgevoerd voor alle mogelijke paren van de 33 beschouwde stations (fig. 1). De matrix van affiniteitscoëfficiënt werd gerangschikt volgens de methode van MacFadyen (1963), zodat de hoogste waarden zich tegen de diagonaal van het diagram bevinden. Alhoewel er een zekere subjectiviteit sluipt in deze methode, blijken de resultaten zeer goed bruikbaar en in overeenstemming met deze bekomen met betere en complexer classificatiemethodes zoals *Fager's recurrent group analysis* en factoranalyse [Lie en Kelley (1970)].

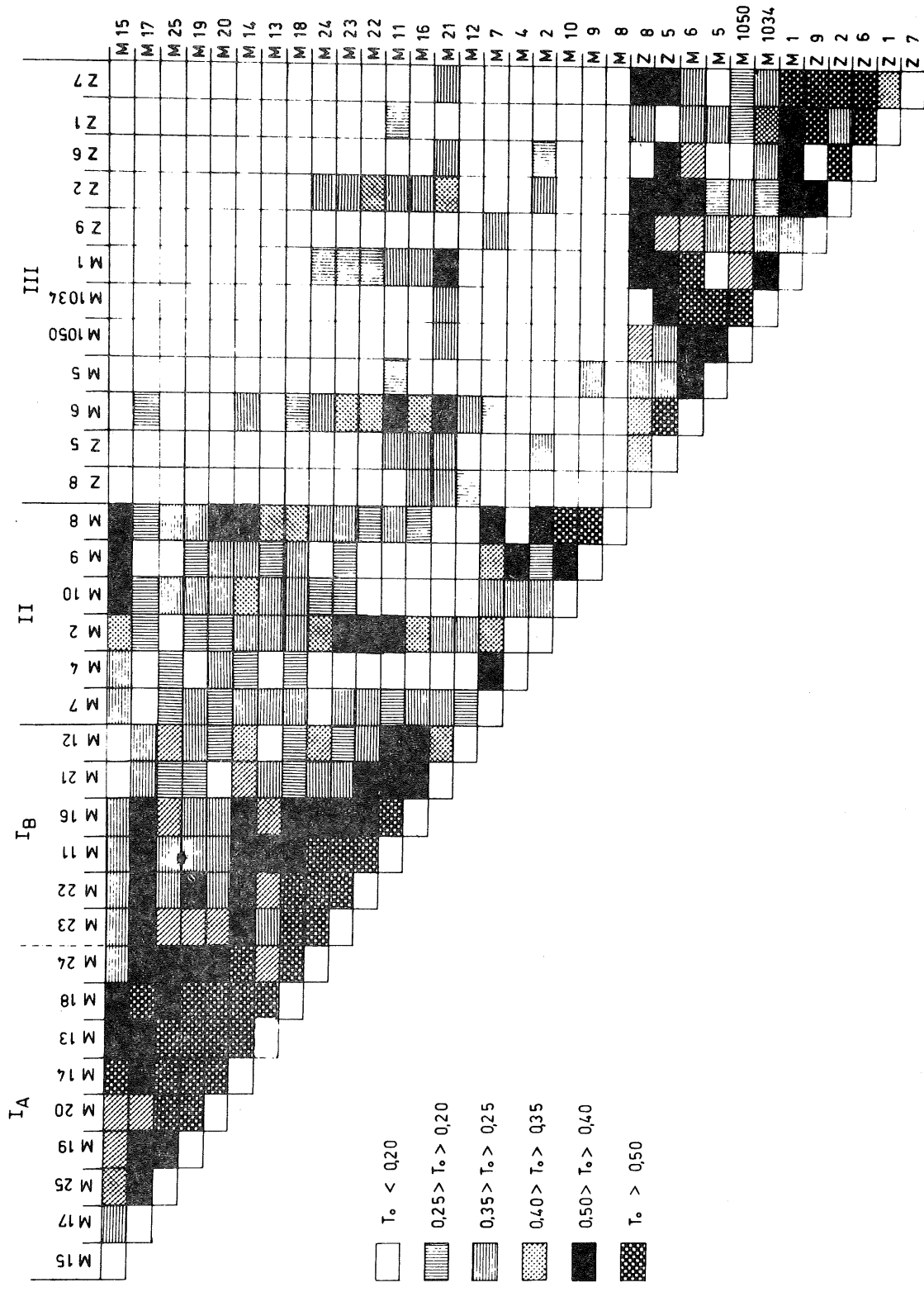


fig. 3.
Treillis-diagram van de affiniteitsindices

Twee grote groepen en een kleinere kunnen onderscheiden worden in het Treillis-diagram (fig. 3), nl. een eerste (I) omvattende de stations M11 tot en met M25, een tweede grote (III) met de kuststations onder de lijn M11 - M15, met inbegrip van punt MO6 en een derde kleinere groep (II), waarin MO2, MO4, MO7, MO8, MO9 en M10. Deze laatste groep vertoont onderling een minder grote affiniteit dan in de twee grotere het geval is, ook is er nog een sterke binding met de groep I, vooral wat de punten MO2, MO8 en MO9 betreft.

Faunagroep I kan, naar de hoogste similariteitscoëfficiënten, gesplitst worden in twee subgroepen, nl. Ia (M15, M17, M25, M19, M20, M14, M13, M18 en M24), grotendeels overeenstemmend met een gebied van sedimenten met korrelgrootte tussen 275 μ en 350 μ (mediaan) en de zandstations met mediane korrelgrootte groter dan 350 μ ; een tweede (Ib) omschrijft een gebied met mediane korrelgrootte tussen 200 μ en 275 μ (met uitzondering van de in dieper water gelegen plaatsen M25 en M24). Zoals blijkt uit de affiniteitsindices vertonen de "kuststations" in deze laatste zone een grote gelijkenis met de fauna van zone III voor de belgische kust.

Bij deze klassificatie werd dus enkel rekening gehouden met aan- en afwezigheid van de soorten; dominantie, sedimenttype, temperatuurs-variëatie, saliniteit en diepte werden niet ingecalculëerd. Een *principal component analysis* zou ons evenwel toelaten deze factoren in rekening te brengen, methode die ons inziens de meest aangewezen is ten einde een objectief beeld te verkrijgen van de gemeenschappen en hun distributie (tabel 2 en fig. 4).

Uitgaande van de omschreven faunistische zones en op grand van de abundantie en frequentie der "karakteristieke species" kan zone Ia beschouwd worden als de *Echinocyamus-Tellina pygmaea* facies van de *Venus*

Tabel 2

Aantal (N/m^2) en biomassa (W vers gewicht/ m^2) van de verschillende macrobenthische species
(Bladzijde 124 à 130)

SPECIES	Z1		Z2		Z5		Z6		Z7		Z8		Z9		NO1		NO2		
	Wm-2	Nm-2	Wm-2	Nm-2	Wm-2	Nm-2	Wm-2	Nm-2	Wm-2	Nm-2	Wm-2	Nm-2	Wm-2	Nm-2	Wm-2	Nm-2	Wm-2	Nm-2	
<i>Sigalion mathildae</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pholoe mnata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Eteone longa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Anatitides mucosa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Eumida sanguinea</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Microphthalma listensis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Streptosyllis websteri</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Autolytus prolifer</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Nephtys hombergii</i>	20	246	80	5984	70	1968	20	42	48	64+15	15	65	20	3930	95	6343	-	-	-
<i>Nephtys caeca</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Nephtys cirrosa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Scoloplos armiger</i>	3	3	45	1415	5	8	7	37	20	173	-	-	90	1376	85	48	50	3275	-
<i>Spio filicornis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	35	56	-	-	220	3634	-
<i>Spiophanes bombyx</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	62	1102	1467	5	18	-
<i>Scoletepis squamata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	126	105	207	55	112	-
<i>Magelona papillicornis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tharyx marioni</i>	3	3	23	39	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	75	153	-	-	-
<i>Chaetozone setosa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ophelia limacina</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30	42	-	-	-
<i>Capitomasius minimus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	2	105	55	-
<i>Owenia fusiformis</i>	-	-	-	-	-	-	15	-	-	-	-	-	-	-	95	30	-	-	-
<i>Pectinaria koreni</i>	3	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	-	-	-	-	-	-
<i>Lanice conchilega</i>	-	-	-	-	-	106	-	-	-	-	-	-	11	-	20	-	-	-	-
<i>Oligochaeta</i> spp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	-	805	1529	10	-	-
<i>Grania</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25	7	-	-	-	-	-
<i>Modiolus modiolus</i>	37	16	17	5	25	4	3	32	35	20	65	29	35	29	70	4	-	-	-
<i>Myseella bidentata</i>	10	10	3	8	105	148	40	3	2	1	5	5	6	6	135	87	-	-	-
<i>Montacuta ferruginosa</i>	3	12	18	1823	10	38	13	12	12	152	25	15	15	15	75	76095	-	-	-
<i>Donax vittatus</i>	10	1417	23	4072	10	149	70	2178	13	315	45	1600	15	1600	440	48285	-	-	-
<i>Macoma bathica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	7	2388	45	15	15	15	10	5	-	-	-
<i>Tellina fabula</i>	-	-	2	4	-	-	-	-	13	5	6	15	15	15	10	5	-	-	-
<i>Tellina tenuis</i>	10	1043	7	1988	10	26	7	45	15	574	40	6020	20	636	55	9241	10	61	-
<i>Abra alba</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Spisula elliptica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Spisula subtruncata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Spisula</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sphenia binghami</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Gastrosaccus spinifer</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pseudocuma longicornis</i>	3	35	-	-	5	1	7	54	-	-	5	1	5	12	25	4	-	-	-
<i>Dicastylis braadji</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	48	-	-	-
<i>Tomateus litjeborgi</i>	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	3	-
<i>Melita obtusata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Metotropis swammerdami</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	2	5	2	-	-	5	13	-
<i>Neopelocoeirus hopei</i>	-	-	-	-	5	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Prothoe grimaldi inermis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Kathyporeta elegans</i>	-	-	210	176	-	-	33	21	3	7	5	2	5	2	5	5	-	-	-
<i>Kathyporeta guillemsoniana</i>	-	-	23	104	5	5	3	1	3	1	25	6	5	1	10	12	30	62	-
<i>Pericaculodes longimanus</i>	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	2	5	1	25	18	-	-	-
<i>Microprotopus maculatus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	2	5	1	-	-	-	-	-
<i>Assa falcata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	2	5	1	-	-	-	-	-
<i>Phthistica marina</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	230	76	5	1	10	4	-	-	-
<i>Pariambus typicus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Crangon crangon</i>	-	-	-	-	-	-	7	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Macropipus holseatus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Phiura testurata</i>	-	-	-	-	-	-	3	108	3	322	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lichtnocardium cordatum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-

SPECIES	M04		M05		M06		M07		M08		M09		M10		M11		
	Nm ⁻²	Wm ⁻²	Nm ⁻²	Wm ⁻²	Nm ⁻²	Wm ⁻²	Nm ⁻²	Wm ⁻²	Nm ⁻²	Wm ⁻²	Nm ⁻²	Wm ⁻²	Nm ⁻²	Wm ⁻²	Nm ⁻²	Wm ⁻²	
<i>Pholoë minuta</i>	-	-	245	574	-	-	-	-	17	23	-	-	-	-	-	-	-
<i>Stenelata boa</i>	-	-	10	245	27	8	-	-	7	7	-	-	-	-	140	176	
<i>Eteone lactea</i>	-	-	195	417	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Mystides limbata</i>	30	2	-	-	3	-	207	15	225	16	545	50	3	383	28	4	
<i>Hesionura augeneri</i>	5	3	60	110	3	1	-	-	-	-	-	3	7	3	5	11	
<i>Anaitides subulifera</i>	-	-	55	112	33	10	-	-	35	2	5	-	-	15	58	4	
<i>Eumida sanguinea</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Microphthalmus listensis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	20	9	75	15	1	13	-	-	-
<i>Microphthalmus similis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	30	25	85	16	14	43	-	-	-
<i>Streptosyllis websteri</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	10	5	55	42	3	3	-	-	-
<i>Streptosyllis arenae</i>	5	5	-	-	-	-	20	11	10	5	15	9	2	3	6	-	-
<i>Opisthodonta pterochaeta</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	10	6	-	-	-	-	-
<i>Sphaerosyllis hystrix</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Exogone hebes</i>	-	-	-	-	-	-	20	13	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Exogone naidina</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Exogone virigera</i>	-	-	15	600	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Websterineris glauca</i>	-	-	5	4750	7	41	117	1792	60	3419	15	1938	23	161	88	4823	
<i>Nephtys caeca</i>	5	5	90	14350	27	1926	-	-	-	-	105	709	97	216	3	9+8	
<i>Nephtys hombergii</i>	-	-	-	-	3	()	37	247	105	2204	5	()	-	-	3	-	
<i>Nephtys longisetosa</i>	5	31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Glycera capitata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Goniadella bobretakii</i>	-	-	-	-	-	-	3	295	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lumbrineris gracilis</i>	-	-	5	175	-	-	3	295	5	()	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lumbrineris latreilli</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lumbrineris grac./latr.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Stauronereis caeca</i>	-	-	5	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Protodorvillea kefersteini</i>	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Opomyotrocha gracilis</i>	5	10	120	277	113	477	3	3	150	577	145	599	30	87	23	472	
<i>Scoloplos armiger</i>	-	-	15	5	3	-	3	4	-	-	-	-	-	-	125	429	
<i>Spio filicornis</i>	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Polydora ciliata</i>	-	-	5	-	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Polydora pulchra</i>	-	-	5	-	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pygospio elegans</i>	5	2	120	343	137	428	90	178	5	-	60	130	43	93	735	225	
<i>Spiophanes bombyx</i>	5	18	-	-	-	-	20	174	8	200	60	230	-	-	330	1778	
<i>Aonides paucibranchiata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Scoletepis bomieri</i>	-	-	5	200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	83	123	
<i>Scoletepis foliosa</i>	-	-	60	394	30	104	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Magelona papillicornis</i>	-	-	5	120	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Caulerella alata</i>	5	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tharyx marioni</i>	5	5	-	-	-	-	3	1585	5	62	20	117	3	600	5	30	
<i>Macrochaeta helgolandica</i>	10	6394	-	-	-	-	170	1585	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ophelia limaotina</i>	-	-	5	16	-	-	3	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Capitella capitata</i>	-	-	5	2	47	42	3	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Capitulum minutum</i>	-	-	10	234	-	-	-	-	5	8	5	170	3	2	-	-	-
<i>Notomastus latericeus</i>	-	-	90	814	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Heteromastus filiformis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Owenia fusiformis</i>	-	-	115	47984	413	409	3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pectinaria koreni</i>	-	-	65	847	583	411	113	33	-	-	-	-	-	-	205	204	
<i>Lanice conchylega</i>	-	-	-	-	-	-	3	108	-	-	5	1	50	36	-	-	
<i>Polycirrus sp.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sabellaria spinulosa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Oriopsis sp.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	-	-	-	-	-	-

SPECIES	M04		M05		M06		M07		M08		M09		M10		M11		
	Wm-2	Nm-2	Wm-2	Nm-2	Wm-2	Nm-2	Wm-2	Nm-2	Wm-2	Nm-2	Wm-2	Nm-2	Wm-2	Nm-2	Wm-2	Nm-2	
<i>Oligochaeta</i> spp.	-	-	-	35	21	-	3	2	2	15	7	5	2	3	2	-	-
<i>Grania</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17	6	-	-
<i>Natica alderi</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	133	-	-
<i>Area lactea</i>	-	-	-	-	-	-	3	-	23	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Modiolus modiolus</i>	-	-	-	-	-	-	3	-	6	-	-	-	46	37	79	5	3
<i>Astarte triangularis</i>	100	291	-	4115	4737	10	19	-	9	-	-	20	-	-	-	-	-
<i>Myrella bidentata</i>	-	-	-	-	-	-	7	7	-	-	-	-	-	-	-	5	14
<i>Cerastoderma edule</i>	-	-	-	10	13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Donax vittatus</i>	-	-	-	-	-	17	1954	5	5	3308	215	3308	-	3	1	-	-
<i>Tellina pygmaea</i>	-	-	-	-	-	7	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tellina fabula</i>	-	-	-	415	50248	7	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Abra prismatica</i>	-	-	-	-	-	7	29	27	()	20	66	125	248	17	()	28	78
<i>Spisula elliptica</i>	-	-	-	10	10	10	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Spisula</i> sp.	-	-	-	5	12	3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ensis ensis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25	58	-	-	-	-
<i>Sphenia binghami</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Thracia phaseolina</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Gastrosaccus spinifer</i>	-	-	-	-	-	-	37	488	5	52	-	-	13	280	50	516	-
<i>Pseudocuma longicornis</i>	-	-	-	15	4	7	1	-	-	-	-	-	-	-	15	4	-
<i>Pseudocuma similis</i>	-	-	-	-	-	37	139	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Diastylis bradyi</i>	-	-	-	-	-	10	125	-	-	-	-	-	-	-	3	1	-
<i>Diastylis rathkei</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tanaisius lilljeborgi</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13	3	-
<i>Eurydice spinigera</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	20	-	-	-
<i>Megaluropus agilis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	9	-
<i>Nototropis falcatus</i>	-	-	-	10	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	5	-
<i>Nototropis wammerdami</i>	-	-	-	10	13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	12	-
<i>Urothoe grivaldi inermis</i>	-	-	-	15	22	17	16	7	17	-	-	-	-	-	-	62	-
<i>Bathyporea elegans</i>	-	-	-	-	-	-	-	33	63	-	-	-	-	-	35	2	-
<i>Bathyporea guillameoniana</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-
<i>Haustorius arenarius</i>	-	-	-	10	2	-	-	-	-	-	-	5	2	-	-	-	-
<i>Microprotopus maculatus</i>	-	-	-	5	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Corophium benelli</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pariambus typicus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pontophilus triispinosus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	21	-
<i>Thia scutellata</i>	-	-	-	-	-	-	3	()	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Phoronida</i>	-	-	-	70	455	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ophiotrix fragilis</i>	5	3	-	-	-	-	3	217	17	5	105	833	343	2145	3	1	-
<i>Ophitura affinis</i>	-	-	-	5	459	-	7	247	1616	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ophitura albida</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pecamechinus miliaris</i>	-	-	-	-	-	-	7	506	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Echinocycamus pusillus</i>	-	-	-	-	-	-	78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Echinocardium cordatum</i>	-	-	-	-	-	130	-	-	-	-	-	-	-	-	213	()	-

SPECIES	M12		M13		M14		M15		M16		M17		M18		M19	
	Nm	Wm ⁻²	Nm	Wm ⁻²	Nm	Wm ⁻²	Nm	Wm ⁻²	Nm	Wm ⁻²	Nm	Wm ⁻²	Nm	Wm ⁻²	Nm	Wm ⁻²
<i>Harmothoe lunulata</i>	20	311	-	-	-	-	-	20	19	-	-	-	-	-	-	-
<i>Harmothoe nodosa</i>	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pholoe minuta</i>	205	203	43	187	116	10	5	100	158	113	154	50	88	115	144	
<i>Eteone longa</i>	-	-	-	-	-	-	-	45	62	-	-	-	-	-	-	-
<i>Eteone flava</i>	-	-	-	-	-	-	-	5	19	3	14	5	55	3	14	
<i>Eteone lactea</i>	-	-	-	-	-	-	-	6	-	3	-	-	-	-	-	
<i>Mystides limbata</i>	-	-	-	-	-	-	-	9	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Protomystides</i> sp.	5	-	54	387	28	230	17	5	-	3	-	30	3	140	10	
<i>Hesionura augeneri</i>	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Phyllodoce laminosa</i>	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Anaitides lineata</i>	10	2440	178	-	-	-	-	-	-	3	()	-	-	-	-	
<i>Anaitides groenlandica</i>	70	49	2	7	14	3	3	50	167	7	13	-	-	5	12	
<i>Anaitides mucosa</i>	265	50	9	683	106	-	-	5	1	3	-	-	-	43	25	
<i>Anaitides subulifera</i>	390	324	3	3	2	-	-	105	26	-	-	3	1	-	-	
<i>Eumida sanguinea</i>	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Kefersteinia cirrata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Microphtalmus listensis</i>	-	-	20	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Typosyllis variegata</i>	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Eusyllis blomstrandti</i>	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Streptosyllis websteri</i>	-	-	-	-	-	1	53	7	2	-	-	-	-	-	-	
<i>Streptosyllis arenae</i>	-	-	-	-	-	13	63	3	50	-	-	-	-	-	-	
<i>Oristhodonta pterochaeta</i>	-	-	-	-	-	2	48	30	48	7	3	-	-	-	-	
<i>Sphaerosyllis hystrix</i>	-	-	-	-	-	17	93	41	50	-	-	-	-	-	-	
<i>Exogone hebes</i>	-	-	33	47	56	68	41	8	-	-	-	43	26	13	8	
<i>Exogone naidina</i>	-	-	2	-	5	75	-	-	-	-	-	38	4	105	11	
<i>Autolytus prolifer</i>	20	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Nephtys caeca</i>	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Nephtys cirrosa</i>	140	11068	7455	80	3554	48	571	115	9277	183	16300	28	2601	80	6850	
<i>Glycera capitata</i>	-	-	1043	27	719	70	773	-	-	3	3	95	1727	18	267	
<i>Glycinde nordmanni</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Lumbrineris latreilli</i>	-	-	-	-	-	3	3	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Stauronereis caeca</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Darvilleidae</i> sp.	180	1289	-	-	-	5	-	-	684	17	395	48	88	20	36	
<i>Scoloplos armiger</i>	-	-	-	-	-	5	-	-	-	17	24	10	12	22	23	
<i>Aricidea minuta</i>	10	17	2	5	135	97	1	25	25	17	395	48	88	20	36	
<i>Pectinochaetus serpens</i>	45	38	5	7	124	107	5	-	-	17	24	10	12	22	23	
<i>Strophanes bombyx</i>	950	1648	2278	203	647	135	786	45	47	43	41	188	596	498	1531	
<i>Aenides paucibranchiata</i>	10	7	114	40	45	170	1138	45	4007	30	1425	10	206	8	313	
<i>Scolelepis bonnierii</i>	10	2	-	3	152	3	-	-	-	3	7	23	24	33	116	
<i>Magelona papillicornis</i>	10	-	-	-	1	-	-	-	-	7	21	23	24	33	116	
<i>Chaetozoa setosa</i>	-	-	-	-	96	33	166	-	-	7	21	23	24	33	116	
<i>Macrochaeta helgo landica</i>	-	-	-	-	47	48	-	-	-	-	-	15	552	20	131	
<i>Orphelia limacina</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Tranisia forbesii</i>	-	-	-	-	-	3	8	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Cyrtella capitata</i>	-	-	-	-	7	15	43	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Notomastus latericeus</i>	-	-	-	-	-	8	5	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Notomastus filiformis</i>	-	-	-	-	-	3	5	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Cyrtellidae</i> sp.	-	-	-	-	-	3	5	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Pvavillura longissima</i>	10	4	15	10	166	25	12	10	122	-	-	-	-	-	-	
<i>Onentia fusiiformis</i>	785	980	5	5	31	-	-	20	284	-	-	3	1	18	19	
<i>Pectinaria koreni</i>	10	4	-	-	4	220	734	-	-	-	-	15	-	-	-	
<i>Leuce conchilega</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Polyctirrus</i> sp.	-	-	-	-	-	13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Oriopeis</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Oligochaeta</i> spp.	-	-	5	5	5	10	6	5	-	7	4	5	2	13	1	
<i>Gamta</i> sp.	-	-	40	40	1	5	3	3	-	7	3	3	5	2	1	
<i>Natica alderi</i>	5	11	15	15	287	15	244	5	110	3	83	3	35	3	54	

SPECIES	M12 080771 (2x) Nm-2 Wm-2	M13 080771 (2x) Nm-2 Wm-2	M14 090771 (3x) Nm-2 Wm-2	M15 090771 (4x) Nm-2 Wm-2	M16 160871 (2x) Nm-2 Wm-2	M17 160871 (3x) Nm-2 Wm-2	M18 160871 (4x) Nm-2 Wm-2	M19 180871 (4x) Nm-2 Wm-2
<i>Modiolus modiolus</i>	-	-	-	43	5	-	-	-
<i>Astarte triangulatis</i>	-	-	7	-	77	-	-	-
<i>Myrella bidentata</i>	5	8	1	-	5	-	-	-
<i>Montacuta ferruginosa</i>	-	-	2	-	5	7	-	-
<i>Mysia undata</i>	-	-	3	-	-	12	-	-
<i>Donax vittatus</i>	-	-	20	-	-	-	-	-
<i>Tellina pygmaea</i>	-	-	26	-	5	-	-	-
<i>Spisula elliptica</i>	20	87	1214	263	-	10	5	3
<i>Cultellus pellucidus</i>	5	10	613	158	-	17	5	3
<i>Ensis ensis</i>	30	50	-	-	-	()	-	-
<i>Sphenia binghami</i>	-	-	-	-	5	3	-	-
Pantopoda	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Gastrosaccus spinifer</i>	120	1125	27	35	20	7	43	23
<i>Cumopsis goodsi</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Iphinoë trispinosa</i>	10	19	13	3	-	9	-	3
<i>Pseudocuma longicornis</i>	15	2	3	3	-	-	-	1
<i>Pseudocuma similis</i>	10	1	53	8	-	-	-	3
<i>Diastylis bradyi</i>	5	17	23	5	5	7	3	5
<i>Diastylis rugosa</i>	5	2	-	-	-	-	-	-
<i>Tanaisius liljebongi</i>	-	-	-	5	40	-	-	-
<i>Chirocaropus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Megaluropus agilis</i>	10	9	-	3	5	7	10	8
<i>Melita obtusata</i>	165	399	13	-	27	3	-	-
<i>Nototropis faleatus</i>	5	22	-	8	-	-	-	-
<i>Nototropis swammerdami</i>	90	193	7	8	5	-	-	-
<i>Hippomedon denticulatus</i>	-	-	7	3	-	-	-	-
<i>Amphilocheus manudens</i>	5	2	53	-	-	-	-	5
<i>Stenothoe marina</i>	10	9	-	-	-	-	-	96
<i>Leucothoe liljebongi</i>	40	141	-	-	-	3	-	-
<i>Urothoe brevicornis</i>	-	-	-	-	-	8	-	-
<i>Bathyporeia elegans</i>	30	16	20	40	65	50	35	5
<i>Bathyporeia guilliamsoniana</i>	30	16	267	43	40	47	18	360
<i>Hauistorius arenarius</i>	-	-	7	-	-	20	-	85
<i>Periculodes longinarius</i>	10	7	16	-	-	25	-	3
<i>Synchelidium haplocheles</i>	-	-	3	10	-	3	-	3
<i>Pontocrates altamarinus</i>	40	132	-	25	-	-	25	15
<i>Unciola planipes</i>	-	-	3	-	-	-	-	-
<i>Processa parva</i>	-	-	320	-	10	3	-	-
<i>Pontophilus trispinosus</i>	5	()	-	-	-	18	-	-
<i>Thia scutellata</i>	40	()	-	3	-	()	-	()
<i>Macropipus holsatus</i>	-	-	-	3	-	()	-	()
<i>Macropipus marmoratus</i>	-	-	-	-	-	-	-	4
<i>Asterias rubens</i>	40	()	-	-	-	-	-	-
<i>Ophura affinis</i>	300	1634	1573	1573	-	10	95	248
<i>Ophura albida</i>	25	112	-	5	10	-	1581	3341
<i>Echinocyamus pusillus</i>	-	30	50	83	5	3	-	18
<i>Echinocardium caudatum</i>	395	()	3	-	25	50	5	28
<i>Branchiostoma lanceolatum</i>	-	-	3	5	-	-	5	-

SPECIES	M20	M21	M22	M23	M24	M25	M1034	M1050
	190871 (4x) Nm ⁻²	260871 (2x) Nm ⁻²	250871 (4x) Nm ⁻²	250871 (4x) Nm ⁻²	240871 (4x) Nm ⁻²	240871 (4x) Nm ⁻²	290872 (3x) Nm ⁻²	290872 (2x) Nm ⁻²
<i>Donax vittatus</i>	3	5	7	5	3	3	-	-
<i>Macoma balthica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tellina pygmaea</i>	18	423	-	-	-	3	7	-
<i>Tellina fabula</i>	-	5	17	-	-	3	-	-
<i>Abra alba</i>	-	-	-	-	-	-	3	-
<i>Spisula elliptica</i>	28	161	-	30	8	15	70	25
<i>Spisula</i> sp.	-	-	208	-	100	-	3	115
<i>Cultellus pellucidus</i>	-	-	-	-	-	3	3	-
<i>Ensis ensis</i>	-	-	205	-	-	-	-	-
<i>Sphenia binghami</i>	-	5	12	-	-	-	-	-
<i>Gastrosaccus spinifer</i>	-	-	-	-	-	-	-	60
<i>Gastrosaccus spinifer</i>	35	484	18	38	3	3	-	-
<i>Iphinoë triepinosa</i>	-	-	108	228	-	-	-	-
<i>Pseudocuma longicornis</i>	3	1	-	-	-	80	-	-
<i>Pseudocuma similis</i>	8	1	-	-	-	-	-	-
<i>Dicastylis bradyi</i>	13	150	-	3	0,5	5	3	-
<i>Cumacea</i> sp.	3	-	-	-	13	-	7	-
<i>Tanaissius lilljeborgi</i>	-	-	25	4	15	2	-	-
<i>Chetrocratus intermedius</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Megalurotopus agilis</i>	8	5	5	30	8	8	-	-
<i>Melitta obtusata</i>	-	-	-	-	-	38	-	-
<i>Nototropis falcatus</i>	-	-	-	-	-	30	-	-
<i>Nototropis swammerdami</i>	-	45	-	-	-	80	-	-
<i>Tmetonyx similis</i>	-	-	-	-	-	30	-	-
<i>Orchomenella mana</i>	-	-	-	-	-	30	-	-
<i>Amphilocheus marudens</i>	-	-	-	-	-	30	-	-
<i>Stenothoë marina</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Urothoë brevicornis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Bathyporeia elegans</i>	50	63	-	-	-	-	-	-
<i>Bathyporeia guilltamsoni</i>	225	427	10	48	3	10	-	-
<i>Pentaculodes longimanus</i>	360	887	27	127	53	28	-	-
<i>Pentaculodes altamarinus</i>	8	25	56	51	3	43	-	-
<i>Synchelidium haplocheles</i>	3	5	7	-	-	80	-	-
<i>Aora typica</i>	-	2	2	-	-	4	-	-
<i>Micropotopus maculatus</i>	-	5	3	-	-	50	-	-
<i>Uctiola planipes</i>	-	-	-	-	-	50	-	-
<i>Corophium volutator</i>	23	9	-	-	-	-	3	55
<i>Paricambus typicus</i>	-	-	-	-	-	-	3	-
<i>Processa canaliculata</i>	-	-	-	-	-	-	30	-
<i>Processa parva</i>	3	48	-	3	5	23	-	-
<i>Crangon crangon</i>	5	5	-	-	24	-	-	-
<i>Crangon alpinus</i>	3	6	21	-	-	-	-	10
<i>Pontophilus triepinosis</i>	-	-	-	3	-	-	-	-
<i>Macropotopus hololeatus</i>	15	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ophiura affinis</i>	675	9978	-	33	25	338	-	-
<i>Ophiura albida</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Echinochlamys pusillus</i>	83	1879	-	3	-	73	-	-
<i>Spatangus purpureus</i>	-	-	-	15	-	80	-	-
<i>Echinocardium cordatum</i>	40	()	55	()	28	()	-	-
<i>Branchiostoma lanceolatum</i>	-	-	3	10	3	1	-	-

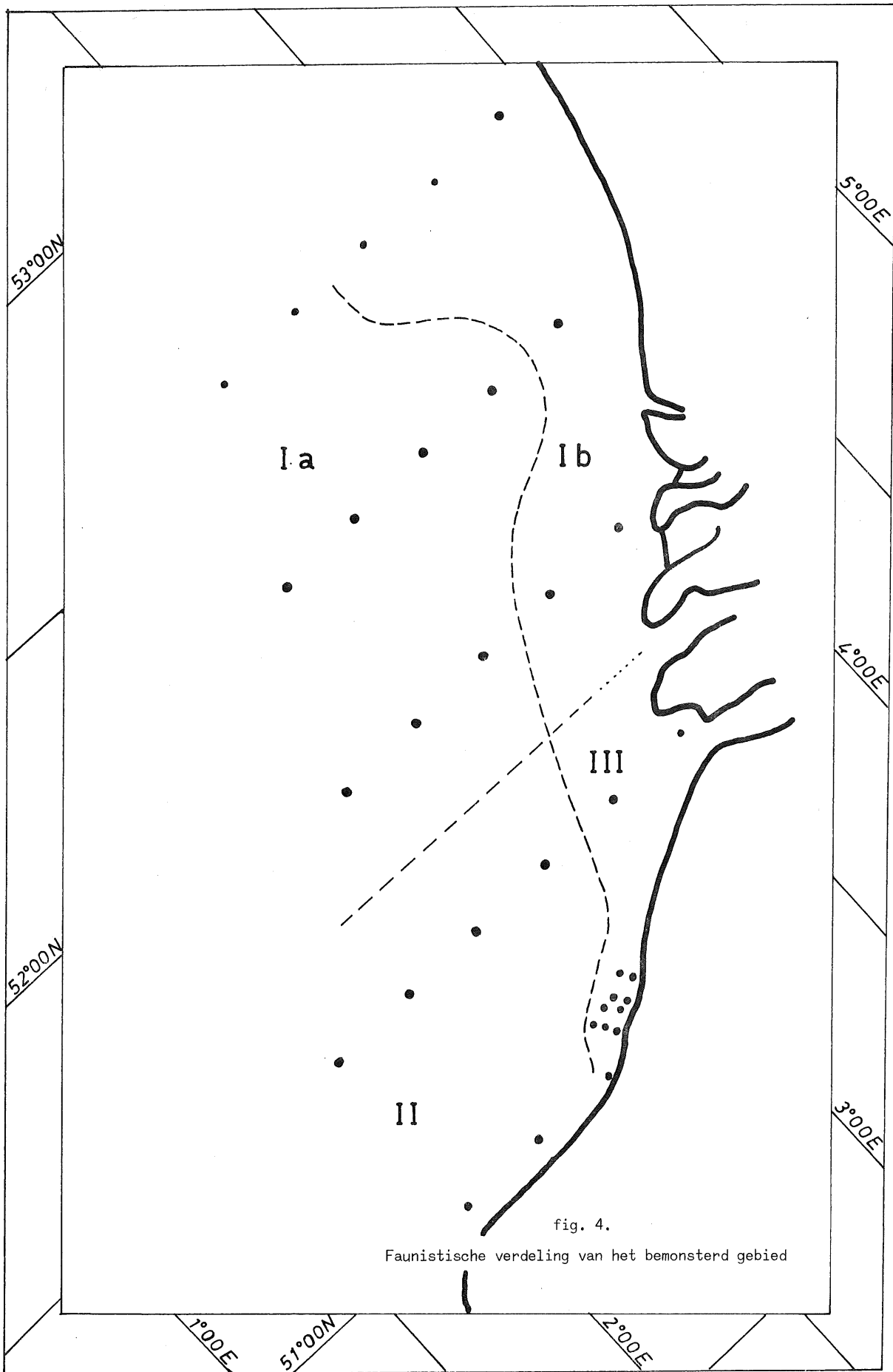


fig. 4.

Faunistische verdeling van het bemonsterd gebied

gallina gemeenschap *sensu* Glemarec (1973). Op 8 van de 9 stations in deze zone is *T. pygmaea* aanwezig met een gemiddelde abundantie van 568 mg W m^{-2} , de laagste densiteiten bij een mediane korrelgrootte berepen tussen 200μ en 275μ . *Echinocyamus pusillus* ontbreekt slechts op punten M18 en M24, gemiddelde densiteit 446 mg W m^{-2} .

Zone Ib : kustzone nauw verwant met III, doch ook grote invloed van Ia. De gemiddeld meest abundantie soorten zijn : *Nephtys cirrosa*, *Spiophanes bombyx*, *Scolelepis bonnierii* en *Gastrosaccus spinifer*. De klassifikatie van Thorson (1957) volgend, lijkt deze zone tot de *Venus gallina* gemeenschap te behoren, met elementen uit de *Abra alba* gemeenschap (o.a. *Eumida sanguinea*, *Harmathoë lunulata*).

In zone II zijn geen specifieke soorten te onderscheiden. Van de karakteristieke soorten van de *Venus gallina* gemeenschap is alleen *Ophelia limacina*, karakteristieke soort 3^{de} orde [Stripp (1969)], aanwezig op alle stations, gemiddeld 1469 mg W m^{-2} . *Tellina pygmaea* ontbreekt op 3 van de 6 stations, slechts op M09 abundant, nl. 3308 mg W m^{-2} . *Echinocyamus pusillus* alleen op punten M07 en M09. *Notomastus latericeus*, aanzien als een karakteristieke soort van 3^{de} orde van *Abra alba* gemeenschap, op stations M08 en M09, abundant op deze laatste met 170 mg W m^{-2} .

De typering van deze zone is dan ook niet duidelijk. Gezien de similariteit met zone Ia en Ib, kan II omschreven worden als een gemengde zone met elementen uit de *Venus gallina* gemeenschap, *Tellina pygmaea-Echinocyamus pusillus* facies en de *Venus gallina* gemeenschap, *sensu* Thorson (1957) en uit de *Abra alba* gemeenschap. Dit laatste geldt voor het station M07 dat onder invloed staat van het Schelde estuarium.

Mogelijk gaat het hier om twee of meer verschillende gemeenschappen, doch op grond van het Treillis-diagram hebben wij gans de zone als één geheel beschouwd.

De laatste zone (III) vertoont nagenoeg geen overeenkomsten met zone Ia of II, wel gedeeltelijk met Ib.

Gemiddeld meest abundantie species : *Nephtys hombergii*, *Abra alba*, *Tellina fabula* en *Pectinaria koreni*. De punten MO1, MO5, MO6, M1034, M1050, Z2, Z5, Z8 en Z9 kunnen aldus gerangschikt worden als behorende tot de *Abra alba* gemeenschap; Z1, Z6 en Z7 tot de *Macoma balthica* gemeenschap of een gemengde gemeenschap *Abra alba-Macoma balthica*; laatstvermelde drie stations zijn monsterplaatsen het dichtst onder de wal gelegen.

5.- Abondantie en biomassa

5.1.- Abondantie

De densiteiten per m^2 (tabel 3) zijn in Ia en Ib nagenoeg gelijklopend; in zone II daarentegen ligt het gemiddelde aanzienlijk lager, wat voornamelijk te verklaren is door het geringe aantal Polychaeta in dit gebied. De *Abra alba* en *Macoma balthica* gemeenschap (zone III) vertoont wel enorme verschillen onderling wat aantallen betreft; een gedeeltelijke verklaring ligt in het feit dat de Z-stalen vroeger op het jaar werden genomen dan de M-stalen, doch de aantallen van de *Macoma balthica* stations blijken op andere tijdstippen niet noemenswaardig af te wijken van vermelde waarden.

In vergelijking met andere gebieden en auteurs (tabel 4a-c) blijken onze aantallen ruim het tienvoud te bedragen. Dit is ons inziens te wijten aan de verwerking van het ruw materiaal; bij zeven van gefixeerde monsters op een zeef met ronde openingen (wat hier het geval is) blijft meer materiaal liggen dan bij het zeven van levend materiaal (waarbij de polychaeten zich actief door de zeefopeningen bewegen).

Vermelden we nog dat vermelde aantallen alle organismen omvatten, met inbegrip van zeer kleine interstitiële vormen. Deze laatste werden aldus niet zuiver kwantitatief bemonsterd, maar aangezien dezelfde

Tabel 3

Aantal, biomassa (vers gewicht per m²) en diversiteitsindex [Shannon & Weaver (1963)]
 De stations in de respectievelijke zones werden gerangschikt naar dalende biomassa.

		Aantal (n/m ²)	Biomassa (mg/m ²)	Diversiteitsindex Mean ± st. error
Ia	M14	5465	28037	3,61 ± 0,12
	M20	4039	22737	3,53 ± 0,11
	M13	3345	21702	3,49 ± 0,23
	M15	4054	19695	3,49 ± 0,18
	M19	3058	18607	3,12 ± 0,24
	M17	1054	14443	3,32 ± 0,26
	M18	1092	10000	3,51 ± 0,16
	M25	1284	9194	4,23 ± 0,16
	M24	1025	8540	3,11 ± 0,16
Ib	M21	1735	27848	3,16 ± 0,17
	M12	4595	22464	3,71 ± 0,29
	M16	1025	17670	3,83 ± 0,08
	M11	2578	9987	3,07 ± 0,22
	M22	529	8645	3,04 ± 0,18
	M23	1388	8122	3,11 ± 0,18
II	M09	1795	9294	3,57 ± 0,10
	M07	981	7543	3,37 ± 0,28
	M02	595	7313	2,72 ± 0,14
	M08	750	7121	2,92 ± 0,19
	M04	210	6764	2,33 ± 0,29
	M10	829	4110	2,86 ± 0,28
III	M01	4075	144896	3,31 ± 0,01
	M05	6040	128586	2,39 ± 0,61
	M1050	1970	31376	3,00 ± 0,71
	Z2	552	15731	2,63 ± 0,15
	Z7	222	10513	2,90 ± 0,22
	M1034	4364	8702	2,06 ± 0,60
	Z9	310	7844	3,11 ± 0,26
	Z8	735	7119	3,22 ± 0,14
	M06	1700	6271	3,01 ± 0,10
	Z1	105	2788	2,37 ± 0,33
	Z6	273	2630	2,57 ± 0,26
	Z5	305	2485	2,78 ± 0,37

Tabel 4a

Aantal en vers gewicht per m² van het macrobenthos in het Europees gebied
Macoma balthica-gemeenschap.

Onderzoekingsgebied Sediment Auteur	Aantal (n/m ²)	Biomassa (g/m ²)	Gewicht grote niet inbegrepen soorten
Duitse Bocht (arm gebied) Zand + weinig slib Hagmeier (1923)	58	6,94	
Duitse Bocht (rijk gebied) Zand + weinig slib Hagmeier (1923)	358	18,88	11,9 <i>Echinocardium cordatum</i>
Elbe-monding Fijne slib Caspers (1954)	1390		37210 ex. <i>Cardium edule</i>
Oslofjord, Drøbak Zwart zand + <i>Zostera</i> Petersen (1915)	20	4,8	
Ringkøbing-Fjord, Hvide Sande Zand Petersen (1918)	76	41,2	106,4 <i>Mya arenaria</i> 46,4 <i>Cardium edule</i>
Helgoländer Bucht Zand Stripp (1969)	370	12,95	
Helgoländer Bucht Slib-zand Stripp (1969)	4110	98,70	
Askö-Landsort (N-Baltic) Zand tot slib Ankar & Elmgren (1975)	3500	140,0	
Belgische kust Fijne zand + slib Deze studie	200	5,31	<i>Echinocardium cordatum</i>

methode voor alle monsters werd toegepast, is een vergelijking van de aantallen dezer organismen tussen de verschillende stalen onderling wel mogelijk.

5.2.- Biomassa

De biomassa (tabel 3) is uitgedrukt als vers gewicht (W), de schelp bij de bivalven meegerekend. In de berekeningen werden alle specimens van *Echinocardium cordatum*, evenals de nemertinen en enkele zeldzaam grote Polychaeta en bivalven weggelaten.

Tabel 4b

Aantal en vers gewicht per m² van het macrobenthos in het Europees gebied
Abra alba-gemeenschap.

Onderzoekingsgebied Sediment Auteur	Aantal (n/m ²)	Biomassa (g/m ²)	Gewicht grote niet inbegrepen soorten
Helgoländer Bucht Zand + slib Hagmeier (1923)	700	75,50	11,6 <i>Echinocardium</i> 18,4 <i>Aphrodite aculeata</i>
W-Lichtschip Elbe I Zand - slib Caspers (1954)	870		
Lichtschip Elbe I H ₂ S - slib Caspers (1954)	1440		30200 ex. <i>Hydrobia ulvae</i>
Z-Noordzee (Sylt) Zwart zand Blegvad (1922)	145	18,5	12,0 <i>Spisula subtruncata</i>
Grote Belt (Elefantengrund) Detritus + zand Petersen (1918)	232	47,6	50,8 <i>Astarte borealis</i> & <i>Astarte banksii</i>
Oslofjord (Drøbak, Gyttja) Petersen (1915)	190	41,4	46,4 <i>Psammechinus miliaris</i> & 28,2 <i>Asterias rubens</i>
Helgoländer Bucht Slib Stripp (1969)	1615	43,75	
Kieler Bucht Arntz (1971)		87,5	<i>Cyprina islandica</i>
Belgische kustzone (III) Fijn zand + slib Deze studie	2228	39,22	<i>Echinocardium cordatum</i> , nemertinen

Gemiddeld gewicht.m⁻² in Ia en Ib respectievelijk 16,9 g W m⁻² en 15,7 g W, niet significant verschillend, in II echter met 7,0 g W aanzienlijk lager. Nagenoeg 30 % van het vers gewicht in Ia is afkomstig van Echinodermata (*Echinocyamus pusillus* en *Ophiura affinis*) en 60 % van Polychaeta, terwijl in Ib 90 % van het vers gewicht gevormd wordt door Polychaeta alleen (*Echinocyamus pusillus* en *Ophiura affinis* komen enkel nog sporadisch voor).

In faunagroep II schommelt het aandeel van de Polychaeta in de totale biomassa tussen 30,1 en 97,5 %.

Tabel 4c

Aantal en vers gewicht per m² van het macrobenthos in het Europees gebied
Venus gallina-gemeenschap.

Onderzoekingsgebied Sediment Auteur	Aantal (n/m ²)	Biomassa (g/m ²)	Gewicht grote niet inbegrepen soorten
Duitse Bocht Fijn en grof zand Hagmeier (1923)	116	14,98	13,2 <i>Echinocardium cordatum</i>
N Borkum en NNW Eemsmonding Zand Hagmeier (1923)	173	8,60	16,5 <i>Echinocardium cordatum</i>
Z-Noordzee Zuiver grof zand Blegvad (1922)	90	10,1	
Kattegat, ZO Muldbjergene Zand + weinig detritus Petersen (1918)	284	26,00	312,8 <i>Echinocardium cordatum</i> & 57,6 <i>Cyprina islandica</i>
Oslofjord (Z-Drøbak) Zwart zand Petersen (1915)	86	17,8	
Oslofjord (Z-Drøbak) Zwart, fijn zand Petersen (1915)	58	18,1	47,0 <i>Echinocardium cordatum</i>
Helgoländer Bucht Grof zand Stripp (1969)	315	18,30	
Helgoländer Bucht Gemiddeld zand Stripp (1969)	690	16,25	
Z-Noordzee (Ia) Gemiddeld zand Deze studie	2713	16,99	<i>Echinocardium cordatum</i> & nemertinen
Z-Noordzee (Ib) Gemiddeld zand Deze studie	1975	15,79	<i>Idem</i>
Z-Noordzee (II) Gemiddeld zand Deze studie	860	7,02	<i>Idem</i>

De kustzone III tenslotte geeft de meest extreme waarden : W varieert van 2,5 g m⁻² tot 144,9 g m⁻². De *Abra alba* gemeenschap vertoont een gemiddelde van 39,2 g m⁻², de *Macoma balthica* gemeenschap een veel lagere waarde : 5,3 g m⁻². Zoals blijkt uit tabel 5 is het overwicht in de biomassa gelegen bij de bivalven (gemiddeld 45 % van het totaal in de *Abra alba*- en 90 % in de *Macoma balthica* gemeenschap).

Tabel 5

Verhouding van de systematische groepen naar biomassa (vers gewicht)

		Polychaeta	Gastropoda	Bivalven	Mysidacea	Cumacea	Amphipoda	Decapoda	Echinodermata
I a	M13	54,8	1,7	3,7	1,5	0,1	1,4	-	36,8
	M14	38,0	1,0	6,7	0,5	0,3	1,6	1,1	50,7
	M15	28,5	1,2	16,9	2,1	0,2	0,7	-	47,7
	M17	96,5	0,6	0,1	-	0,1	1,8	0,1	0,5
	M18	75,5	0,3	3,0	3,7	-	1,6	-	15,8
	M19	72,7	0,3	0,3	1,2	-	5,2	0,1	20,3
	M20	35,5	0,1	2,8	2,1	0,7	6,2	0,4	52,1
	M24	88,9	4,1	1,2	-	0,2	1,4	1,3	4,0
	M25	56,1	0,6	1,1	0,5	3,4	3,3	5,2	29,9
I b	M11	92,7	-	0,9	5,2	0,1	0,9	0,2	-
	M12	82,1	-	0,7	5,0	0,2	4,1	-	7,8
	M16	87,5	0,6	0,1	1,3	0,1	0,9	0,6	8,9
	M21	97,8	-	0,7	0,1	-	1,2	0,1	-
	M22	92,5	-	4,8	1,2	-	1,1	-	-
	M23	84,0	-	3,7	2,8	0,2	2,5	1,7	4,9
II	M02	97,5	-	0,8	0,4	-	1,0	-	-
	M04	95,6	-	4,3	-	-	-	-	-
	M07	63,6	-	0,5	6,5	-	1,1	-	28,4
	M08	91,6	-	1,0	0,7	-	-	-	6,5
	M09	51,3	-	39,4	-	-	-	-	0,3
	M10	30,1	3,2	2,6	6,8	-	4,3	-	52,2
III	M01	7,6	-	92,3	-	-	-	-	-
	M05	56,4	-	42,8	-	-	-	-	-
	M06	61,5	-	32,7	-	4,2	0,2	-	1,2
	M1034	94,7	-	5,1	-	0,1	0,1	-	-
	M1050	42,0	-	57,5	-	-	0,3	0,2	-
	Z1	9,1	-	89,6	-	1,3	-	-	-
	Z2	47,9	-	50,3	-	-	1,8	-	-
	Z5	84,8	-	14,7	-	0,1	0,4	-	-
	Z6	5,1	-	86,0	-	2,1	0,8	1,9	4,1
	Z7	64,0	-	32,9	-	-	0,1	-	3,1
	Z8	8,2	-	89,3	-	0,9	1,3	-	-
Z9	70,3	-	29,4	-	0,1	0,1	-	-	

Vergeleken met andere localiteiten (tabel 4a) is de gevonden *Macoma balthica* zone arm te noemen.

5.3.- Jaarlijkse fluctuatie in aantal en biomassa

Van punten M16 en M20 werden respectievelijk over de periode 10-10-1973 tot en met 10-7-1975 en van 11-1-1972 tot en met 12-7-1975 de aantallen en biomassa van de meest representatieve soorten beschouwd (tabellen 6 en 7). Deze species zijn *Eteone longa*, *Nephtys cirrosa*, *Spiophanes bombyx* en *Scolelepis bonnierii* voor M16, samen 80 % uitmakend van de totale biomassa; voor M20 : *Nephtys cirrosa*, *Glycera capitata*, *Spio filicornis* en *Spiophanes bombyx*, samen 60 % van de biomassa (*Ophiura affinis* - een langzaam groeiende species - buiten beschouwing gelaten).

Tabel 6

Aantal- en biomassafluctuatie der voornaamste soorten van M 16

M 16	Aantal stalen	<i>Eteone longa</i>		<i>Nephtys cirrosa</i>		<i>Spiophanes bombyx</i>		<i>Scolelepis bonnierii</i>		Totaal	
		$\bar{N}.m^{-2}$	$\bar{W}.m^{-2}$	$\bar{N}.m^{-2}$	$\bar{W}.m^{-2}$	$\bar{N}.m^{-2}$	$\bar{W}.m^{-2}$	$\bar{N}.m^{-2}$	$\bar{W}.m^{-2}$	$\bar{N}.m^{-2}$	$\bar{W}.m^{-2}$
10-10-73	3	105	228	347	1505	1025	9169	13	739	1490	11641
18-04-74	6	96	31	388	2131	695	1776	13	398	1192	4336
30-05-74	6	366	159	215	3977	70	507	18	29	669	4972
18-07-74	4	287	141	222	3280	70	131	47	877	626	4429
18-09-74	5	142	95	126	1949	12	48	18	562	298	2654
03-12-74	3	36	20	40	625	16	98	3	170	95	913
08-01-75	5	114	60	182	3835	6	27	8	177	310	4099
06-02-75	4	82	41	192	2363	10	73	20	1387	304	3864
29-04-75	5	50	34	122	3220	74	62	10	591	256	3907
17-06-75	4	157	42	197	3842	160	35	25	1104	539	5023
10-07-75	7	664	333	207	4141	86	22	77	1051	1034	5547

Tabel 7

Aantal- en biomassafluctuatie der voornaamste soorten van M20

M 20	Aantal stalen	Nephtys cirrosa		Glycera capitata		Spio filicornis		Spiophanes bombyx		Totaal	
		$\bar{N}.m^{-2}$	$\bar{W}.m^{-2}$	$\bar{N}.m^{-2}$	$\bar{W}.m^{-2}$	$\bar{N}.m^{-2}$	$\bar{W}.m^{-2}$	$\bar{N}.m^{-2}$	$\bar{W}.m^{-2}$	$\bar{N}.m^{-2}$	$\bar{W}.m^{-2}$
11-01-72	5	44	568	42	94	4	26	68	158	158	846
05-07-72	5	22	669	140	145	234	796	392	953	788	2563
03-05-73	4	80	1289	42	269	365	196	7	33	494	1787
04-10-73	4	44	1434	27	123	92	261	57	274	220	2092
01-05-74	5	40	1500	34	232	6	3	24	136	104	1871
18-07-74	5	38	1236	24	140	92	288	8	30	162	1694
18-09-74	4	40	536	18	51	2	9	7	23	67	646
21-11-74	5	22	1045	2	203	16	45	13	30	53	1323
09-01-75	5	40	766	36	183	20	58	8	40	104	1047
06-02-75	5	44	593	26	95	12	27	30	87	112	802
28-04-75	5	26	83	8	36	20	10	76	93	130	222
17-06-75	4	83	582	55	748	72	303	225	264	435	1897
12-07-75	7	79	665	57	589	36	130	130	345	302	1729

5.3.1.- Aantalsfluctuatie

Eteone longa (M16) : hoogste densiteiten in de maanden mei-juli, met max. in juli (10-7-1975 : $664 m^{-2}$). Deze hoge aantallen zijn te wijten aan het grote aantal jonge individuen. Laagste densiteit tijdens de wintermaanden (3-12-1974 : $36 m^{-2}$). Verhouding zomer (mei-oktober)/ winter (november-april) : $\frac{3,8}{1}$.

Nephtys cirrosa (M16 en M20), volgt dezelfde trend als *Eteone longa*, doch de verschillen tussen zomer- en winterstalen zijn minder uitgesproken.

$$M16 : \frac{\text{zomer}}{\text{winter}} = \frac{1,2}{1} ,$$

$$M20 : \frac{\text{zomer}}{\text{winter}} = \frac{1,5}{1} .$$

Glycera capitata 5M20) : Hoogste densiteit in juni-juli (uitgenomen voor het jaar 1974), maximum : 140 m^{-2} (5-7-1972) en 57 (12-7-1975).

$$\text{Verhouding } \frac{\text{zomer}}{\text{winter}} = \frac{2,1}{1} .$$

Spio filicornis (M20) : maximum : mei-juli (jonge stadia in het macrobenthos); zomer-winter verhouding = $\frac{7,8}{1}$.

Spiophanes bombyx (M16 en M20) : zelfde trend als voor *Spio filicornis*. De monsternamen van 10-10-1973 en 18-4-1974 (M16) vertonen een opmerkelijk hoger aantal dan de volgende jaren. Zomer-winter verhouding, $\frac{3,0}{1}$ (M16, resultaten van 10-10-1973 en 18-4-1974 buiten beschouwing gelaten) en $\frac{2,7}{1}$ (M20).

Scolelepis bonnierii (M16) : maximum in juli (18-7-1974 : 47 m^{-2} ; 10-7-1975 : 77 m^{-2}); zomer-winter verhouding = $\frac{3,0}{1}$. Stripp (1969) vermeldt voor de seizoenale fluctuatie van het macrobenthos in de Helgoländer Bucht een gemiddelde verhouding van 1,5 op 1 wat betreft het aantal individuen in de zomerstalen (mei-november) t.o.v. van de winterstalen (december-april).

5.3.2.- Biomassafluctuatie

Eteone longa (M16) : maximum in juli-oktober;

$$\frac{\text{zomerbiomassa}}{\text{winterbiomassa}} = \frac{4,5}{1} .$$

Standing crop van juli-september tot de gemiddelde jaarlijkse biomassa (periode 30-5-1974 tot 29-4-1975), $\frac{1,5}{1}$.

Nephtys cirrosa (M16 en M20) : de verspreiding van de biomassa in de tijd volgt niet de trend van de aantallen. De biomassa is tijdens de winterperiode weinig lager, soms hoger dan die in de zomer. Verhouding zomer-winterwaarden, $\frac{1,2}{1}$ (M16) en $\frac{1,5}{1}$ (M20). Biomassa juli-september tot gemiddelde jaarlijkse biomassa, $\frac{1}{1}$ (M16, periode 30-5-1974 tot 29-4-1975) en $\frac{1}{1}$ (M20, periode 1-5-1974 tot 28-4-75).

Glycera capitata (M20) : zomer-winter, $\frac{2,3}{1}$; biomassa juli-september t.o.v. jaargemiddelde, $\frac{1}{1}$.

Spio filicornis (M20) : uitgesproken maxima in juni en juli; zomer-winterbiomassa, $\frac{7,4}{1}$. De waarden van de maanden juni-juli bedragen 2,4 maal de gemiddelde biomassa op jaarbasis (periode 1-5-1974 tot 29-4-1975).

Spiophanes bombyx (M16 en M20) : de verhouding zomer-winterwaarden voor M20, $\frac{3,1}{1}$. Een vergelijking met het jaargemiddelde is noch op punt M16 noch op M20 verantwoord, gezien het onstabiel karakter van de populatie.

Scolelepis bonnieri (M16) : zomer-winterverhouding, $\frac{1,3}{1}$; zomerbiomassa tot jaargemiddelde, $\frac{1,3}{1}$.

De seizoenale fluctuatie van de vier species samen geven volgend beeld : aantalsfluctuatie zomer/winter, $\frac{1,8}{1}$ (M16), $\frac{2,8}{1}$ (M20); biomassa fluctuatie zomer/winter, $\frac{1,7}{1}$ (M16), $\frac{2,1}{1}$ (M20); biomassa periode juli-september t.o.v. jaargemiddelde, $\frac{1}{1}$ (M16) en $\frac{1}{1}$ (M20).

In de Helgoländer Bucht (*Abra alba* gemeenschap) varieert de biomassa gelijklopend met de aantallen, zomer-winterverhouding gemiddeld $\frac{1,4}{1}$ [Stripp (1969)]. Waar de individuen-aantallen hun maximum in juli bereiken valt de grootste biomassa eerst in september en oktober. Arntz (1971) vond voor lang levende organismen, zoals *Astarte* sp., *Macoma* sp. en *Nephtys hombergii*, geen seizoenale variatie. De biomassa van de macrobenthische fauna in het nederlandse waddengebied vertoont een regelmatige fluctuatie : maximaal tijdens juli-september, minimaal in december-maart, zomerbiomassa 125 à 175 % van het jaargemiddelde [Beukema (1974)].

6.- Productie

In de literatuur zijn slechts enkele schaarse gegevens omtrent de productie van het macrobenthos gekend. Sanders (1956) berekende de productie van *Nephtys incisa* op 2,1 maal de gemiddelde jaarbiomassa, in

de *Nephtys incisa*-*Yoldia limatula* gemeenschap van Long Island Sound. Als gemiddelde $\frac{P}{B}$ waarde voor lang levende organismen werd 2,1 aangenomen, voor kort levende met 2 generaties per jaar, de verhouding 5.

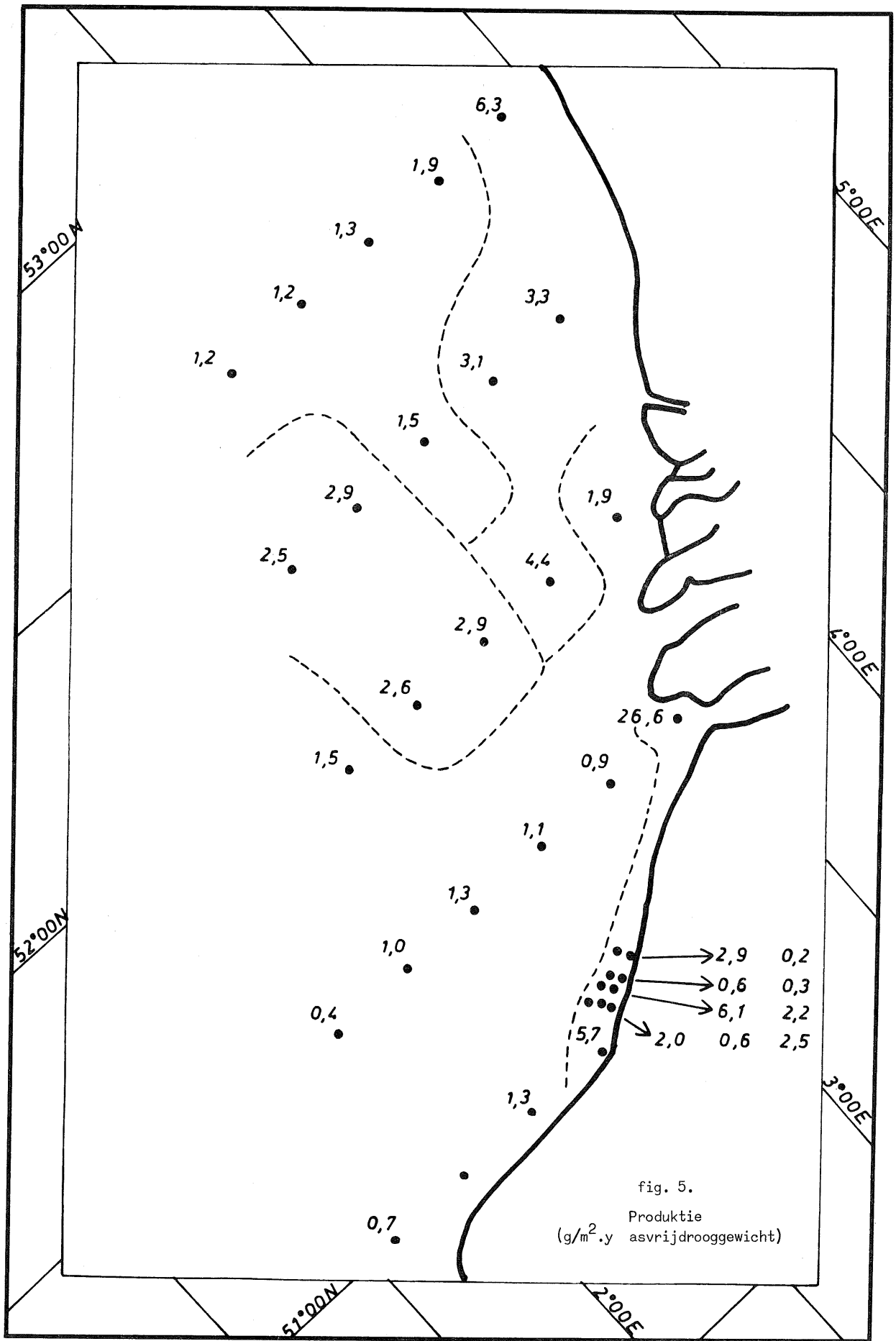
Arntz (1971), uitgaande van het verschil tussen minimum en maximum biomassa komt tot een $\frac{P}{B}$ ratio van 1,7 voor *Abra alba*, 2 voor *Gastrosaccus spinifer*, 3 voor *Pectinaria koreni* en 0,8 voor *Ophiura albidula*. Golikov en Scarlato (1970) vinden een verhouding van 0,55 voor *Spisula sachalinensis* aan de westkust van de zee van Japan.

In het kader van een uitgebreid benthisch onderzoek aan de kust van Northumberland werd door Buchanan en Warwick (1974) een benadering van de totale produktie van de aanwezige gemeenschap gegeven. Uit deze gegevens kunnen we de $\frac{P}{B}$ verhoudingen afleiden; deze bedragen respectievelijk voor *Heteromastus filiformis* 1,0; *Spiophanes kroyeri* 1,4; *Glycera rouxi* 0,4; *Lumbrineris fragilis* 1,3; *Chaetozone setosa* 1,3 en *Abra nitida* 1,8. Voor de *Macoma balthica* gemeenschap geven Warwick en Price (1975) volgende cijfers: o.a. *Nephtys hombergii* 1,9 en *Macoma balthica* 0,9.

De produktie van *Pectinaria hyperborea* bedraagt naar Peer (1970) 4,3 à 4,6 maal de gemiddelde jaarlijkse biomassa.

Voor de berekening van de infauna-produktie in de zuidelijke Noordzee hebben we ons voornamelijk gebaseerd op de cijfers van Buchanan en Warwick (1974) en Warwick en Price (1975); aldus werden volgende $\frac{P}{B}$ waarden verwerkt: *Nephtys hombergii* en *Nephtys cirrosa* 1,9; *Pectinaria koreni* 4; overige Polychaeta 1,3; Crustacea 3,5 - gemiddelde uit 5 [Sanders (1956)] en 2 [Arntz (1971)] - *Abra alba* 1,7; *Macoma balthica* 0,9; *Spisula* spp. 0,5.

Een waarde voor *Tellina fabula*, *Tellina tenuis* en *Tellina pygmaea* werd in de literatuur niet teruggevonden, daar het organismen zijn die slechts tijdens de eerste levensjaren een snelle groei vertonen, zoals *Macoma balthica*, werd ook hier de factor 0,9 weerhouden. Overige bivalven (meestal langlevende species): 0,5. Echinodermata 0,8 [Arntz



(1971) voor *Ophiura albida*], alhoewel deze waarde ons hoog toeschijnt voor een zeer traag groeiend organisme.

De gegeven biomassa's (tabellen 2 en 3) zijn hier uitgedrukt als vers gewicht; voor produktiestudies in het echter wenselijk met organisch C-gehaltes (asvrij drooggewichten) te werken. Daarom werd een conversiefactor ingevoerd, die bedraagt respectievelijk voor Polychaeta 0,133 ; Crustacea 0,150 ; bivalven 0,055 ; Ophiuroidea 0,122 en Echinoidea 0,033 [naar Lie (1968)] (fig. 5). Rekening houdend met de verhouding zomer-gemiddelde jaarbiomassa (af. biomassa fluctuaties) werden volgende produktiecijfers berekend (asvrij drooggewicht) : zone Ia : $2,20 \text{ g m}^{-2} \text{ y}^{-1}$; zone Ib, $3,22 \text{ g m}^{-2} \text{ y}^{-1}$; zone II, $0,99 \text{ g m}^{-2} \text{ y}^{-1}$ en zone III, $4,25 \text{ g m}^{-2} \text{ y}^{-1}$.

De produktie in Ia, Ib en II vertoont weinig variatie, in tegenstelling tot III waar de waarden uiteenlopen van $0,2 \text{ g}$ tot $26,5 \text{ g m}^{-2} \text{ y}^{-1}$ (fig. 5). De laagste cijfers zijn te situeren onder de wal (Z1 en Z6, respectievelijk $0,2$ en $0,3 \text{ g m}^{-2} \text{ y}^{-1}$), de hoogste in M01, M1050 en M05, respectievelijk $5,8$, $6,1$ en $26,5 \text{ g m}^{-2} \text{ y}^{-1}$, waar *Abra alba* en *Pectinaria koreni* abundant zijn.

Als voornaamste soorten in de totale produktie dienen we *Nephtys cirrosa* en *Nephtys hombergii* te vermelden; de eerste soort draagt voor respectievelijk 45% , 70% en 38% bij in de totale produktie van Ia, Ib en II, het aandeel van de tweede soort bedraagt 38% in III. De verhouding produktie-gemiddelde biomassa is in de twee "kustgebieden" (Ib, $1,8$ en III, $1,9$) iets hoger dan in de twee overige zones (Ia, $1,5$ en II, $1,5$). Ook de gemiddelde produktie ($3,2$ en $4,2 \text{ g m}^{-2} \text{ y}^{-1}$) is in Ib en III hoger, wat het vermoeden bevestigt dat de kustgebieden produktiever zijn.

Gegevens over totale benthische produktie (partim macrobenthos) uit andere gebieden zijn zeldzaam. Sanders (1956) meldt een gemiddelde van $29,6 \text{ g m}^{-2} \text{ y}^{-1}$ in de *Nephtys incisa*-*Yoldia limatula* gemeenschap, Buchanan en Warwick (1974) $1,74 \text{ g}$ voor de *Brissopsis lyrifera*-*Amphiura*

chiajei gemeenschap en Warwick en Price (1975), 13,2 g voor een litorale *Macoma balthica* gemeenschap. De waarden bekomen in de studie van de zuidelijke Noordzee zijn dus van eenzelfde grootte-orde.

7.- Het macrobenthos in de trofische keten (fig. 6 - 9)

7.1.- Belangrijkste species van infauna en epifauna en hun voedingswijze (tabel 8)

Harmathoë lunulata (DELLE CHIAJE, 1841)

Leeft als commensaal met andere polychaeten, zoals *Lanice conchilega*, *Neoamphitrite figulus*, *Polycirrus aurantiacus* en andere Terebellidae. Verspreiding van deze soort is in de zuidelijke Noordzee verbonden met het voorkomen van *Lanice conchilega*.

Pholoë minuta (FABRICIUS, 1780)

Aangenomen wordt dat deze species een carnivoor is [Hartmann-Schröder (1971)]. Vrij algemeen in de Noordzee verspreid op zachte bodems, bestaande uit kleiig zand en slib-zand. *Pholoë minuta* is in zone III het meest talrijk op punt MO5, met slibgehalte 42,4 % en 1,54 % organische C.

Eteone longa (FABRICIUS, 1780)

Michaelis (1971) vermeldt *Eteone longa* als carnivoor, predaterend op *Scolelepis squamata*; volgens Khlebovich (1959) voedt de soort zich nagenoeg uitsluitend met *Spio filicornis*. In het Deltagebied bestaat het voedsel waarschijnlijk ook uit andere spioniden [Wolff (1973)]. Aan de hand van darminhoudten konden we volgende dieren als prooidieren noteren : *Spio filicornis*, *Heteromastus filiformis* en *Spiophanes bombyx*; diatomeeën werden eveneens aangetroffen. *Eteone longa* prefereert fijn en slib-zand, is minder algemeen in gemiddeld zand; in het Deltagebied wel aanwezig in slib [Wolff (1973)]. Volgens Smidt (1951), Muus (1967) en

Tabel 8

Verhouding van de trofische groepen naar biomassa (vers gewicht)

		Suspension feeders	Non-selective deposit-feeders	Selective deposit-feeders	Predators	Omnivores	Food unknown
I a	M13	0,7	0,2	17,5	7,0	69,0	5,6
	M14	2,3	0,9	24,9	6,4	64,4	1,1
	M15	7,0	1,3	32,2	5,8	52,7	1,0
	M17	0,2	3,0	13,0	12,0	71,0	0,8
	M18	1,0	6,4	25,2	21,1	45,5	0,8
	M19	0,5	0,9	34,8	4,7	58,0	1,1
	M20	0,9	5,0	10,4	20,2	53,9	9,6
	M24	1,2	0,4	30,7	29,8	37,9	-
	M25	1,0	1,9	24,9	19,2	45,1	7,9
	Mean	1,6	2,2	23,7	14,0	55,3	
I b	M11	0,9	5,0	10,4	20,2	53,9	9,6
	M12	1,3	5,7	14,4	15,1	62,1	1,4
	M16	0,1	3,9	6,8	26,4	61,4	1,4
	M21	0,7	-	18,8	8,8	71,2	0,5
	M22	5,1	0,4	6,4	9,2	78,4	0,5
	M23	3,7	4,1	41,3	4,2	45,2	1,5
	Mean	1,9	3,2	16,3	13,9	62,0	
II	M02	0,8	50,6	2,6	0,6	45,2	0,2
	M04	4,3	94,6	0,5	0,1	0,5	-
	M07	0,5	32,0	7,7	3,9	52,1	3,8
	M08	0,9	1,1	8,2	34,5	52,3	3,0
	M09	3,8	3,2	45,9	15,6	30,1	1,4
	M10	6,9	14,9	5,3	9,6	62,9	0,4
	Mean	2,9	32,7	11,7	10,7	40,5	
III	M01	52,6	0,1	42,1	0,8	4,4	-
	M05	3,7	2,0	75,6	0,9	11,5	6,3
	M06	1,4	9,3	54,5	0,3	31,4	3,1
	M1034	1,3	1,1	76,4	6,2	14,6	0,4
	M1050	4,1	0,5	94,0	0,7	0,3	0,4
	Z1	1,4	0,3	88,2	-	8,8	1,3
	Z2	11,7	-	41,2	-	47,0	0,1
	Z5	7,6	0,6	11,8	0,2	79,2	0,6
	Z6	1,5	-	87,4	1,9	7,1	2,1
	Z7	1,6	-	32,5	-	65,7	0,2
	Z8	1,4	-	89,7	1,4	5,5	2,0
	Z9	0,7	0,8	30,2	0,3	67,6	0,4
Mean	7,4	1,2	60,3	1,1	28,6		

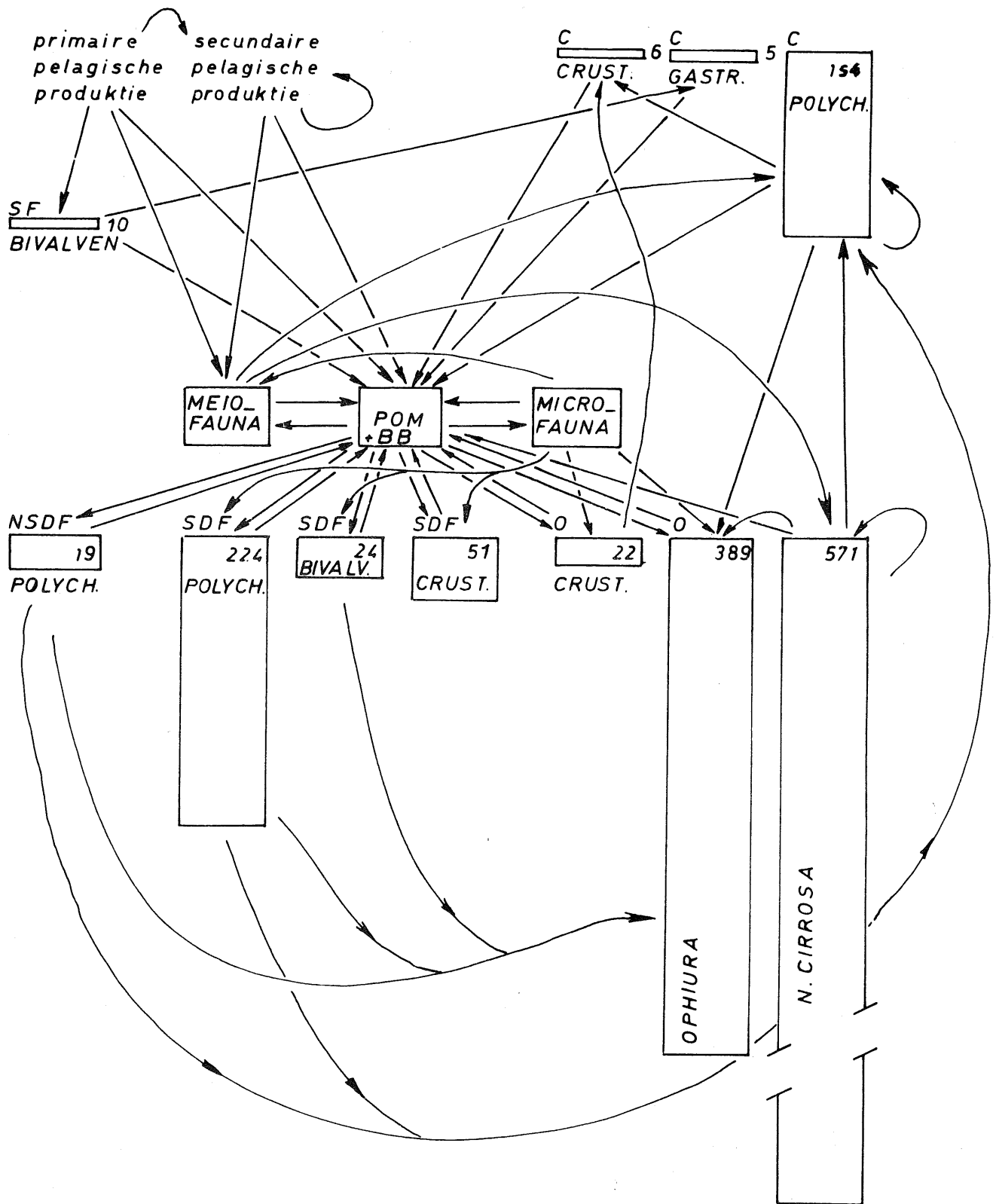


fig. 6.

Major feeding pathways in zone Ia

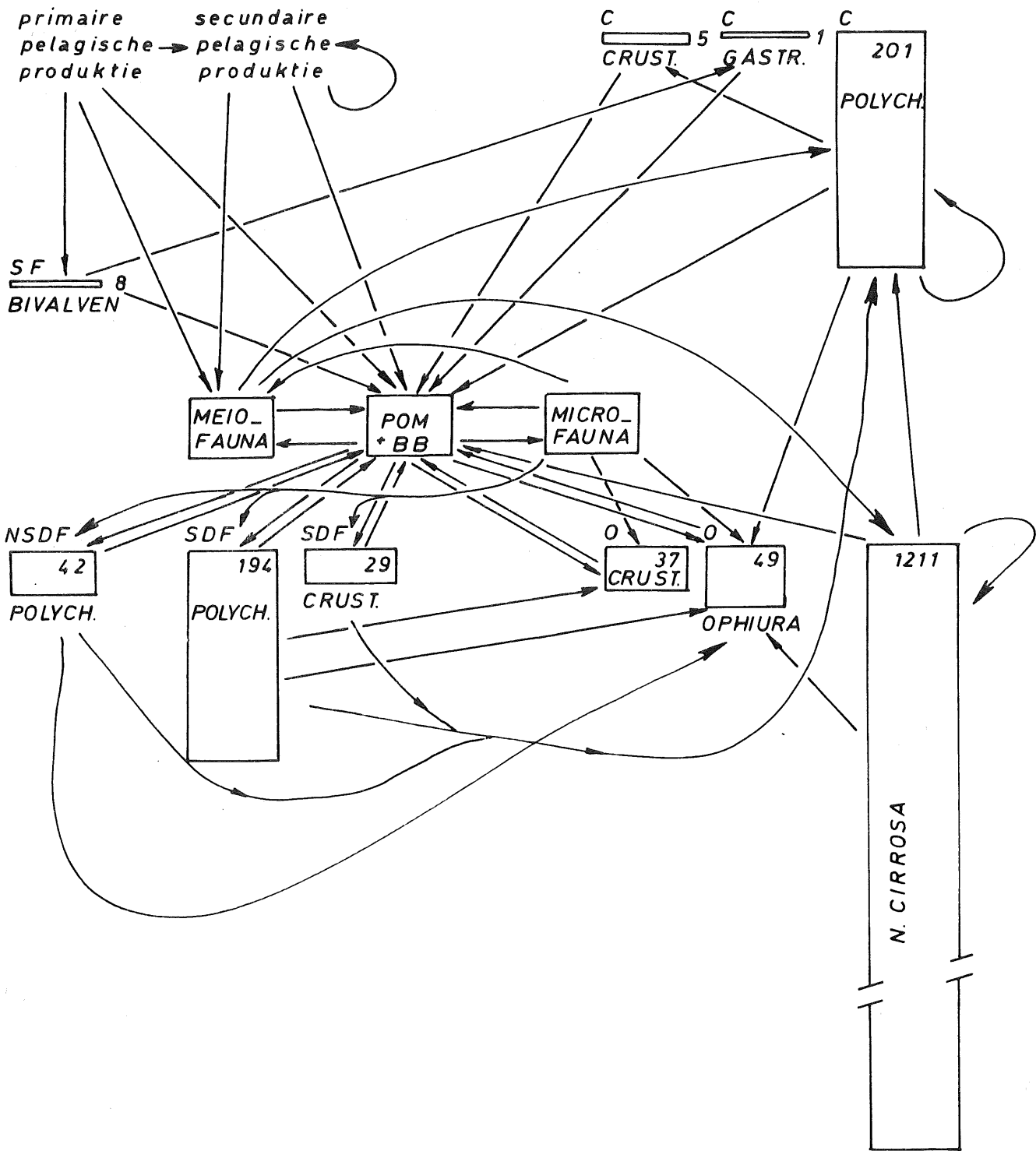


fig. 7.

Major feeding pathways in zone Ib

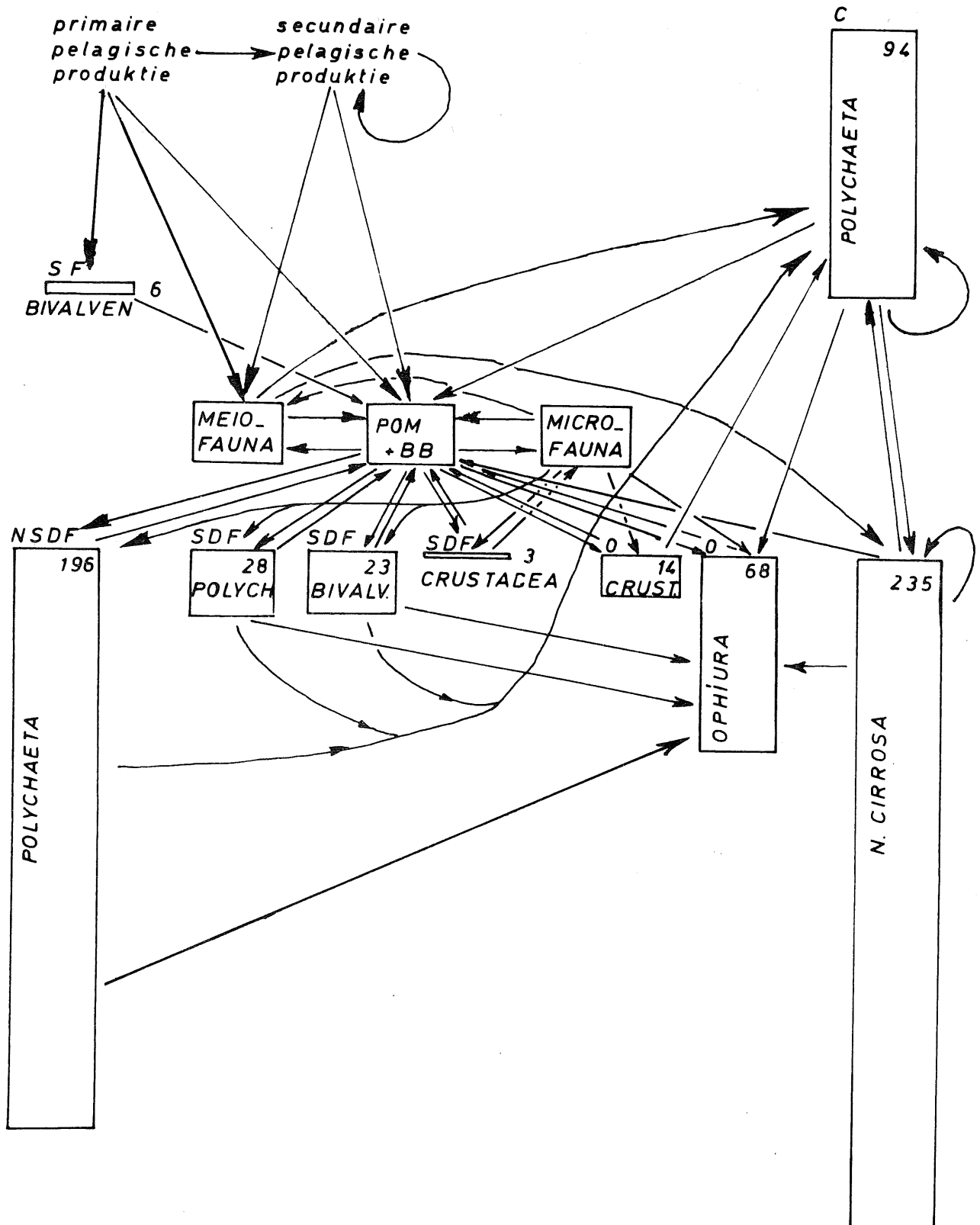


fig. 8.

Major feeding pathways in zone II

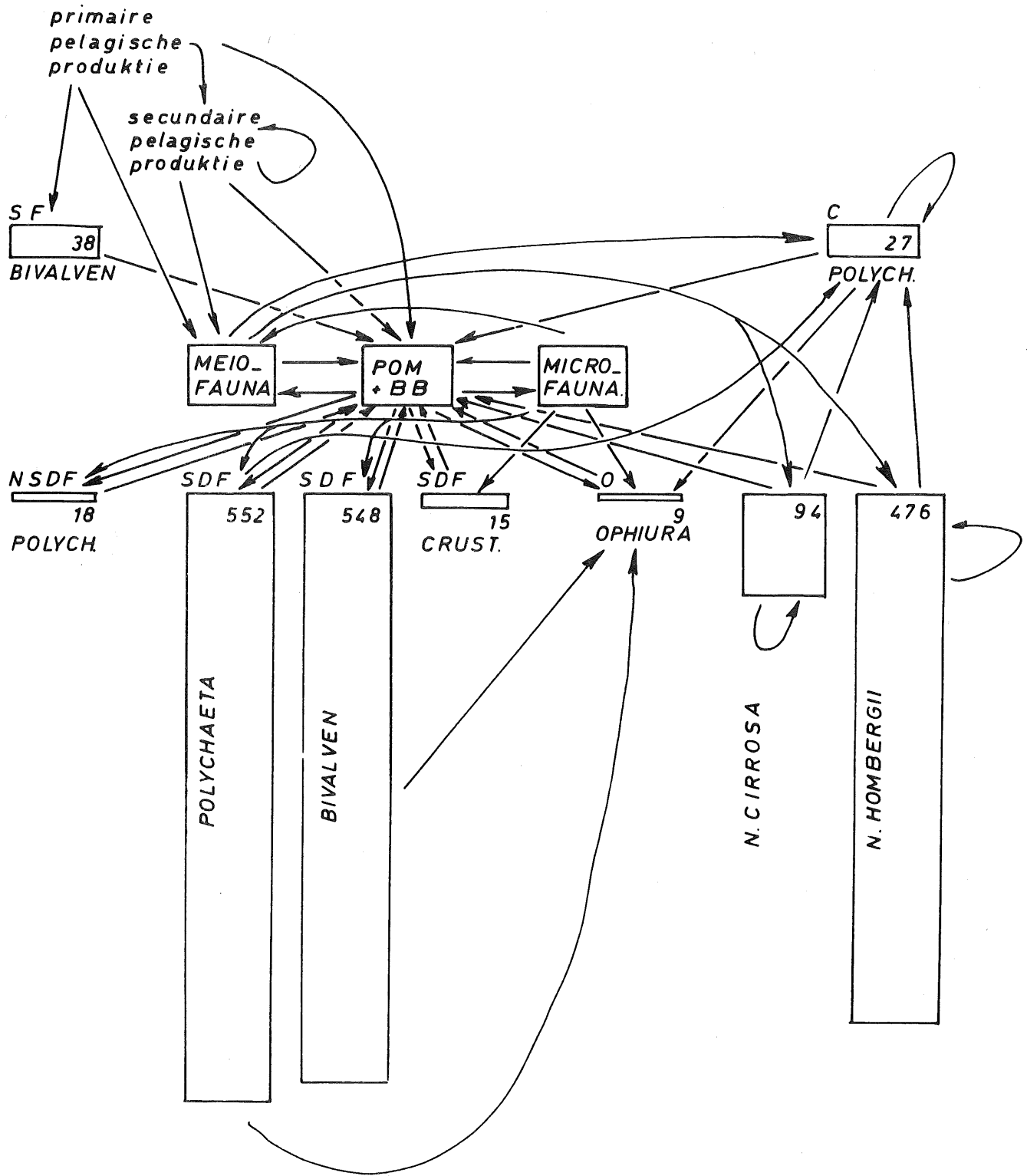


fig. 9.

Major feeding pathways in zone III

Schulz (1969) heeft deze soort geen speciale voorkeur, en bewoont alle bodemtypes. In de zuidelijke Noordzee treffen we de grootste dichtheden aan in gemiddeld zand met enig slibgehalte (0,5 à 2,8 %), doch de grootste biomassa is waargenomen op M05 (mediane zandfractie 159, slibgehalte 42,4 %).

Hesionura augeneri (FREIDRICH, 1937)

Het betreft hier een weinig gekende species die totnogtoe slechts bekend was van Helgoland [Hartmann-Schröder (1971)], van Arcachon en slechts zeer onlangs beschreven van de zuidelijke Noordzee [Wolff *et al.* (1975)].

Hoewel het in feite een meiobenthische soort betreft — althans wat zijn lengte betreft, Hartmann-Schröder (1971) noemt een lengte van 3,2 mm; Wolff en Stegenga (1975) tot 20 mm; in onze stalen troffen we regelmatig individuen tot 10 mm lengte en groter — bleven er toch een groot aantal op de zeef liggen.

Aan de hand van de proboscidale armatuur neemt men aan dat *Hesionura augeneri* een carnivoor is [Wolff en Stegenga (1975)] wat bevestigd wordt door onze waarnemingen; negen ex. werden aangetroffen met nog Harpacticoidea in de darmtractus en 1 met een nematode; of deze laatste kon verteerd worden is niet duidelijk.

De grootste aantallen (545 à 750 m⁻²) komen voor in sedimenten met een mediane korrelgrootte groter dan 400 µ, kleinere dichtheden in bodems met 250 à 400 µ mediane korrelgrootte. De soort is ook nog, hetzij schaars, aanwezig in fijn zand. Er blijkt dus een duidelijke preferentie te bestaan voor grovere sedimenten.

Anaitides subulifera (ELIASON, 1962)

Enkel bekend van Helgoland [Hartmann-Schröder en Stripp (1968)], Skagerrak en Kattegat [Eliason (1962)] en Duitse Bocht [Rachor en Gerlach (1975)]. Aan de hand van gegevens uit darminhouden kan de soort als carnivoor beschouwd worden; prooidieren nagenoeg uitsluitend bestaand uit spioniden, nl. *Scolelepis bonnieri*, *Spiophanes bombyx* en

waarschijnlijk ook *Spio filicornis*. In de literatuur konden geen andere gegevens gevonden worden.

Anaitides subulifera toont een voorkeur voor zandbodems met mediane korrelgrootte groter dan 250 μ en laag slibgehalte.

Anaitides mucosa (OERSTED, 1843)

Levenswijze : carnivoor. Prefereert fijn tot gemiddeld zand, vermengd met slib. Hoogste aantallen op MO1 (470 m^{-2}) ; beperkt in zijn verspreiding tot de kustzone (zone III en "kuststations" M11, M16 en M21 van Ib).

Eumida sanguinea (OERSTED, 1843)

Hartmann-Schröder (1971) beschouwt *Eumida sanguinea* als carnivoor. In het Deltagebied vertoont deze soort een uitgesproken voorkeur voor fijn en modderig zand, en wordt nagenoeg altijd samen aangetroffen met *Larice conchilega* [Wolff (1973)].

In het beschouwde gebied stemt de verspreiding overeen met die van *Anaitides mucosa*, met preferentie voor fijn tot gemiddeld zand.

Exogene hebes (WEBSTER en BENEDICT, 1884)

Eén exemplaar met harpacticide in darm. Literatuurgegevens ontbreken verder. Hoogste densiteiten in Ia, met duidelijke preferentie voor een grof substraat (346 à 406 μ) en grotere diepten.

Exogene naidina (OERSTED, 1845)

Levenswijze : carnivoor? (1 ex. met harpacticide in darm); verdere literatuurgegevens ontbreken. Verspreiding beperkt tot Ia met hoogste densiteiten in gemiddeld zand (281 à 400 μ) . Wolff (1973) vermeldt *Exogene naidina* in het Deltagebied in bodems met mediane korrelgrootte van 180 μ à 220 μ (litorale zone).

Nephtys cirrosa (EHLERS, 1868)

Is een carnivoor volgens Clark (1962); Sanders *et al.* (1962) suggereren echter een niet-exclusieve carnivore voedingswijze. Gezien de twijfel werd *Nephtys cirrosa* in tabel 8 opgenomen als omnivoor; in de diagrammen (fig. 6, 7, 8 en 9) wordt *Nephtys cirrosa*, evenals *Nephtys*

hombergii afzonderlijk vermeld. De soort verkiest sedimenten met een mediane korrelgrootte van 310 à 200 μ [Clark en Haderlie (1960)]. Wolff (1973) vermeldt een preferentie van 250 à 500 μ in het Deltagebied. In de zuidelijke Noordzee is *Nephtys cirrosa* afwezig in fijne sedimenten, of althans in zeer geringe aantallen aanwezig en dan samen met *Nephtys hombergii*.

Nephtys hombergii (SAVIGNY, 1818)

Volgens Blegvad (1914) predateert de soort op andere kleine Polychaeta, Crustacea en jonge Mollusca, eet echter ook diatomeeën, detritus en zand. Warwick en Price (1975) konden echter geen spoor van detritus terugvinden in de darm. Zoals *Nephtys cirrosa* werd *Nephtys hombergii* in tabel 8 opgenomen als omnivorr, doch afzonderlijk vermeld in de trofische diagrammen (fig. 6, 7, 8 en 9).

De sediment-preferentie is duidelijk verschillend t.o.v. *Nephtys cirrosa* en *Nephtys longosetosa*, nl. bodems met een mediane korrelgrootte van 250 μ à 63 μ voor *Nephtys hombergii* en 500 à 300 μ voor beide andere.

Kirkegaard (1969) vermeldt *Nephtys hombergii* als een van de meest algemene polychaeten in de Noordzee, aanwezig in elke soort bodem doch met een voorkeur voor zand-slib tot zand-klei. In de zuidelijke Noordzee vertoont *Nephtys hombergii* een duidelijke preferentie voor sedimenten met mediane korrelgrootte kleiner dan 200 μ en hoge slib-klei-gehaltenes.

Glycera capitata (OERSTED, 1843)

Aangenomen werd dat *Glycera capitata* een *selective deposit-feeder* is [Hartmann-Schröder (1971)], waarbij het voedsel in de kaken wordt genomen en dan naar de mondopening gebracht. Uit darmonderzoek bij jonge individuen, blijkt echter dat *Glycera capitata* een carnivoor is met voorkeur voor harpacticiden; éénmaal werd een nematode aangetroffen in de darmtractus en éénmaal een volledig exemplaar *Streptosyllis websteri*. De nauwverwante soort *Glycera alba*, eveneens voorkomend in de zuidelijke

Noordzee, doch minder talrijk, voedt zich nagenoeg uitsluitend met errante polychaeten en kleine Crustacea [Ockelmann en Vahl (1970)]. *Glycera capitata* bewoont sedimenten met mediane korrelgrootte van 525 à 200 μ [Wolff (1973)]. In de Noordzee blijkt ook een duidelijke voorkeur voor grove zandbodems, soms vermengd met klei [Kirkegaard (1969)]. De densiteiten in de zuidelijke Noordzee vertonen een duidelijke preferentie voor sedimenten, waarvan de mediane korrelgrootte groter is dan 275 μ .

Scoloplos armiger (O.F. MÜLLER, 1776)

Is een niet-*selective deposit-feeder*, met voorkeur voor fijn en modderig zand.

Aricidea minuta (SOUTHWARD, 1956)

Gegevens over het voedingstype ontbreken; wel veronderstelt Wolff (1973) dat het hier waarschijnlijk geen *suspension-feeder* is, te oordelen naar de anatomie. Verschillende exemplaren werden aangetroffen met diatomeeën in de darm; één exemplaar met een nematode, wat dan zou wijzen op een carnivoor bestaan. In estuaria leeft *Aricidea minuta* in fijn en modderig zand (175 à 130 μ) [Wolff (1973)]; in de Noordzee in gemiddeld zand met slib-kleigehaltes tot 2,8 % (zone Ia).

Spio filicornis (O.F. MÜLLER, 1766)

Voeding : zowel *suspension-feeding*, als *selective deposit-feeding*. Bij de verwerking der gegevens wordt *Spio filicornis* verder als *selective deposit-feeder* beschouwd.

Spiophanes bombyx (CLAPAREDE, 1870)

De soort zou zich, zoals vele spioniden, gedragen als een *selective deposit-feeder* [Hartmann-Schröder (1971)]. Zoals *Spio filicornis*, is *Spiophanes bombyx* wijd verspreid in de zuidelijke Noordzee.

Aonides paucibranchiata (SOUTHERN, 1914)

Waarschijnlijk een *selective deposit-feeder*. Meestal op grof zand [Hartmann-Schröder en Stripp (1968); Kirkegaard (1969)]. De waarnemingen

in het bemonsterde gebied zijn afkomstig van gemiddeld zand met preferentie voor bodemtypes met mediane korrelgrootte groter dan 300 μ .

Scolelepis bonnierii (MESNIL, 1896)

Literatuurgegevens omtrent voeding ontbreken; ons ligt een exemplaar voor met kleine Crustacea in de darm, wat wijst op een carnivoortype, met als nauwverwante soort *Scolelepis foliosa*, die zich met juveniele bivalven voedt [Hartmann-Schröder (1971)]. Verspreiding : in bodemtypes met mediane korrelgrootte van 370 - 135 μ in het Deltagebied [Wolff (1973)]. Kirkegaard (1969) : bodems met fijn tot grof zand. Uit de verspreiding in de zuidelijke Noordzee blijkt een duidelijke voorkeur voor gemiddeld zand (mediaan begrepen tussen 200 en 275 μ en een slib-kleigehalte van 0,6 tot 2,0 %).

Magelona papillicornis (O.F. MÜLLER, 1858)

Zowel *suspension-feeder*, als *selective deposit-feeder* [Jones (1968)]. De soort wordt in verdere berekeningen beschouwd als SDF. Geprefereerde bodems : fijn zand, doch ook gemiddeld en slib-zand [Wolff (1973)].

Chaetozone setosa (MALMGREN, 1867)

Mogelijk een *selective deposit-feeder*. Volgens Kirkegaard (1969) slechts weinig gebonden aan een bodemtype en algemeen verspreid in de Noordzee. Gibbs (1969) en Wolff (1973) vermelden de soort als typisch voor zandbodems. Uit deze studie blijkt de grootste dichtheid in zandbodems met korrelgrootte van 200 à 350 μ .

Ophelia limacina (RATHKE, 1843)

Omwoelt met spits en stevig prostomium het substraat, dat niet selectief wordt opgenomen [Hartmann-Schröder (1971)]. Voorkeur gaat uit naar zuiver zand [Eliason (1962); Hamond (1966); Kirkegaard (1969); Wolff (1973)]. In het door ons onderzocht gebied vonden we de hoogste biomassa's in sedimenten met mediane korrelgrootte groter dan 350 μ en laag slibgehalte, alhoewel de soort ook voorkomt, hetzij zeldzaam, in fijn sediment (M01).

Capitella capitata (FABRICIUS, 1780)

Een *non-selective deposit-feeder*. Alhoewel beschouwd als een indicator voor organische pollutie [Reish (1960); Henriksson (1969)], blijkt de soort ook in niet verontreinigde gebieden abundant voor te komen [Wolff (1973)].

Heteromastus filiformis (CLAPAREDE, 1864)

Zoals de overige capitelliden een *non-selective deposit-feeder*. [Dales (1957)], in gemiddeld en fijn zand.

Pectinaria koreni (MALMGREN, 1865)

Een *selective deposit-feeder*; voedt zich met Foraminifera, ciliaten, algen, kleine crustaceën en faeces van Echinodermata en bivalven. Voorkomen : in fijn zand en slib-zand, vermengd met grof materiaal.

Lanice conchilega (PALLAS, 1766)

Lanice conchilega is een *selective deposit-feeder*; bewoont zandige sedimenten met een voorkeur voor gemiddeld en fijn zand [Hartmann-Schröder (1971); Wolff (1973)]. In de zuidelijke Noordzee beperkt tot de "kuststations" (M01, M05, M11, M16, M21) en deze met relatief hoog slibgehalte (M06, M07, M22).

Polycirrus sp.

Over de voeding is niets bekend : waarschijnlijk een *selective deposit-feeder*. Geen bepaalde preferentie voor enig sediment-type volgens Hartmann-Schröder (1971); Kirkegaard (1969) echter meent dat zandige bodems geprefereerd worden. In zuidelijke Noordzee niet voorkomend op fijn zand, maar in sedimenten met mediane korrelgrootte vanaf 250 μ . Hoogste biomassa's op de diepste plaatsen van het bemonsterd net.

Natica alderi (FORBES, 1838)

Predator op bivalven.

Abra alba (WOOD, 1802)

Deze soort is een *selective deposit-feeder* [Pohlo (1969)] en preferereert sediment met een mediane korrelgrootte van 250 à 63 μ [Wolff

(1973)], 250 à 100 μ [Glemarec (1964)], 150 à 100 μ en een slib-klei gehalte groter dan 10 % [Eisma (1966)].

Abra prismatica (MONTAGU, 1803)

Een *selective deposit-feeder* [Pohlo (1969)].

Macoma balthica (LINNAEUS, 1758)

Een *selective deposit-feeder*, doch bij hoog tij kan deze soort ook als *suspension-feeder* voorkomen [Brafield en Newell (1961)]. Het voedsel bestaat grotendeels uit micro-organismen [Newell (1965)]. *Macoma balthica* blijkt op alle types van sediment voor te komen [Smidt (1951)] doch preferereert fijne sedimenten met mediane korrelgrootte van 200 à 150 μ en 0,5 à 10 % slib-klei [Eisma (1966)].

Tellina tenuis (DA COSTA, 1778)

Een *suspension* tot *selective deposit-feeder* [Pohlo (1969)].

Tellina fabula (MEUSCHEN, 1781)

Deze soort is een *selective deposit-feeder* [Pohlo (1969)]. Voorkeur voor sedimenten met mediane korrelgrootte van 200 à 150 μ en 1 à 10 % slib-klei.

Tellina pygmaea (LOVEN, 1846)

Selective deposit-feeder [Pohlo (1969)]. Wolff (1973) vermeldt preferentie voor bodems met mediane korrelgrootte van 450 à 290 μ .

Spisula spp., *Astarte triangularis* (MONTAGU, 1803), *Donax vittatus* (DA COSTA, 1778), *Mysella bidentata* (MONTAGU, 1803) en *Montacuta ferruginosa* (MONTAGU, 1818) zijn *suspension-feeders*.

Gastrosaccus spinifer (GOËS, 1864)

Omnivoor [Blegvad (1915)].

Bathyporeia spp. zijn, zoals de meeste amphipoden, *selective deposit-feeders*, *Corophium* en *Haustorius* zijn echter *filter-feeders*.

Diastylis en *Iphinoë* : *selective deposit-feeders*.

Crangon crangon L. voedt zich met Polychaeta, Mysidacea, Amphipoda, Cumacea en met bivalven, zij het in mindere mate [Blegvad (1915); Allen (1960)].

Ophiura spp. kunnen zowel carnivoor als detritus-eters zijn; ze predateren o.a. op Polychaeta, Crustacea en kleine bivalven [Wolff (1965); Jones (1973)]. In het overzicht en de diagrammen zijn de respectievelijke *Ophiura* spp. als omnivoor gerangschikt.

7.2.- Benthische organismen als prooidieren

De voornaamste predatoren van de infauna (buiten de eigen carnivoren) en de epifauna zijn platvissen. De larvale stadia van *Pleuronectes platessa* predateren op larvale stadia van verscheidene phyla en vnl. op kleine Crustacea (Ostracoda, Copepoda en Cumacea). Juveniele pladijs voedt zich hoofdzakelijk met Polychaeta (*Pectinaria*, *Nereis*) en *Macoma balthica*. Oudere vormen nemen ook *Lanice* tot zich. Vanaf een grootte van 30 cm bestaat het voedsel hoofdzakelijk uit bivalven *Macoma*, *Tellina*, *Ensis*, *Spisula*, *Donax* en *Venus*, en in de tweede plaats uit Crustacea : Mysidacea, garnalen en heremietkreeften. Crustacea (Amphipoda, Mysidacea, Decapoda) en Polychaeta zijn de meest belangrijke prooidieren voor *Limanda limanda*. Bivalven (voornamelijk siphonen) vormen tevens een belangrijk aandeel van het dieet. *Echinocardium* en andere Echinodermata worden eerder zelden genomen.

Alle grootte-klassen van de tong (*Solea solea*) predateren hoofdzakelijk op polychaeten [Braber en De Groot (1973)].

Garnalen en polychaeten zijn de belangrijkste voedselbron voor jonge kabeljauw (*Gadus morhua*) tot een lengte van 30 cm [Daan (1973)].

7.3.- Trofische ketens in de faunistische groepen

In fig. 6, 7, 8 en 9 is het trofisch verband tussen de verscheidene voedingswijzen schematisch weergegeven (vermelde waarden : gemiddelde jaarlijkse biomassa in asvrijdrooggewicht - SF : *suspension-*

feeders; NSDF : *non-selective deposit-feeders*; O : omnivores; C : carnivores, predators; POM : *particulate organic matter*; BB : *benthic bacteria*).

Zoals reeds eerder vermeld neemt *Nephtys cirrosa* in Ia, Ib en II (*Venus gallina* gemeenschap) een voorname plaats in met respectievelijk 38 % , 68 % en 35 % van het totale asvrijdrooggewicht. Naar belangrijkheid volgen dan de overige Polychaeta (C, SDF en NSDF) en *Ophiura* spp. In II is binnen de Polychaeta het overwicht verschoven naar de *non-selective deposit-feeders* (vnl. *Ophelia limacina*). Het belgisch kustgebied (III) is vooral gekarakteriseerd door de *selective deposit-feeding* polychaeten (*Pectinaria koreni*) en bivalven (*Abra alba* en *Tellina fabula*); samen vertegenwoordigen deze 62 % van de totale gemiddelde biomassa (zie ook tabel 8).

Deze hoge waarden zijn gecorreleerd met het hoge slib-gehalte in dit gebied (tabel 1). De andere groepen en voedingswijzen zijn hier dan ook minder belangrijk, dit in tegenstelling tot Ia, Ib en II. Daaruit volgt dat de complexiteit van de voedingketen in III minder groot is. Dit blijkt tevens uit de diversiteitsindex [Shannon en Weaver (1963)]; 2,78 gemiddeld in III en respectievelijk 3,49 voor Ia, 3,32 voor Ib en 2,96 voor II (tabel 3).

8.- Conclusies

Het bemonsterd gebied in de zuidelijke Noordzee is onder te verdelen in een aantal faunistische gebieden : een belgisch kustgebied (III), een nederlandse kustzone (Ib) en een dieper water zone (Ia en II) (fig. 4).

Het belgisch kustgebied, onder invloed van het Schelde-estuarium, vertoont een geschatte produktie van $4,25 \text{ g m}^{-2} \text{ y}^{-1}$. Voornaamste species, wat aantal en produktie betreft, zijn : *Nephtys hombergii*, *Pectinaria koreni*, *Abra alba* en *Tellina fabula*. *Selective deposit-feeding* is hier de belangrijkste voedingswijze.

De nederlandse kustzone (Ib) produceert $\pm 3,22 \text{ g m}^{-2} \text{ y}^{-1}$, *Nephtys cirrosa* en de overige carnivore Polychaeta overwegen. Een carnivore levenswijze domineert een *selective deposit-feeding*.

Het open-zee gebied (Ia en II) wordt gekenmerkt door een lagere produktie, respectievelijk 2,20 en $0,99 \text{ g m}^{-2} \text{ y}^{-1}$. Belangrijkste species in de voedselketen : *Nephtys cirrosa*, *Ophelia limacina*, *Ophiura affinis* en de carnivore Polychaeta.

De complexiteit van de trofische keten is hier het grootst.

Referenties

- ALLEN, J.A., (1960). On the biology of *Crangon allmani* Kinahan in Northumberland waters, *J. mar. biol. Ass. U.K.*, **39**, 481.
- ANKAR, S. en ELMGREN, R., (1975). A survey of the benthic macro- and meiofauna of the Askö-Landsort area, *Merenrutkimuslaur. Julk. Havsforskningsinst. Skr.*, **239**, 257.
- ARNTZ, W.E., (1971). Biomasse und Produktion des Makrobenthos in den tieferen Teilen der Kieler Bucht im Jahr 1968, *Kieler Meeresforsch.*, **27**, 36.
- BEUKEMA, J.J., (1974). Seasonal changes in the biomass of the macrobenthos of a tidal flat area in the Dutch Wadden Sea, *Neth. J. Sea Res.*, **8**, 94.
- BLEGVAD, H., (1915). Food and conditions of nourishment among the communities of invertebrate animals found on or in the sea bottom in Danish waters, *Rep. Dan. Biol. Stat.*, **22**, 41.
- BLEGVAD, H., (1922). Animal communities in the Southern North Sea, *Proc. Zool. Soc. London*, 27.
- BRABER, L. en DE GROOT, S.J., (1973). The food of five flatfish species (Pleuronectiformes) in the southern North Sea, *Neth. J. Fish. Res.*, **6**, 163.
- BRAFIELD, A.E. en NEWELL, G.E., (1961). The behaviour of *Macoma balthica* L., L., *J. mar. biol. Ass. U.K.*, **41**, 81.
- BUCHANAN, J.B. en WARWICK, R.M., (1974). An estimate of benthic macrofaunal production in the offshore mud of the Northumberland coast, *J. mar. biol. Ass. U.K.*, **54**, 197.

- CASPERS, H., (1954). Biologische Untersuchungen über die Lebensräume der Unterelbe und des Vormündungsgebietes der Nordsee, *Mitt. Geol. Staatsinst. Hamburg*, 23, 76.
- CASSIE, R.M., (1961). The correlation coefficient as an index of ecological affinities in plankton populations, *Mem. Inst. Ital. Idrobiol.*, 13, 151.
- CASSIE, R.M. en MICHAEL, A.D., (1968). Fauna and sediments of an intertidal mud flat : a multivariate analysis, *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 2, 1.
- CLARK, R.B., (1962). Observations on the food of *Nephtys*, *Limnol. Oceanogr.*, 7, 380.
- CLARK, R.B. en HADERLIE, E.C., (1960). The distribution of *Nephtys cirrosa* and *Nephtys hombergii* on the south-western coasts of England and Wales, *J. Anim. Ecol.*, 29, 117.
- DAAN, N., (1973). A quantitative analysis of the food intake of North Sea cod, *Gadus morrhua*, *Neth. J. Sea Res.*, 6, 479.
- DALES, R.P., (1957). Some quantitative aspects of feeding in sabellid and serpulid fan worms, *J. mar. biol. Ass. U.K.*, 36, 309.
- EISMA, D., (1966). The distribution of benthic marine molluscs off the main Dutch coast, *Neth. J. Sea Res.*, 3, 107.
- ELIASON, A., (1962). Die Polychaeten der Skagerrak-Expedition 1933, *Zool. Bidr. Uppsala*, 33, 207.
- FAGER, E.W., (1957). Determination and analysis of recurrent groups, *Ecology*, 33, 586.
- GIBBS, P.E., (1969). A quantitative study of the polychaete fauna of certain fine deposits in Plymouth Sound, *J. mar. biol. Ass. U.K.*, 49, 311.
- GLEMAREC, M., (1964). Le genre *Abra* sur les côtes atlantiques de Bretagne, systématique et écologie, *J. Conchyl.*, 104, 15.
- GLEMAREC, M., (1973). The benthic communities of the European North Atlantic continental shelf, *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, 11, 263.
- GOLIKOV, A.N. en SCARLATO, O.A., (1970). Abundance, dynamics and production properties of populations of edible bivalves *Mizuhopecten yessoensis* and *Spisula sachalinensis* related to the problem of organization of controllable submarine farms at the western shores of the Sea of Japan, *Helgoländer wiss. Meeresunters.*, 20, 498.

- HAGMEIER, A., (1923). Vorläufige Berichte über die vorbereitenden Untersuchungen der Bodenfauna der Deutschen Bucht mit dem Petersen-Bodengreifer, *Ber. deutsch. wiss. Komm. Meeresforsch.*, N.F. 1, 247.
- HAMOND, R., (1966). The Polychaeta of the coast of Norfolk, *Cah. Biol. mar.*, 7, 383.
- HARTMANN-SCHRÖDER, G., (1971). *Annelida, Borstenwürmer, Polychaeta*, in Tierwelt Deutschlands, 58, 594.
- HARTMANN-SCHRÖDER, G. en STRIPP, K., (1968). Beiträge zur Polychaeten fauna der Deutschen Bucht, *Veröffentl. Inst. Meeresforsch. Bremerhaven*, 11, 1-24.
- HENRIKSSON, R., (1969). Influence of pollution on the bottom fauna of the Sound (Öresund), *Oikos*, 20, 507.
- JONES, D.J., (1973). Variation in the trophic structure and species composition of some invertebrate communities in polluted kelp forests in the North Sea, *Mar. Biol.*, 20, 351.
- JONES, M.L., (1968). On the morphology, feeding and behaviour of *Mage-lone* sp., *Biol. Bull., Woods Hole*, 134, 272.
- JONES, N.S., (1950). Marine bottom communities, *Biol. Rev.*, 25, 283.
- KHLEBOVICH, V.V., (1959). A new occurrence of predation in a polychaete worm, in *Priroda*, 9, 118, (in Russian).
- KIRKEGAARD, J.B., (1969). A quantitative investigation of the central North Sea Polychaeta, *Spolia zool. Mus. haun.*, 29.
- LIE, U., (1968). A quantitative study of benthic infauna in Puget Sound, Washington, U.S.A., in 1963-1964, *Fiskeridir. Skr. Ser. Havunders*, 14, 229.
- LIE, U. en KELLEY, J.C., (1970). Benthic infauna communities off the coast of Washington and in Puget Sound : identification and distribution of the communities, *J. Fish. Res. Bd. Canada*, 27, 621.
- MACFADYEN, A., (1963). *Animal ecology, aims and methods*, 2nd ed., Isaac Pitman & Sons Ltd., London.
- MICHAELIS, H., (1971). Beobachtungen über die Mäander von *Scolelepis squamata*, *Natur & Museum*, 101, 501.
- MUUS, B.J., (1967). The fauna of Danish estuaries and lagoons, Distribution and ecology of dominating species in the shallow reaches of the mesohaline zone, *Medd. Danmarks Fisk. Havundersøg.*, 5(1).

- NEWELL, R., (1965). The role of detritus in the nutrition of two marine deposit-feeders, the prosobranch *Hydrobia ulvae* and the bivalve *Macoma balthica*, *Proc. zool. Soc. London*, 144, 25.
- OCKELMANN, K.W. en VAHL, O., (1970). On the biology of the polychaete *Glycera alba*, especially its burrowing and feeding, *Ophelia*, 8, 275.
- PEER, D.L., (1970). Relation between biomass, productivity and loss to predators in a population of a marine benthic polychaete, *Pectinaria hyperborea*, *J. Fish. Res. Bd. Canada*, 27, 2143.
- PETERSEN, C.G.J., (1913). Valuation of the sea; II. The animal communities of the seabottom and their importance for marine zoogeography, *Rep. Danish Biol. Stat.*, 21.
- PETERSEN, C.G.J., (1915). On the animal communities of the sea bottom in the Skagerrak, the Christiana Fjord and the Danish waters, *Rep. Danish Biol. Stat.*, 23, 3.
- POHLO, R., (1969). Confusion concerning deposit-feeding in the Tellinacea, *Proc. malacol. Soc. London*, 38, 361.
- RACHOR, E. en GERLACH, S.A., (1975). Variations in macrobenthos in the German Bight, *I.C.E.S. Symposium on the changes in the North Sea Fish Stocks and their causes*, 11.
- REISH, D.J., (1960). The use of marine invertebrates as indicators of water quality, in *Waste disposal in the marine environment*, E.A. Pearson (ed.), Proc. 1st int. conf. New York, 92.
- SANDERS, H.L., (1956). Oceanography of Long Island Sound, 1952-1954; X. Biology of marine bottom communities, *Bull. Bingham Oceanogr. Coll.*, 15, 345.
- SANDERS, H.L., GOUDSMIT, E.M., MILLS, E.L. en HAMPSON, G.E., (1962). A study of the intertidal fauna of Barnstable Harbor Mass, *Limnol. Oceanogr.*, 7, 63.
- SCHULZ, S., (1969). Benthos und Sediment in der Mecklenburger Bucht, *Beitr. Meeresk.*, 24-25, 15.
- SMIDT, E.L.B., (1951). Animal production in the Danish Waddensea, *Meddelel. Komm. Danmarks Fisk. -Havundersøg.*, 11.
- STRIPP, K., (1969). Die Assoziationen des Benthos in der Helgoländer Bucht, *Veröff. Inst. Meeresforsch. Bremerhaven*, 12, 95.

- THORSON, G., (1957). Bottom communities (Sublittoral and Shallow Shelf),
Mem. geol. Soc. Amer., 67, 461.
- WARWICK, R.M. en PRICE, R., (1975). Macrofauna production in an estuarine
mud-flat, *J. mar. biol. Ass. U.K.*, 55.
- WIESER, W., (1960). Benthic studies in Buzzards Bay; II. The meiofauna,
Limnol. Oceanogr., 5, 121.
- WOLFF, W.J., (1973). The estuary as a habitat, *Zool. Verhand. Leiden*, 126.
- WOLFF, W.J. en STEGENGA, H., (1975). *Hesionura augeneri*, *Goniadella bob-*
retzkii and *Parapodrilus psammophilus* (Annelida, Polychaeta) new
to the Netherlands, *Zool. Bijdr.*, 17, 82.

Hoofdstuk III

Epibenthos

door

Frank REDANT

1.- Inleiding

Het epibenthos omvat alle sessiele en vagiele invertebraten die gedurende de adulte fase op of juist boven de zeebodem leven [Odum (1971)]. Tot deze ecologische verzameling organismen behoren ondermeer volgende taxonomische groepen : *Porifera*, *Coelenterata* (*Hydrozoa* en *Anthozoa*), *Mollusca* (*Gastropoda* en *Cephalopoda*), *Bryozoa*, een deel van de *Arthropoda* (hoofdzakelijk *Decapoda*) en *Tunicata*.

In deze bijdrage zal aandacht worden besteed aan de kwalitatieve en kwantitatieve samenstelling van het epibenthos, de maandelijkse evolutie van de densiteit van de dominante epibenthische species en de schattingen van de totale biomassa van het epibenthos in de belgische kustwateren.

Bij de kwantitatieve studie van het epibenthos is de betrouwbaarheid van de resultaten sterk afhankelijk van de methodiek, zodat een korte beschrijving van de aangewende technieken en van hun deficiënties verantwoord en zelfs noodzakelijk is.

2.- Methodiek

2.1.- Staalname-techniek

De kwalitatieve en kwantitatieve studie van de epibenthische fauna gebeurde aan de hand van de resultaten van :

i) maandelijkse bemonsteringen op 14 vaste staalname-stations in het Westdiep, de Vlake van de Raan en de Thornton Bank (figuur 1) en

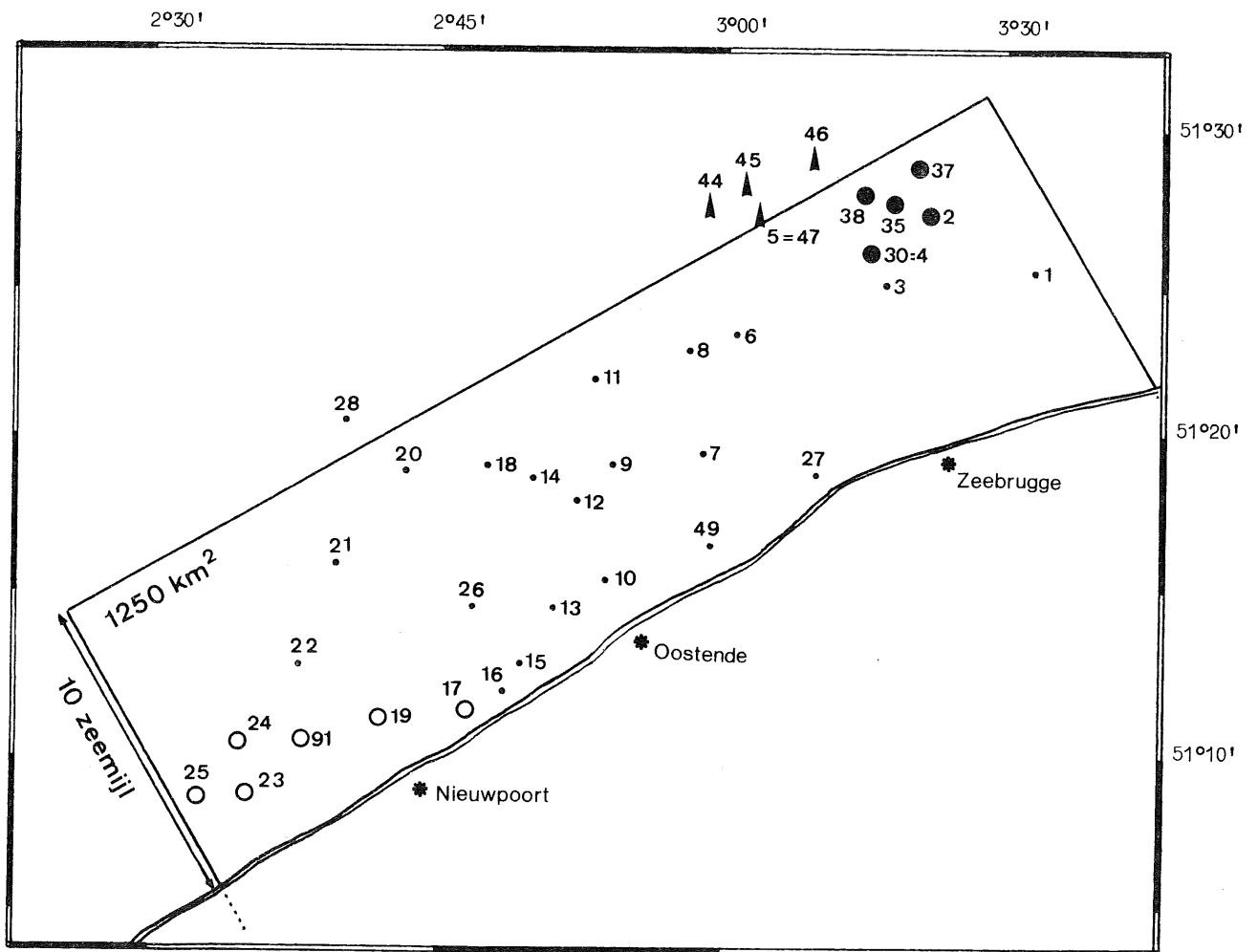


fig. 1.

Posities van de staalname-stations van het Westdiep (○), de Vlake van de Raan (●), de Thornton Bank (▲) en van de halfjaarlijkse bestandsopnamen (alle aangeduide stations).
Opmerking : station 25 (Westdiep) werd vanaf juni 1975 door station 91 vervangen.

ii) halfjaarlijkse bemonsteringen op een 35-tal vaste staalname-
stations, verspreid langsheen de ganse belgische kust (figuur 1).

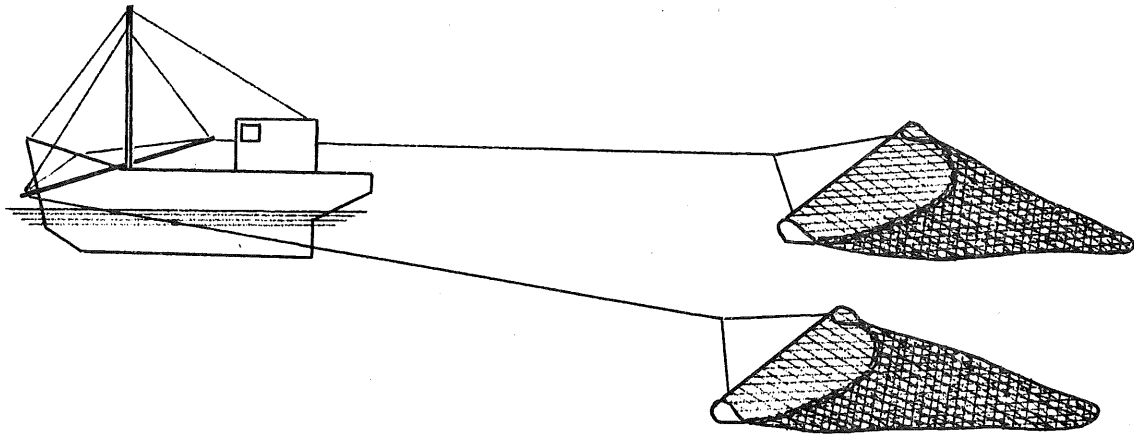


fig. 2a.

Bokkenvisserij (met boomtrawl)

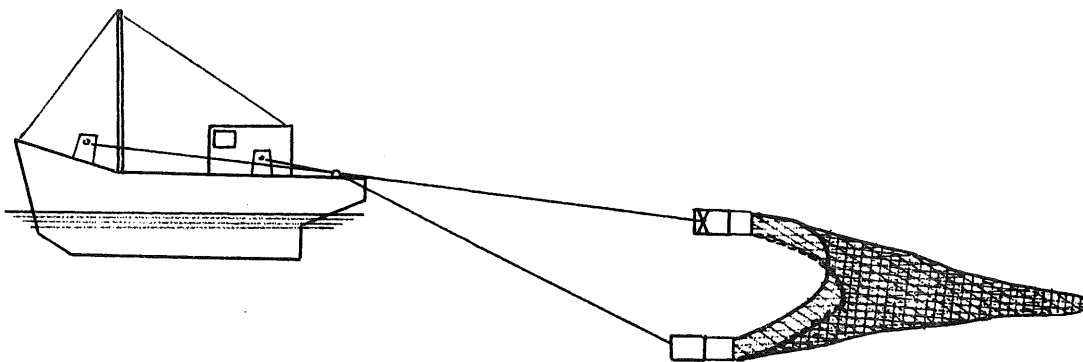


fig. 2b.

Plankvisserij (met plankennet of ottertrawl)

Voor de maandelijks bemonsteringen werd gebruik gemaakt van een ottertrawl of plankennet (figuur 2). De halfjaarlijkse bemonsteringen werden met een boomtrawl uitgevoerd (figuur 2). De maaswijdte van een trawl neemt stapsgewijs af van de net-opening tot de kuil. De grootste,

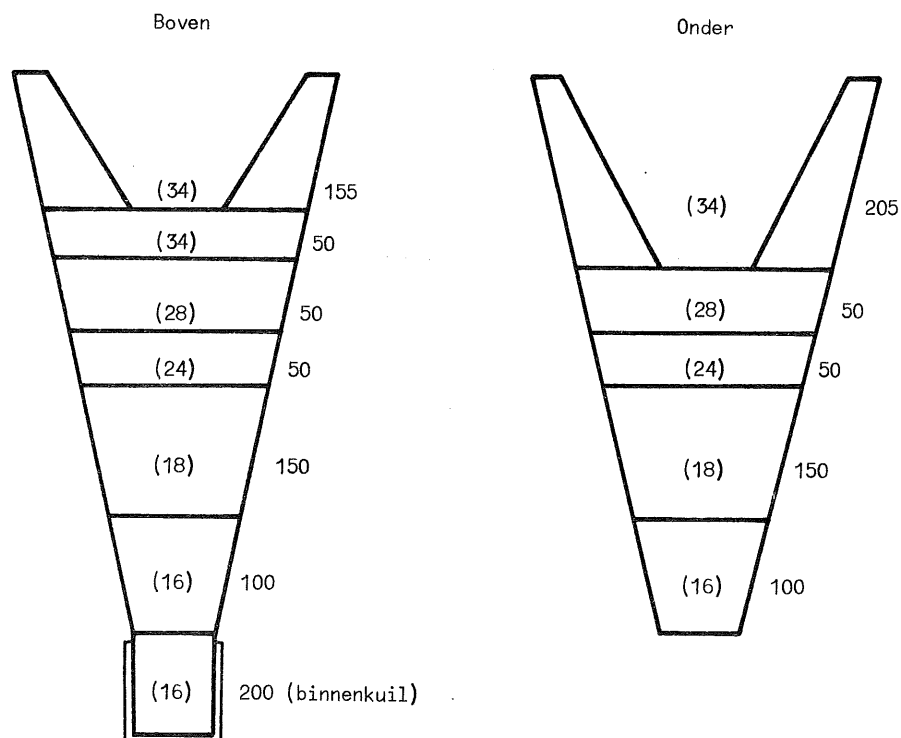


fig. 3.

Plan van de ottertrawl gebruikt voor de bemonsteringen van het epibenthos. De getallen geven het aantal mazen aan, de getallen tussen haakjes geven de maaswijdte (in mm) aan.

respectievelijk kleinste, maaswijdte van het net bedroeg 34 mm, respectievelijk 16 mm (figuur 3). Om visserij-technische redenen is het onmogelijk met veel kleinere maaswijdten (bvb. 4 of 6 mm) te vissen.

Elke bemonstering van de epibenthische fauna omvatte kwalitatieve en kwantitatieve analyses van de vangst (of een fractie ervan) van een 15 minuten durende sleep. De totale oppervlakte die gedurende deze tijds-spanne werd bemonsterd varieerde, naargelang de bodemgesteldheid en de sterkte en de richting van de getijstroom, van 3.750 m² tot 31.250 m². De bemonsteringen gebeurden steeds overdag.

2.2.- Verwerking van de gegevens

Bij de verdere verwerking van de waarnemingen werden de verschillende gebieden afzonderlijk behandeld.

Voor elke staalname werd per maand t en per station s de zogenaamde plaatselijke en momentele densiteit $d_{s,t,i}$ van elke species i (in gram vers gewicht/10.000 m²) berekend :

$$(1) \quad d_{s,t,i} = \frac{C_{s,t,i}}{Ha} .$$

Hierin is $C_{s,t,i}$ de volledige vangst op station s en op tijdstip t van een species i . H is de horizontale opening van het net en a is de afstand afgelegd tussen het begin en het einde van de sleep.

Bij een boomkor is de horizontale opening H van het net konstant en gelijk aan de lengte van de boom (namelijk 6 m). Bij een plankennet is de breedte van de netopening H afhankelijk van de afstand tussen de scheerborden [Maton en Verroest (1963)]. De gemiddelde afstand tussen deze borden bedraagt 12,4 m, voor een net met een bovenpees van 40 voet (= 12,2 meter) (Fonteyne, pers. mededeling). Deze waarde werd als horizontale netopening H van het plankennet beschouwd.

De plaatselijke en momentele densiteit van alle invertebraten samen $D_{s,t}$ (in gram vers gewicht/10.000 m²) volgt uit :

$$(2) \quad D_{s,t} = \sum_i d_{s,t,i} .$$

De waarden $D_{s,t}$ van alle invertebraten samen voor het Westdiep, de Vlake van de Raan en de Thornton Bank, en de waarden $d_{s,t,i}$ van *Asterias rubens*, *Ophiura species*, *Macropipus holsatus* en *Crangon crangon* zijn in de figuren 4 tot 8 afgebeeld.

Vervolgens werd, per species i , de maandelijkse gemiddelde densiteit $d_{t,i}$, m.a.w. het gemiddelde van de plaatselijke en momentele densiteiten $d_{s,t,i}$ voor elke maand t , berekend :

$$(3) \quad \bar{d}_{t,i} = \frac{\sum_s d_{s,t,i}}{n} .$$

Hierin is n het aantal stations dat op tijdstip t in het beschouwde gebied werd bemonsterd. Daar de staalname-gebieden strikt gescheiden werden is $n = 4$ of 5 , naargelang het gebied. De waarden $d_{t,i}$ van *Macropipus holsatus*, *Crangon crangon*, *Asterias rubens* en *Ophiura species* voor het Westdiep, de Vlakte van de Raan en de Thornton Bank werden respectievelijk in de figuren 9-12 samengevat.

De maandelijkse gemiddelde densiteit van alle invertebraten samen D_t volgt uit :

$$(4) \quad D_t = \sum_i d_{t,i}$$

$$(5) \quad D_t = \frac{\sum_s D_{s,t}}{n} .$$

De waarden D_t voor de drie beschouwde gebieden werden in figuur 14 weergegeven.

Elke bemonstering B_t werd representatief verondersteld voor een periode P_t beginnende halverwege het tijdsinterval (in dagen) tussen de staalnamen B_t en B_{t-1} en eindigend halverwege het tijdsinterval (in dagen) tussen de staalnamen B_t en B_{t+1} . De jaarlijkse gemiddelde densiteit d_i van een species i wordt dan verkregen als het gewogen gemiddelde van de maandelijkse gemiddelde densiteiten $d_{t,i}$ waarbij telkens de overeenkomstige periode P_t als gewicht fungeerde :

$$(6) \quad d_i = \frac{1}{365} \sum_t d_{t,i} P_t .$$

Hierbij dient opgemerkt dat

$$\sum_t P_t = 365 .$$

De jaarlijkse gemiddelde densiteit van alle invertebraten samen D volgt uit de sommatie van de waarden d_i over i of uit de formule :

$$(7) \quad D = \frac{1}{365} \sum_t D_t P_t .$$

De relatieve talrijkheid of procentuele bijdrage R_i van de verschillende taxa of species i tot de jaarlijkse gemiddelde densiteit van alle invertebraten samen D volgt uit de formule :

$$(8) \quad R_i = \frac{d_i}{D} 100 \% .$$

2.3.- Representativiteit van de monsters

Een belangrijk probleem bij de interpretatie van de resultaten is de representativiteit van de geanalyseerde monsters ten opzichte van de reële samenstelling van de epibenthische fauna. In theorie kan dit probleem in twee facetten worden opgesplitst, namelijk :

- i) welk gedeelte van de epibenthische fauna wordt door de trawl opgenomen en
- ii) welk gedeelte daarvan zal op het einde van de sleep nog in het net overblijven.

De efficiëntie waarmee een trawl epibenthische organismen opneemt hangt af van de diepte waarop het net in de zeebodem dringt en van de permanentie van deze indringing [Reys en Salvat (1971)]. De diepte waarop en de intensiteit waarmee de bodem wordt omgewoeld, kan door het gebruik van wekker-kettingen worden vergroot [ICES (1973)]. Experimenten hebben aangetoond dat, wanneer een trawl met 4 dergelijke kettingen wordt verzaard, 300 tot 500 % meer *Echinoidea*, *Asteroidea* en *Macropipus species*, 150 tot 300 % meer *Pagurus bernhardus* en *Bryozoa* en 100 tot 150 % meer *Ophiuroidea* worden opgevist dan wanneer geen wekkers worden gebruikt [De Groot en Apeldoorn (1971) en De Groot (1973)]. Voor *Crangon crangon* werd geen toename van de vangsten genoteerd ingeval wekker-kettingen werden gebruikt [De Groot (1973)]. Uit deze resultaten blijkt zeer duidelijk dat een standaard-trawl, zonder wekkers, zoals ze werd gebruikt gedurende de bemonsteringen van het epibenthos, slechts een gedeelte van de aanwezige epibenthische fauna zal opnemen.

De mate waarin een trawl de opgenomen epibenthische organismen zal bewaren hangt in hoofdzaak af van de maaswijdte van het net. De invloed

van de maaswijdte op de samenstelling van de commerciële garnaalvangsten werd reeds door verschillende auteurs bestudeerd. In deze onderzoeken, die vanuit een economisch oogpunt werden benaderd (verbetering van het visserij-rendement), werd uitsluitend aandacht besteed aan *Crangon crangon* [Gillis (1952); Bohl en Koura (1962) en Kurc, Faure en Laurent (1965)] of aan *Pandalus montagui* [Mistakidis (1958)]. De resultaten van deze onderzoeken laten echter niet toe een schatting te maken van de verhouding tussen de totale aanwezige biomassa van *Crangon crangon* of *Pandalus montagui* en de fractie van de biomassa die in de vangsten terecht komt.

De selectiviteit van een otter- of boomtrawl speelt niet alleen een rol in de waargenomen biomassa of densiteit van *Crangon crangon* of *Pandalus montagui*; ook de waarnemingen omtrent alle andere epibenthische species worden door de selectiviteit van het net gemodificeerd. Exakte kwantitatieve gegevens zijn hierover echter niet bekend.

Uit deze bespreking volgt dat de waargenomen densiteiten van de epibenthische species (in gram vers of droog gewicht per m^2), berekend op basis van de vangstgegevens, ver beneden de effectief aanwezige densiteiten van deze species liggen. Voor sommige organismen zijn de minimale waarden van de conversie-factoren voor de omrekening van de waargenomen densiteiten tot effectieve densiteiten uit de bibliografie bekend [De Groot (1973)] (tabel 1). Deze factoren kunnen echter groter zijn vermits bij hun evaluatie enkel rekening werd gehouden met de opnameefficiëntie van de trawl en niet met de selectiviteit van het net. Voor *Crangon crangon* werd de grootte-orde van de conversie-factor geschat aan de hand van een hypothetische selectiviteitskurve en aan de hand van de vorm van de lengte-frequentie-verdelingen (tabel 1). Voor *Ophiura species* tenslotte werd, in analogie, dezelfde conversie-factor gebruikt als voor *Crangon crangon* (tabel 1).

In de verdere tekst zal een onderscheid tussen 'waargenomen' en 'geschatte totale' densiteiten of biomassa's worden gemaakt. De waargenomen densiteiten of biomassa's werden op basis van de vangst-analyses

Tabel 1

Samenvatting van de conversie-factoren, gebruikt voor de omrekening van "waargenomen" densiteiten naar "geschatte totale" densiteiten

Groep of species	Conversie-faktor	Bron
Bryozoa		
<i>Alcyonidium gelatinosum</i> (L.)	≥ 3	De Groot (1973)
<i>Flustra foliacea</i> (L.)	≥ 3	De Groot (1973)
Crustacea		
<i>Crangon crangon</i> (L.)	≥ 3	Schatting
<i>Pagurus bernhardus</i> (L.)	≥ 1,6	De Groot (1973)
<i>Macropipus holsatus</i> (Fabricius)	≥ 5	De Groot (1973)
Echinodermata		
<i>Asterias rubens</i> (L.)	≥ 3	De Groot (1973)
<i>Ophiura species</i>	≥ 3	Schatting

berekend. De geschatte totale densiteiten en biomassa's werden verkregen als het produkt van de waargenomen densiteiten of biomassa's met de overeenkomstige conversie-factoren (tabel 1).

3.- Qualitatieve samenstelling van het epibenthos

Tabel 2

Verdeling van de waargenomen species over de verschillende phyla en classes

Phylum of classis	Aantal species
<i>Porifera</i>	1
<i>Coelenterata</i>	11
Hydrozoa	6
Anthozoa	5
<i>Mollusca</i> *	11
Gastropoda	7
Cephalopoda	4
<i>Bryozoa</i>	3
<i>Arthropoda</i> *	28
Pantopoda	1
Crustacea	27
<i>Echinodermata</i> *	3
Asteroidea	1
Ophiuroidea	2
<i>Tunicata</i>	1

* uitsluitend epibenthische species.

In de belgische kustwateren werden gedurende de periode januari 1973 - juni 1975 in totaal ongeveer 60 verschillende epibenthische species, behorende tot zeven phyla, waargenomen (tabel 2). Een volledige faunistische lijst werd in tabel 3 toegevoegd.

Tabel 3

Semi-quantitatief overzicht van de epibenthische species waargenomen in de Belgische kustwateren gedurende de periode 01-1973 - 06-1975.

Species	WD	VR	TB	BK
Aantal bemonsteringen	125	105	80	413
Phylum PORIFERA				
Halichondridae				
<i>Halichondria panicea</i> (Pallas)	RR	RR	RR	RR
Phylum COELENTERATA				
Classis HYDROZOA				
Tubulariidae				
<i>Tubularia species</i>	R	R	R	R
Hydractiniidae				
<i>Hydractinia echinata</i> (Fleming)	C	CC	CC	CC
Campanulariidae				
<i>Laomedea species</i>	CC	CC	CC	CC
Sertulariidae				
<i>Abietinaria abietina</i> (L.)	C	C	C	C
<i>Hydrallmania falcata</i> (L.)	C	C	C	C
<i>Sertularia species</i>	C	C	C	C
Classis ANTHOZOA				
Alcyoniidae				
<i>Alcyonium digitatum</i> L.	-	-	-	RR
Actiniidae				
<i>Actinia equina</i> L.	C	C	CC	C
<i>Tealia felina</i> (L.)	R	C	CC	C
Metridiidae				
<i>Metridium senile</i> (L.)	C	C	CC	C
Hormathiidae				
<i>Calliactis parasitica</i> (Couch)	-	-	-	RRR
Phylum MOLLUSCA				
Classis GASTROPODA				
Naticidae				
<i>Natica catena</i> (Da Coasta)	RR	RR	RR	RR
<i>Natica alderi</i> (Forbes)	R	R	R	R
Calyptraeidae				
<i>Crepidula fornicata</i> (L.)	C	C	C	C
Muricidae				
<i>Thais lapillus</i> (L.)	RRR	-	-	RRR
Buccinidae				
<i>Buccinum undatum</i> L.	C	C	C	C
Acanthodorididae				
<i>Acanthodoris pilosa</i> (Müller)	RR	-	-	RR
Dendronotidae				
<i>Dendronotus frondosus</i> (Ascanius)	-	-	RRR	RRR

Classis CEPHALOPODA				
Sepiidae				
<i>Sepia officinalis</i> L.	CC*	C*	C*	C*
Sepiolidae				
<i>Sepioteuthis atlantica</i> d'Orbigny	C	C	C	C
Loliginidae				
<i>Loligo vulgaris</i> (Lamarck)	RR*	RR*	RR*	RR*
<i>Allotheuthis subulata</i> (Lamarck)	C	C	C	C
Phylum BRYOZOA				
Alcyonidiidae				
<i>Alcyonidium gelatinosum</i> (L.)	CC	C	C	C
<i>Alcyonidium polycom</i> (Hasall)	RR	RR	-	RR
Flustridae				
<i>Flustra foliacea</i> (L.)	C	C	C	C
Phylum ARTHROPODA				
Classis PANTOPODA				
Pycnogonidae				
<i>Pycnogonum littorale</i> (Ström)	-	-	-	RRR
Classis CRUSTACEA				
Diastylidae				
<i>Diastylis species</i>	R	R	C	R
Idoteidae				
<i>Idotea balthica</i> (Pallas)	RR	-	-	RR
<i>Idotea linearis</i> (L.)	C	C	C	C
Amphipoda				
Niet gedetermineerde species	CC	CC	CC	CC
Pandalidae				
<i>Pandalus montagu</i> (Leach)	C	C	C	C
<i>Pandalina brevirostris</i> (Rathke)	-	-	RR	RR
Hippolytidae				
<i>Hippolyte varians</i> (Leach)	RR	RR	-	RR
Processidae				
<i>Processa species</i>	RR	RR	RR	RR
Palaemonidae				
<i>Palaemon serratus</i> (Pennant)	RRR	-	-	RR
Crangonidae				
<i>Crangon crangon</i> (L.)	CCD	CCD	CCD	CCD
<i>Crangon allmanni</i> (Kinahan)	-	C	CC	C
<i>Pontophilus trispinosus</i> (Hail.)	R	R	R	R
Paguridae				
<i>Pagurus bernhardus</i> (L.)	CC	CC	CC	CC
Porcellanidae				
<i>Porcellana longicornis</i> (Pennant)	RR	RR	RR	RR
Cancridae				
<i>Cancer pagurus</i> L.	RRR	RR	RR	RR
Portunidae				
<i>Macropipus holsatus</i> (Fabricius)	CCD	CCD	CCD	CCD
<i>Macropipus puber</i> (L.)	R	R	R	R
<i>Macropipus arcuatus</i> (Leach)	RR	RR	-	RR
<i>Carcinus maenas</i> (L.)	C	R	-	R
<i>Portunus latipes</i> (Pennant)	-	-	-	RRR
Thiidae				
<i>Thia polita</i> (Leach)	-	RR	-	RR
Pinnotheridae				
<i>Pinnotheres pisum</i> (Pennant)	RR	RR	-	RR
Leucosiidae				
<i>Ebalia tumefacta</i> (Montagu)	-	-	-	RRR
Majidae				
<i>Eurynome aspersa</i> (Pennant)	-	-	-	RRR
<i>Inachus dorsettensis</i> (Pennant)	-	-	-	RRR
<i>Hyas araneus</i> (L.)	-	-	-	RRR
<i>Macropodia rostrata</i> (L.)	CC	CC	CC	CC

Phylum ECHINODERMATA				
Asteriidae				
<i>Asterias rubens</i> (L.)	CCD	CCD	CCD	CCD
Ophiotrichidae				
<i>Ophiothrix fragilis</i> (Abildgaard)	-	-	-	RRR
Ophirolepidae				
<i>Ophiura species</i>	CC	CCD	CCD	CCD
Echinidae				
<i>Psammechinus miliaris</i> (Gmelin)	R	C	C	C
Spatangidae				
<i>Echinocardium cordatum</i> (Pennant)	C	C	CC	C
Phylum CHORDATA				
Sub-phylum TUNICATA				
Cionidae				
<i>Ciona intestinalis</i> (L.)	-	-	-	RRR

* De gegevens voor *Sepia* en *Loligo* hebben alleen betrekking op de densiteiten gedurende de voortplantingsperiode (mei-juli).

Verklaring van de symbolen :

WD : Westdiep
 VR : Vlakte van de Raan
 TB : Thornton Bank
 BK : Belgische kust (volledig)
 CCD : zeer talrijk, dominante species
 CC : talrijk tot zeer talrijk maar niet dominant
 C : vrij talrijk tot talrijk
 R : vrij zeldzaam tot zeldzaam
 RR : zeldzaam tot zeer zeldzaam
 RRR : zeer zeldzaam, slechts één maal waargenomen
 - : niet waargenomen

4.- Quantitatieve samenstelling van het epibenthos

4.1.- Westdiep

De epibenthische fauna van het Westdiep wordt volledig door de *Decapoda* gedomineerd (tabel 4 en figuur 4). Het aandeel van deze groep in de totale waargenomen epibenthische biomassa bedroeg gemiddeld ongeveer 85 %. De belangrijkste vertegenwoordigers van de *Decapoda* zijn *Macropus holsatus* en *Crangon crangon*, die samen ongeveer 83,5 % van de totale biomassa van het epibenthos uitmaken (tabel 4).

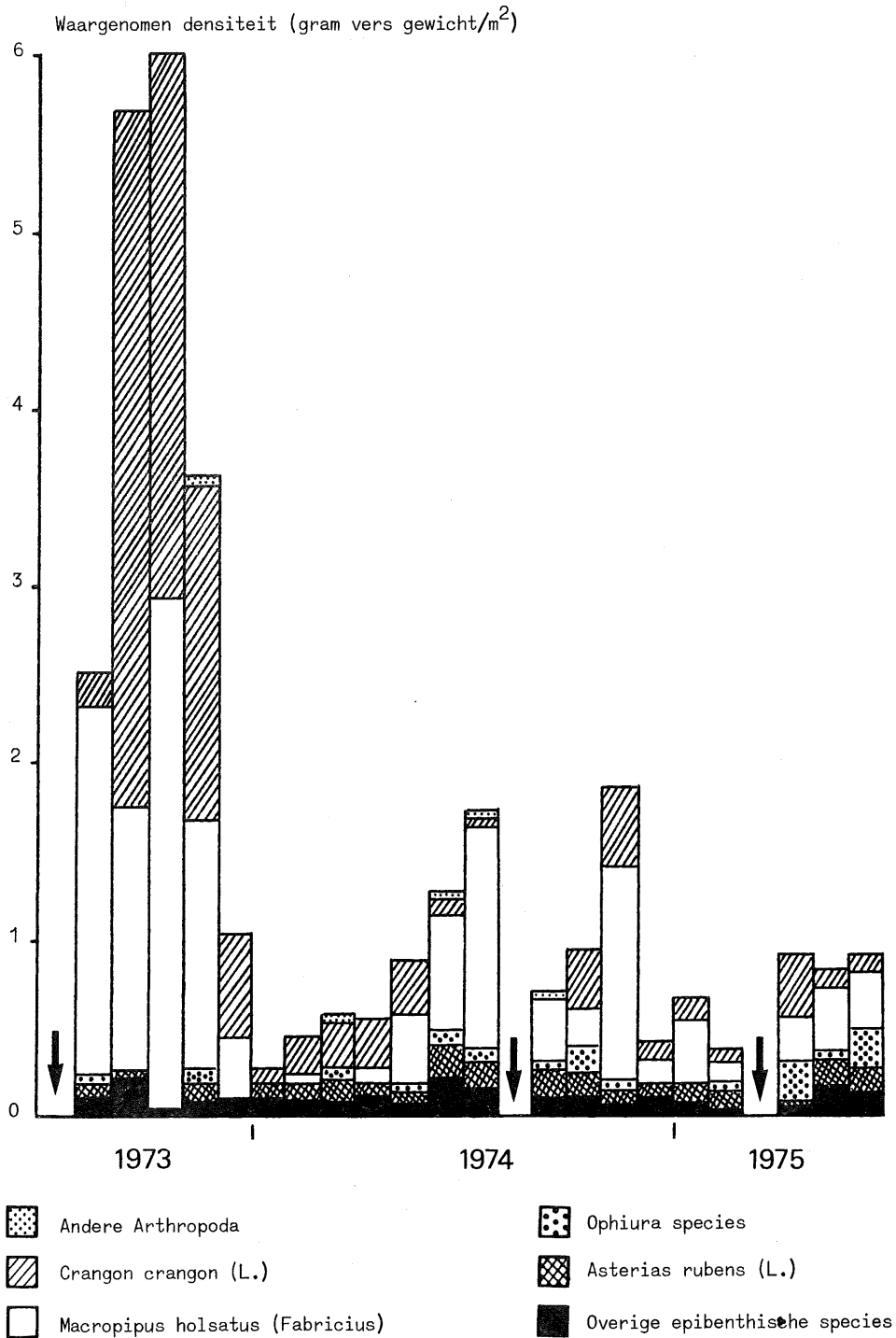


fig. 4.

Maandelijkse quantitative samenstelling van het epibenthos in het Westdiep. Periode : juli 1973 - juni 1975. De pijlen duiden de maanden aan waarin geen bemonstering gebeurde.

Met uitzondering van de *Echinodermata* zijn alle overige epibenthische species in het Westdiep duidelijk minoritair (tabel 4 en figuur 4).

4.2.- Vlakte van de Raan

Op de Vlakte van de Raan wordt het epibenthos eveneens, zij het dan in mindere mate dan in het Westdiep, door de *Decapoda* gedomineerd (tabel 4 en figuur 5). De *Decapoda* vertegenwoordigen in dit gebied ge-

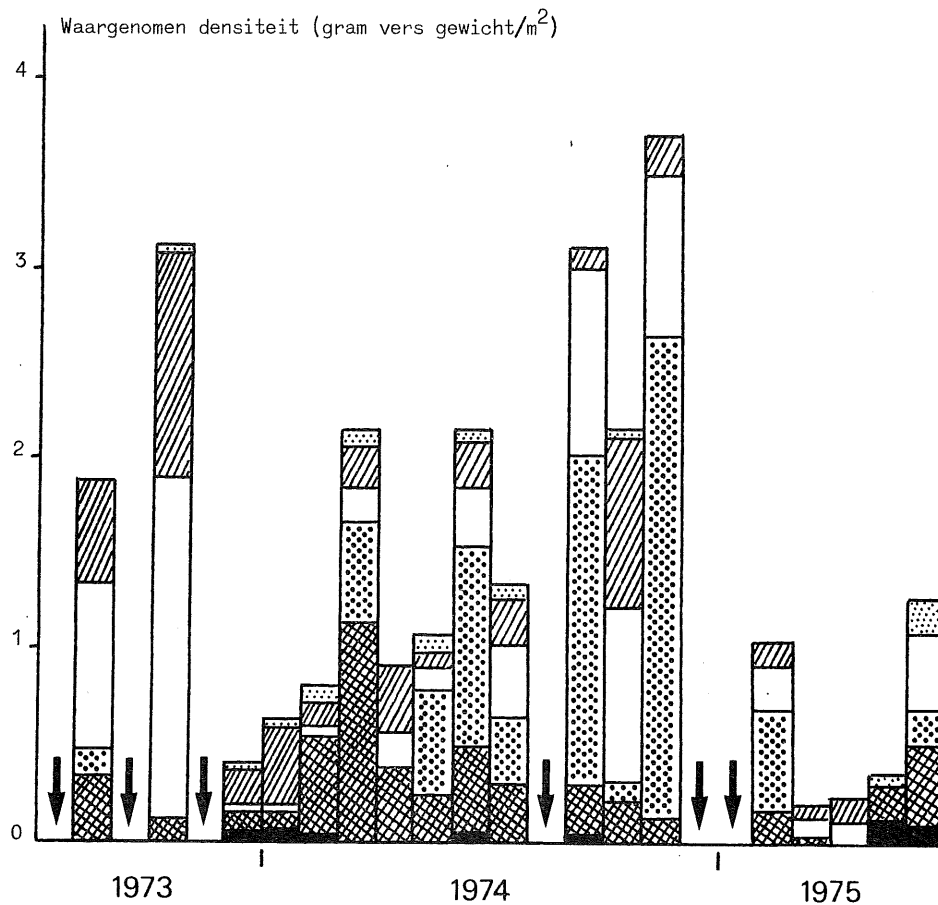


fig. 5.

Maandelijks kwantitatieve samenstelling van het epibenthos op de Vlakte van de Raan. Periode : juli 1973 - juni 1975. De pijlen duiden de maanden aan waarin geen bemonstering gebeurde.

Tabel 4

Gemiddelde waargenomen densiteit (in gram vers gewicht per 10.000 m²) en relatieve of procentuele talrijkheid van de epibenthische organismen op de Thornton Bank, op de Vlakte van de Raan en in het Westdiep gedurende de periode juli 1973 tot juni 1975.

Groep of species	Thornton Bank		Vlakte van de Raan		Westdiep	
	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
Epibenthische Invertebrata (totaal)	16066	100,00	18261	100,00	14919	100,00
<u>Porifera</u>	1	< 0,01	1	< 0,01	< 1	< 0,01
<u>Coelenterata</u>	118	0,73	556	3,04	142	0,96
Hydrozoa	104	0,65	137	0,75	134	0,90
Anthozoa	14	0,08	419	2,29	8	0,06
<u>Mollusca</u> (uitsluitend epibenthische species) *	98	0,61	175	0,96	170	1,14
Gastropoda *	12	0,07	30	0,17	3	0,02
Cephalopoda *	86	0,53	145	0,79	167	1,12
<u>Bryozoa</u>	17	0,10	16	0,09	238	1,59
<u>Arthropoda</u> (uitsluitend epibenthische species)	8532	53,11	6712	36,76	12682	85,00
Decapoda	8521	53,04	6712	36,76	12680	84,99
Crangon crangon (L.)	2927	18,22	2403	13,16	5242	35,13
Pagurus bernhardus (L.) *	351	2,18	477	2,61	191	1,28
Macropipus holsatus (Fabricius)	5203	32,38	3622	19,83	7210	48,32
Overige Decapoda	40	0,25	210	1,15	37	0,25
<u>Echinodermata</u> (uitsluitend epibenthische species)	7299	45,43	10802	59,15	1688	11,31
Asterias rubens (L.)	2570	16,00	2680	14,68	1020	6,84
Ophiura species	4729	29,43	8122	44,48	668	4,47

(1) Gemiddelde waargenomen densiteit (gram vers gewicht/10.000 m²)

(2) Relatieve of procentuele talrijkheid

* Inclusief schelpen

middeld ongeveer 53 % van de totale waargenomen biomassa van het epibenthos. De *Echinodermata* leveren op de Vlakte van de Raan eveneens een aanzienlijke bijdrage tot de samenstelling van de epibenthische fauna. De bijdrage van deze groep tot de totale biomassa van het epibenthos bedroeg gemiddeld ongeveer 45,5 %. De voornaamste *Decapoda* zijn ook hier *Macropipus holsatus* en *Crangon crangon*; de belangrijkste *Echinodermata* zijn *Asterias rubens* en *Ophiura species* (tabel 4).

Op de Vlakte van de Raan werd, net zoals op de Thornton Bank, een tamelijk grote biomassa van *Pagurus bernhardus* aangetroffen. Alle overige epibenthische organismen zijn in dit gebied van veel minder quantitatief belang (tabel 4).

4.3.- Thornton Bank

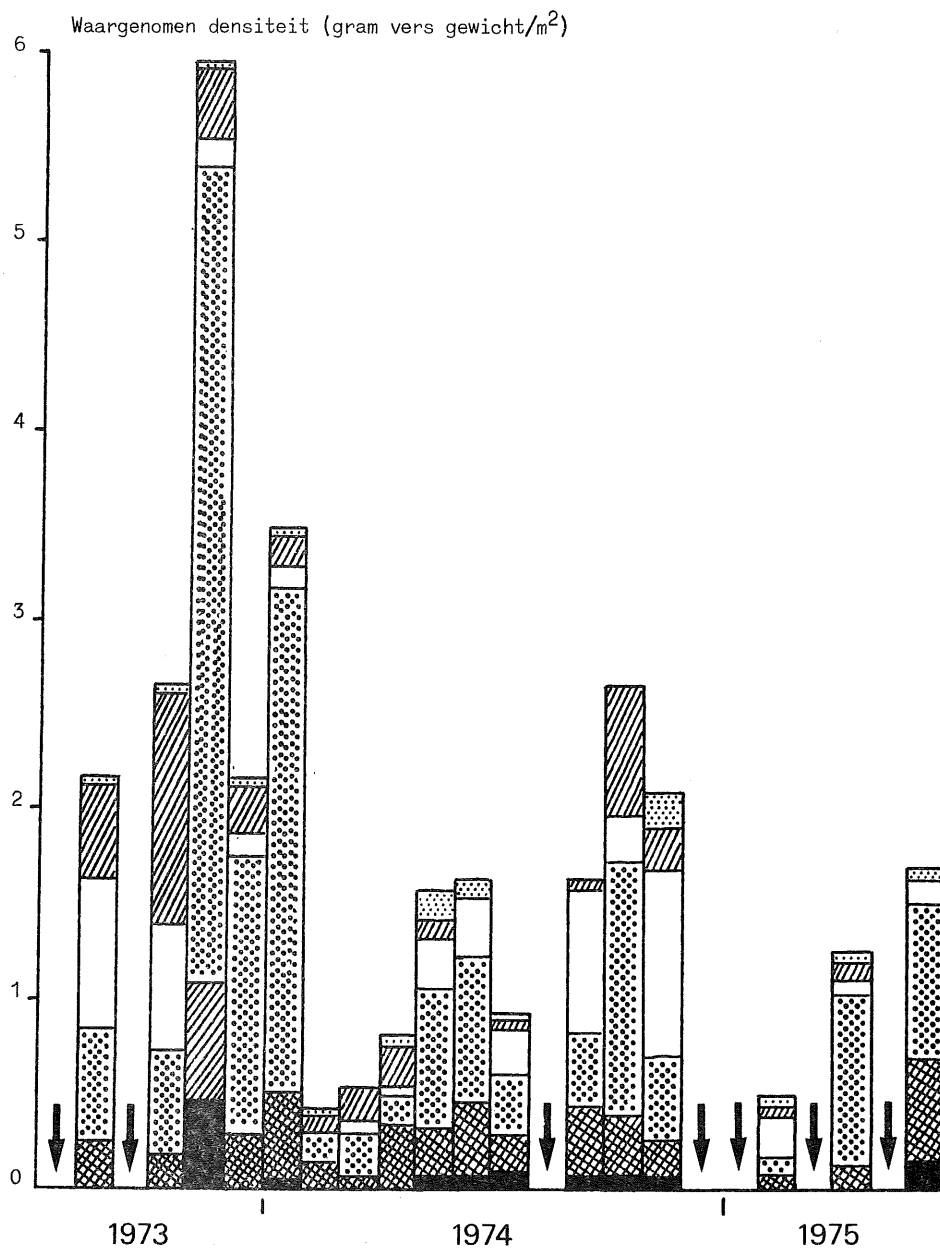


fig. 6.

Maandelijks kwantitatieve samenstelling van het epibenthos op de Thornton Bank. Periode : juli 1973 - juni 1975. De pijlen duiden de maanden aan waarin geen bemonstering gebeurde.

De epibenthische fauna van de Thornton Bank wordt hoofdzakelijk door de talrijke aanwezigheid van de *Echinodermata* gekarakteriseerd (tabel 4 en figuur 6). Deze groep levert een gemiddelde bijdrage van ongeveer 59 % tot de totale biomassa van het epibenthos. Ook de *Decapoda* komen in dit gebied in relatief grote concentraties voor maar hun aandeel in de totale epibenthische biomassa blijft tot een gemiddelde van ongeveer 37 % beperkt. De belangrijkste *Echinodermata* zijn *Asterias rubens* en *Ophiura species*; de voornaamste *Decapoda* zijn nogmaals *Macropipus hollatus* en *Crangon crangon* (tabel 4).

Met uitzondering van de *Anthozoa* en *Pagurus bernhardus* zijn alle overige epibenthische species op de Thornton Bank minoritair (tabel 4 en figuur 6).

De samenstelling van de epibenthische en benthische fauna van de Thornton Bank wijst er sterk op dat in dit gebied een *Abra-Echinocardium* levensgemeenschap voorkomt [Redant (1974) en (1975b)]. Deze levensgemeenschap wordt gekenmerkt door de talrijke aanwezigheid van *Abra alba* en *Echinocardium cordatum* [Blegvad (1917) en Petersen (1915), (1918) en (1924)]. Daarnaast komen in deze levensgemeenschap nog enkele andere typische species voor, waaronder verschillende *Lamellibranchia*, *Buccinum undatum*, *Nephtys species*, *Pectinaria koreni*, *Terebellidae*, *Ophiura albidata* of *Ophiura texturata*, *Daistylis species*, *Crangon allmanni* en *Paguridae* [Blegvad (1917) en Petersen (1924)]. De *Abra* levensgemeenschap is karakteristiek voor gebieden met een diepte van 10 tot 40 meter en een zachte bodem bestaande uit een klei-zand mengsel [Blegvad (1917); Petersen (1924) en Sparck (1935)].

4.4.- Dominante epibenthische species : algemeen besluit

Uit de kwantitatieve analyses, uitgevoerd in het Westdiep, de Vlake van de Raan en de Thornton Bank, volgt dat de epibenthische fauna van deze drie gebieden volledig door de *Decapoda* en de *Echinodermata* wordt gedomineerd. Deze beide groepen samen vertegenwoordigen gemiddeld minstens 95 % van de totale waargenomen biomassa van het epibenthos.

2°30'

2°35'

2°40'

2°45'

2°50'

2°55'

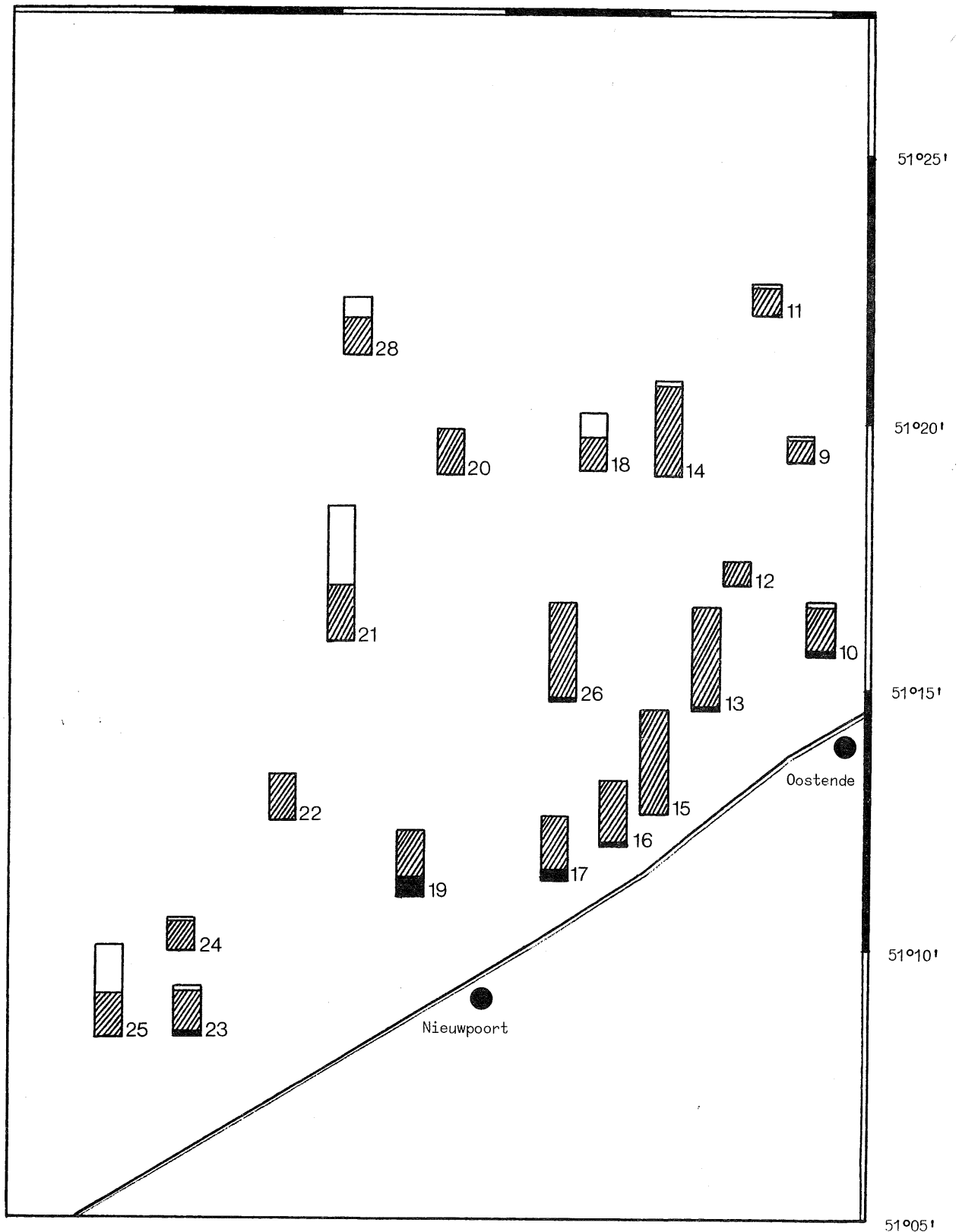


fig. 7a.

Quantitatieve samenstelling van het epibenthos langsheen de Belgische kust (westelijk gedeelte)
Periode : april 1974

Een hoogte van de balkjes van 1 cm komt met een waargenomen densiteit van 0,5 gram vers gewicht per m² overeen.

Wit : epibenthische Echinodermata; gearceerd : epibenthische Decapoda; zwart : overige epibenthische species.

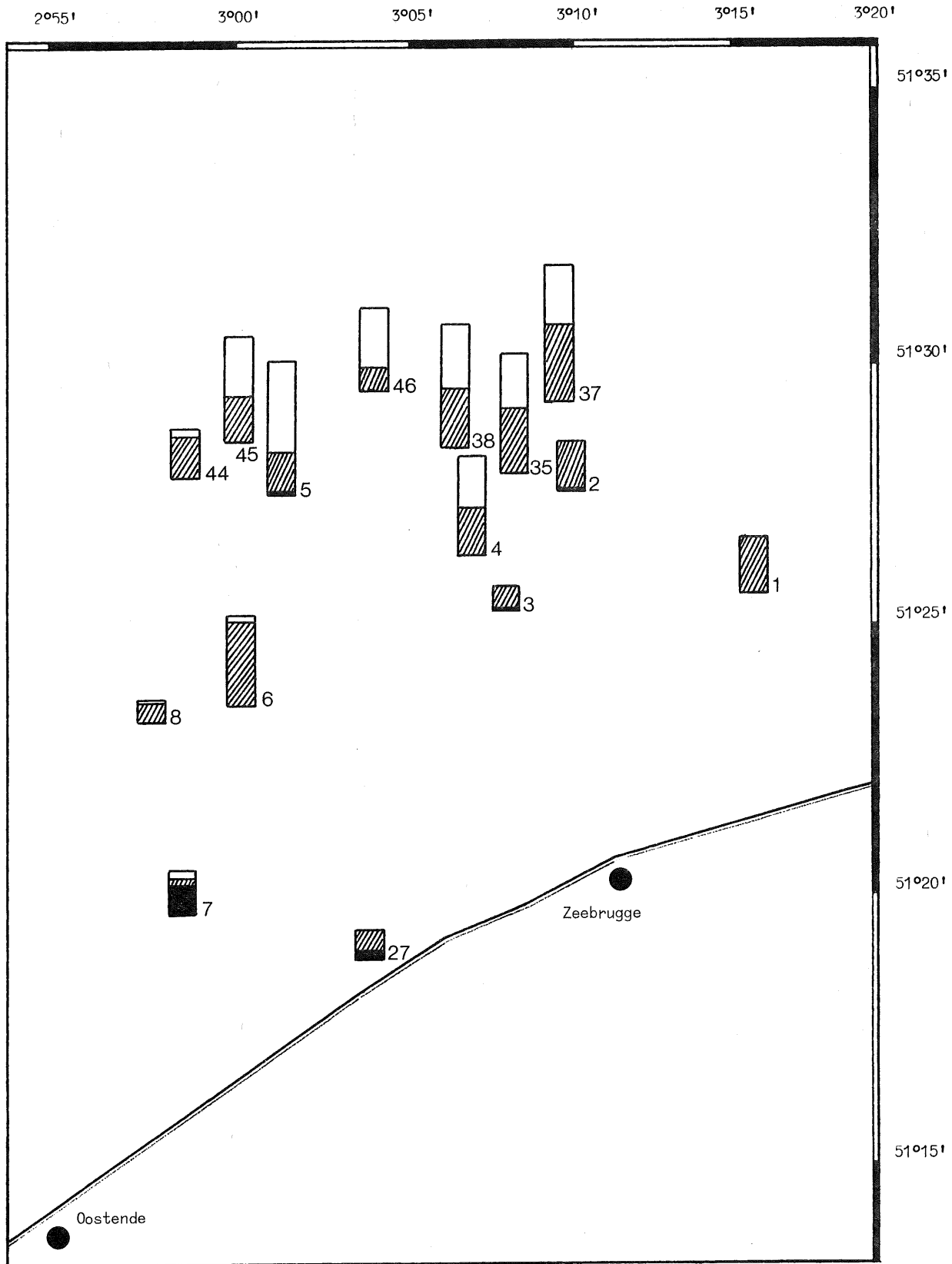


fig. 7b.

Quantitatieve samenstelling van het epibenthos langsheen de Belgische kust (oostelijk gedeelte)
 Periode : april 1974

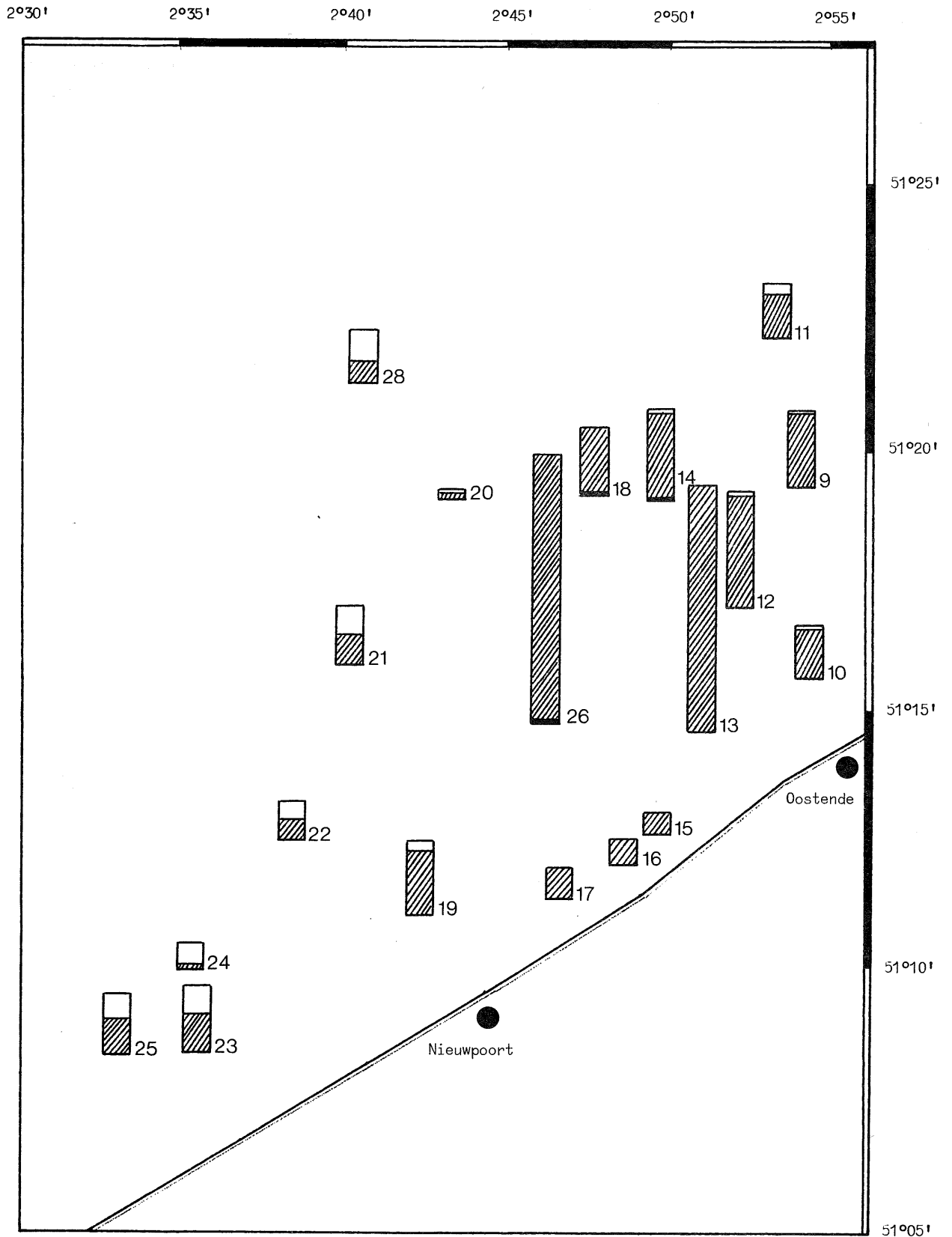


fig. 8a.

Quantitatieve samenstelling van het epibenthos langsheen de Belgische kust (westelijk gedeelte)
 Periode : oktober 1974

Een hoogte van de balkjes van 1 cm komt met een waargenomen densiteit van 1,0 gram vers gewicht per m² overeen.

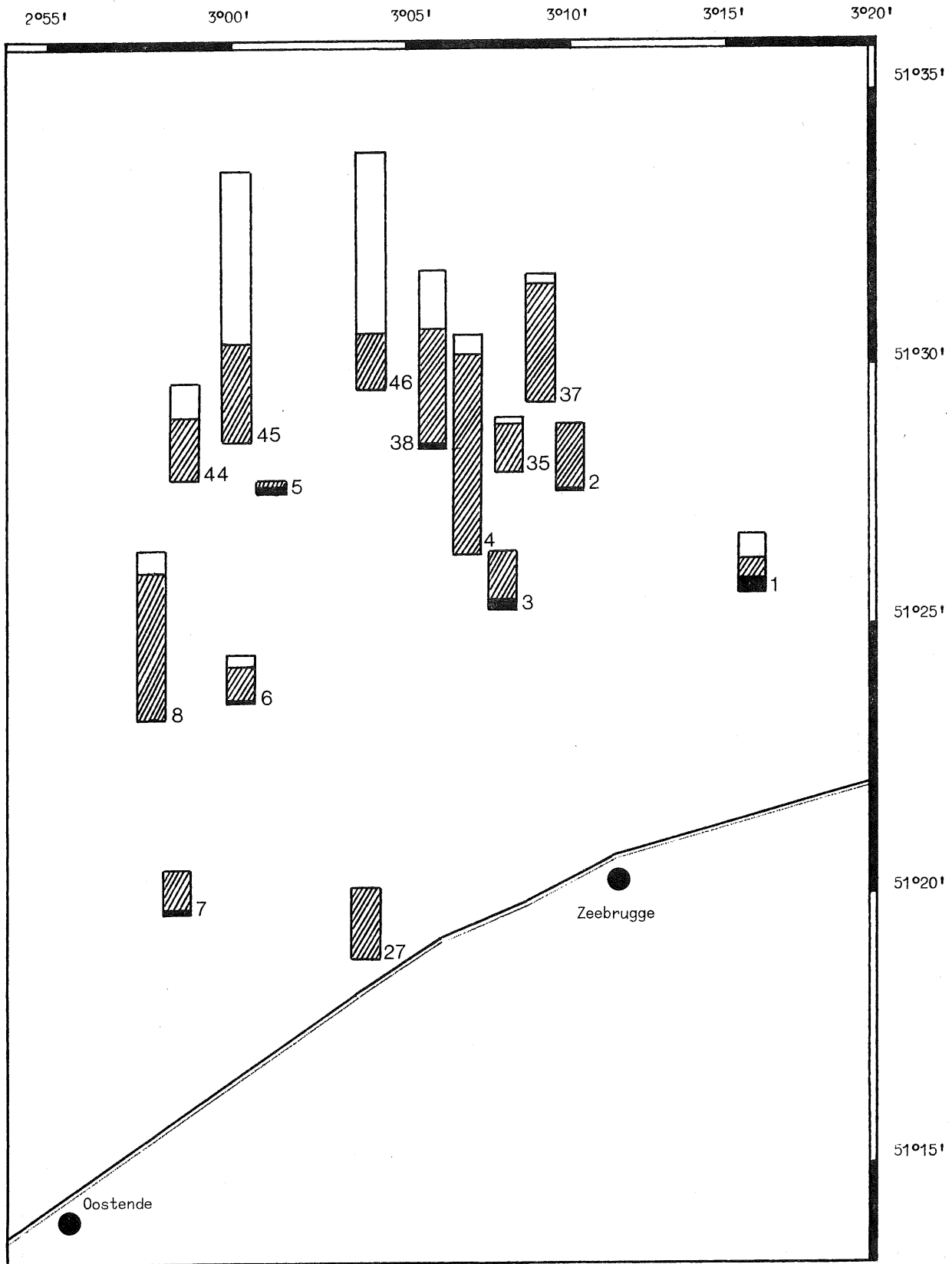


fig. 8b.

Quantitatieve samenstelling van het epibenthos langsheen de Belgische kust (westelijk gedeelte)
 Periode : oktober 1974

De vier dominante species, namelijk de Decapoda *Macropipus holsatus* en *Crangon crangon* en de Echinodermata *Asterias rubens* en *Ophiura species*, nemen samen gemiddeld minstens 90 % van de totale epibenthische biomassa voor hun rekening (tabel 4).

De dominantie van het epibenthos door de Decapoda en de Echinodermata is een algemeen verschijnsel in de belgische kustwateren. Zulks wordt zeer duidelijk aangetoond door de resultaten van de halfjaarlijkse bemonsteringen. Op enkele zeldzame uitzonderingen na bleek op alle staalname-stations de epibenthische fauna voor minstens 80 % uit Decapoda en Echinodermata te bestaan. Ter illustratie werden de resultaten van de halfjaarlijkse bestandsopnamen van april en oktober 1974 in kaart gebracht (figuren 7 en 8).

5.- Maandelijkse evolutie van de densiteit van de dominante epibenthische species

Alvorens een aanvang kan worden gemaakt met de kwantitatieve modelering van het epibenthos is het noodzakelijk na te gaan welke fluctuaties in de densiteiten of biomassa's als betekenisvol kunnen worden beschouwd. Onder betekenisvolle fluctuaties wordt hier verstaan : schommelingen die het gevolg zijn van de voortplantingscyclus, groei of migraties van de beschouwde species of van een interactie tussen één of meerdere van deze factoren enerzijds en de natuurlijke of visserij-mortaliteit anderzijds.

5.1.- Macropipus holsatus (Fabricius)

Het verloop van de densiteit van de populatie van *Macropipus holsatus* vertoonde in de drie bestudeerde gebieden (Westdiep, Vlakte van de Raan en Thornton Bank) hetzelfde beeld (figuur 9). De maandelijkse gemiddelde densiteit van deze species is maximaal in augustus-november en

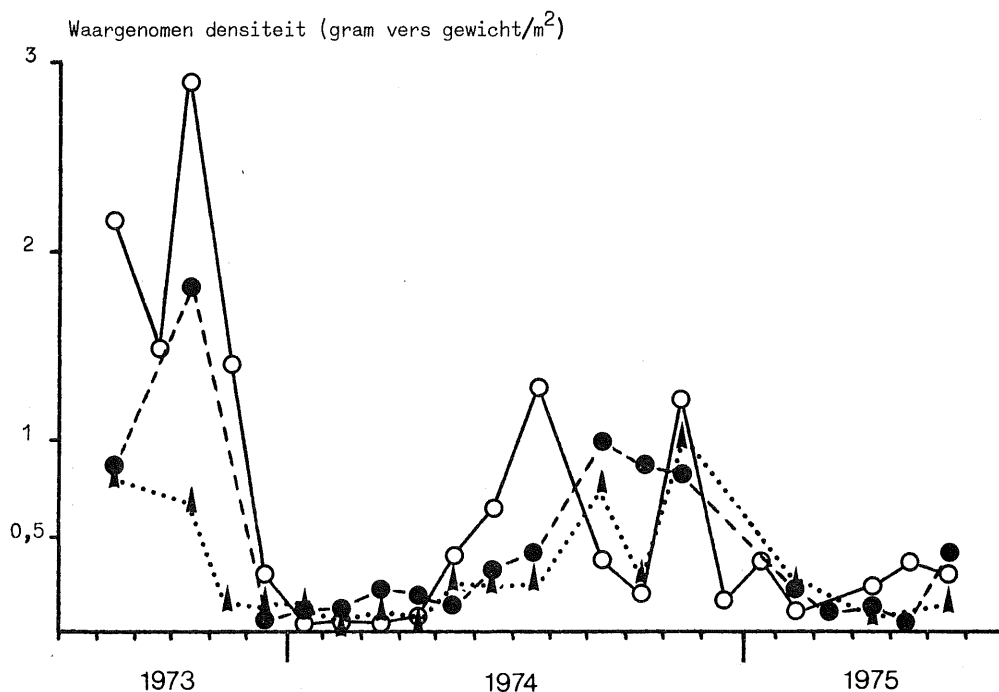


fig. 9.

Maandelijks gemiddelde densiteit van Macropipus holsatus in het Westdiep (O), de Vlake van de Raan (●) en de Thornton Bank (▲).

minimaal in januari-april. Deze evolutie stemt volledig overeen met de resultaten van analoge onderzoeken in de Duitse Bocht [Meyer-Waarden en Tiews (1965) en Tiews (1971)] en in de Nederlandse Waddenzee [Venema en Creutzberg (1973)].

De seizoenale veranderingen in de densiteit van *Macropipus holsatus* in de Nederlandse Waddenzee werden toegeschreven aan het bestaan van een temperatuur-saliniteit-afhankelijke migratie [Venema en Creutzberg (1973)]. Het fysiologisch mechanisme dat deze migratie veroorzaakt is nog niet volledig bekend [Venema en Creutzberg (1973)] maar zou van dezelfde aard kunnen zijn als datgene beschreven voor *Crangon crangon* [Broekema (1942)]. In de Belgische kustwateren echter is het zoutgehalte nagenoeg konstant

het ganse jaar door, zodat de hypothese omtrent het bestaan van een temperatuur-saliniteit-afhankelijke migratie, als verklaring voor de waargenomen fluktuaties in de biomassa, moeilijk kan worden weerhouden.

Een andere mogelijke verklaring voor de evolutie van de biomassa van *Macropipus holsatus* zou gevonden kunnen worden in de voortplantingscyclus en de groei van deze species. De eerste resultaten van een, in april 1974 gestart, onderzoek naar het voorkomen van eidragende wijfjes in de populatie van *Macropipus holsatus*, tonen aan dat deze species één voortplantingsperiode per jaar heeft, namelijk van april tot augustus-september. Analoge waarnemingen in de Ierse Zee [Bruce, Colman en Jones (1963)] bevestigen deze hypothese. De toename van de biomassa van *Macropipus holsatus* in juli-augustus (figuur 9) zou dan het gevolg kunnen zijn van het verschijnen van jonge individuen in de vangsten. Verder onderzoek omtrent de groeisnelheid van deze species is echter noodzakelijk om uit te maken tot welke jaar- of broedklasse deze jonge individuen behoren.

De afname van de biomassa in december-januari (figuur 9) kan te wijten zijn aan de mortaliteit tengevolge van de intensieve predatie in het najaar en van de gelijk tijdge visserij-inspanning van de garnaalvloot (cf. § 5.2).

5.2.- Crangon crangon (L.)

De evolutie van de densiteit van de populatie van *Crangon crangon* is identiek in de drie onderzochte gebieden (figuur 10). De maandelijks gemiddelde densiteit van deze species vertoont een uitgesproken maximum in september-november en een tweede, veel lager maximum in maart-april. Dit beeld stemt volledig overeen met de gegevens over de voortplanting, groei en mortaliteit van *Crangon crangon*.

Crangon crangon heeft jaarlijks twee voortplantingsperiodes : een winterperiode (hoogtepunt in oktober-november) en een voorjaars- of zomerperiode (hoogtepunt in april-juni) [Havinga (1930); Meyer (1935); Leloup (1952); Tiews (1954) en Schockaert (1964)]. In januari verschijnen

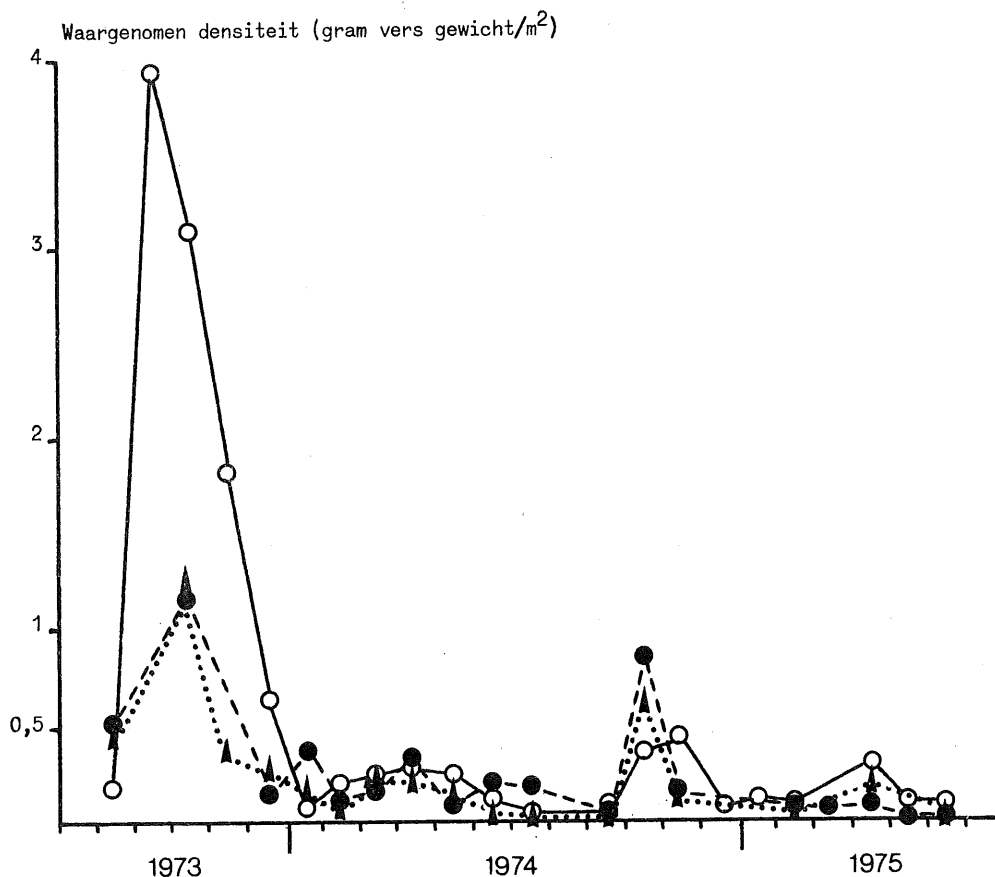


fig. 10.

Maandelijkse gemiddelde densiteit van *Crangon crangon* in het Westdiep (○), de Vlakte van de Raan (●) en de Thornton Bank (▲).

de larven van de winter-broedklasse in het plankton [Rees (1952)]. De larven van de voorjaars- of zomer-broedklasse verschijnen in de vroege zomer in het plankton [Rees (1952); Kuhl en Mann (1963); Plett (1964), (1965) en Elss (1969)].

De groeisnelheid van *Crangon crangon* hangt af van het geslacht en van de fysiologische ouderdom [Tiews (1954); Schockaert (1964); Meixner (1966), (1967), en (1969) en Redant (1972)]. Garnalen van de winter-broedklasse verschijnen vanaf maart-april in de vangsten als ondermaatse

individueën (< 50 mm); garnalen van de voorjaars- of zomer-broedklasse verschijnen pas vanaf augustus-september in de vangsten als ondermaatse individuen [Meyer (1935); Tiewis (1954); Schockaert (1964); Boddeke (1966a,b), (1970) en Redant (1972)].

De pasgeboren en juveniele *Crangon crangon* verschijnen slechts sporadisch in de vangsten (cf. § 2.3). De vangsten en dus ook de monsters, bestaan hoofdzakelijk uit adulte *Crangon crangon* (< 40 mm).

De stijging van de biomassa van juni tot oktober (figuur 10) valt samen met de input van juveniele *Crangon crangon* van de voorjaars- of zomer-broedklasse van datzelfde jaar en met het ogenblik waarop de ondermaatse *Crangon crangon* van vroegere broedklassen tot een commerciële lengte uitgroeien. Het maximum in de periode september-november valt trouwens volledig samen met het hoogtepunt in het rendement van de commerciële garnaalvisserij [De Clerck en Redant (1974a,b)].

Gedurende de herfst en de winter is de predatie-druk, door de talrijke seizoenale aanwezigheid van natuurlijke vijanden, zeer hoog [Redant (1975a)]. Dit veroorzaakt een aanzienlijke mortaliteit, zowel van de ondermaatse als van de commerciële garnaalstock. In sommige perioden kan deze predatie-druk zo zwaar zijn dat de garnaalvisserij erdoor in een crisis-situatie terecht komt [Boddeke (1971); Boddeke en Daan (1971); De Clerck en Redant (1974a) en Redant en De Clerck (1975)].

In het najaar wordt de commerciële garnaalstock door een intensieve bevissing uitgedund. Deze bevissing heeft echter ook nadelige gevolgen voor de jonge *Crangon crangon*. Uit proeven is namelijk gebleken dat 15 tot 25 % van de ondermaatse garnalen een verblijf van 30 minuten buiten zeewater niet overleven [Mistakidis (1958)]. Een dergelijke onrechtstreekse visserij-mortaliteit zou ook de daling in de biomassa van *Macropipus holsatus* in november-december, althans gedeeltelijk, kunnen verklaren (cf. § 5.1)

De stijging van de biomassa van *Crangon crangon* in februari-maart valt samen met de input van juveniele individuen van de winter-broedklasse in de vangsten.

De daling van de biomassa vanaf april-mei zou dan te wijten zijn aan de predatie-mortaliteit en de onrechtstreekse visserij-mortaliteit van de ondermaatse garnalen in de loop van het vroege voorjaar en aan de uitdunning van de commerciële garnaalstock door de visserij in de periode maart-april.

5.3.- Asterias rubens (L.)

In de evolutie van de densiteit van *Asterias rubens* is geen algemene tendens te herkennen (figuur 11). Deze species werd gedurende de periode juli 1973 - juni 1975 slechts op enkele staalname-stations waargenomen en de concentraties varieerden zeer sterk van maand tot maand.

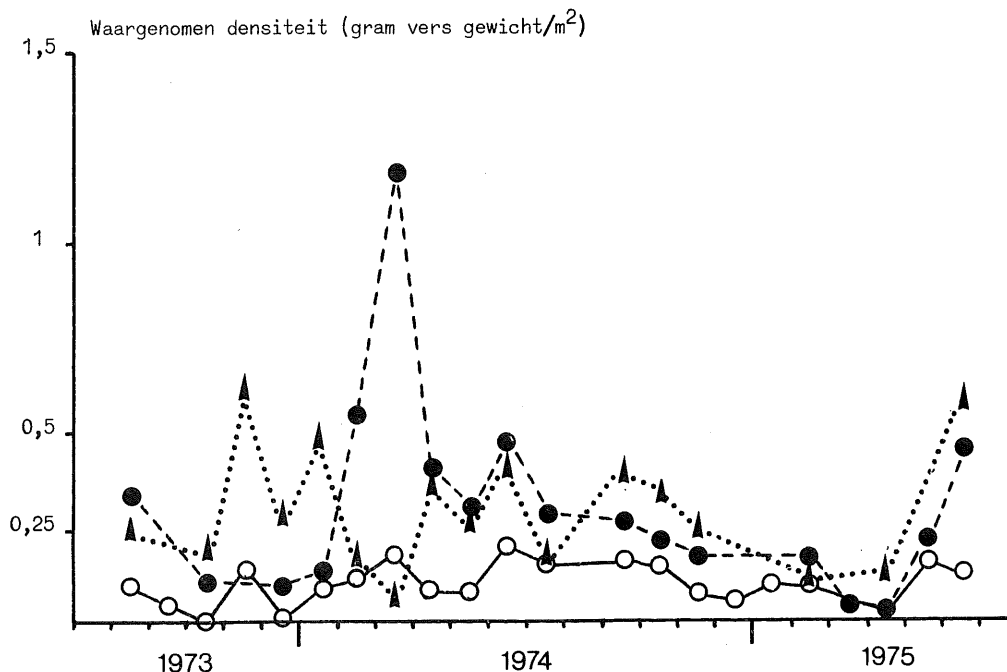


fig. 11.

Maandelijks gemiddelde densiteit van *Asterias rubens* in het Westdiep (O), de Vlakte van de Raan (●) en de Thornton Bank (▲).

Deze schommelingen op korte termijn kunnen niet aan de hand van de levenscyclus van *Asterias rubens* worden verklaard. Deze species plant

zich slechts één maal per jaar voort [Barnes (1968)] en heeft een vrij lange levensduur (circa 3 jaar). Het is dus zeer goed mogelijk dat de waargenomen fluktuaties helemaal niet met reële schommelingen in de populatie-sterkte van *Asterias rubens* overeenstemmen.

5.4.- Ophiura species

De densiteiten van *Ophiura species* vertonen eveneens grote schommelingen (figuur 12) maar deze zijn van een gans andere aard dan bij

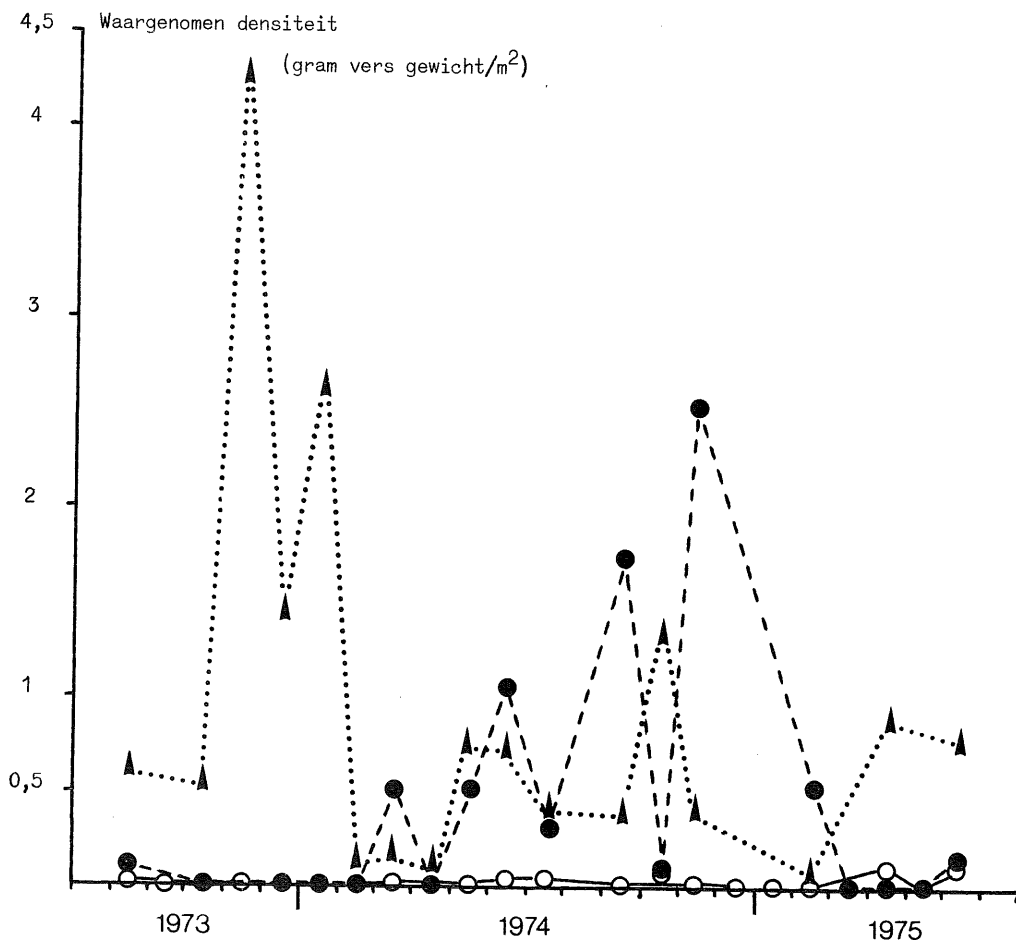


fig. 12.

Maandelijkse gemiddelde densiteit van *Ophiura species* in het Westdiep (O), de Vlake van de Raan (●) en de Thornton Bank (▲).

Asterias rubens. De waargenomen fluktuaties komen in de regel neer op een éénmalig maximum in de biomassa, dat zich gedurende één of twee maanden op een bepaald station manifesteert en dat daarna weer verdwijnt.

Verschillende hypothesen, die een mogelijke verklaring voor deze fluktuaties zouden kunnen geven, werden aan de hand van bibliografische gegevens getest [Redant (1975b)]. In een van deze hypothesen werd gesteld dat de fluktuaties het gevolg zouden zijn van de vorming van aggregaties (zgn. *beds*), zoals beschreven voor *Ophiothrix fragilis*, *Ophiocomina nigra* en *Ophiopholis aculeata* [Allen (1899); Ursin (1960) en Warner (1969)]. Een andere mogelijke verklaring werd gezocht in de plotse toename van de epibenthische biomassa door *spat-fall* (d.i. de overgang van de planktonische ophiopluteus-larve naar de benthische fase) zoals deze werd waargenomen bij *Ophiura albida* en *Ophiura texturata* [Caspers (1939) en Ursin (1960)]. Geen van beide hypothesen kon echter alle waargenomen fluktuaties in de densiteit van *Ophiura species* verklaren [Redant (1975b)].

5.5.- Besluit

De maandelijkse evolutie van de densiteit van *Macropipus holsatus* en van *Crangon crangon* kan aan de hand van de interactie tussen voortplantingscyclus, groei, natuurlijke en visserij-mortaliteit worden verklaard. Voor de fluktuaties in de biomassa van *Asterias rubens* en *Ophiura species* bestaat momenteel nog geen voldoende gevende verklaring.

6.- Schattingen van de totale biomassa van het epibenthos in de belgische kustwateren

6.1.- Representativiteit van de maandelijkse bemonsteringen

In eerste instantie werd onderzocht of de kwantitatieve resultaten van de epibenthos-analyses op de maandelijks bemonsterde stations representatief zijn voor de belgische kustwateren. Onder belgische kustwateren

wordt hier verstaan : een gebied met een totale oppervlakte van 1.250 km² dat in het zuid-oosten begrensd wordt door de kustlijn, in het zuid-westen en in het noord-oosten door respectievelijk de belgische-franse en de belgische-nederlandse grens en in het noord-westen door een parallel met de kustlijn op een afstand van 10 zeemijl (18,5 km) (figuur 1).

Bij dit representativiteits-onderzoek werden de staalname-stations van de Thornton Bank buiten beschouwing gelaten vermits uit de resultaten van de kwantitatieve epibenthos-analyses duidelijk is gebleken dat dit gebied een karakteristieke fauna herbergt [Redant (1974) en (1975b)] (cf. §4.3). De Thornton Bank ligt trouwens ook niet binnen de zone van 10 zeemijl (figuur 1).

Aan de hand van statistische testen werd nagegaan of er al dan niet een significant verschil bestaat tussen de gemiddelde densiteit van de dominante epibenthische species op de staalname-stations van de halfjaarlijkse bestandsopnamen enerzijds en de gemiddelde densiteit van deze species op de maandelijkse staalname-stations van het Westdiep en de Vlakte van de Raan anderzijds. Hierbij werd van de veronderstelling uitgegaan dat de stations van de halfjaarlijkse bestandsopnamen (figuur 1) representatief zijn voor de belgische kustwateren.

In totaal werden voor elke dominante epibenthische species vijf testen uitgevoerd. Het algemeen besluit uit deze statistische analyses is dat er *geen* significant verschil bestaat tussen beide groepen staalname-stations die met elkaar werden vergeleken. De schattingen van de totale biomassa van het epibenthos in de belgische kustwateren kunnen dus, met voldoende nauwkeurigheid, op de resultaten van de maandelijkse bemonsteringen in het Westdiep en de Vlakte van de Raan worden gebaseerd.

6.2.- Schattingen van de biomassa van het epibenthos

De schattingen van de gemiddelde densiteit en van de totale biomassa van de dominante epibenthische species (tabel 5) werden berekend aan de hand van

Tabel 5

Schattingen van de gemiddelde jaarlijkse densiteit en de totale biomassa van het epibenthos in de Belgische kustwateren (= zone 1250 km²)

Species	Gem. densiteit			Totale biomassa		
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
<u>Macropipus holsatus</u> (Fabr.)	3,10	1,12	0,22	3879,0	1396,5	279,5
<u>Crangon crangon</u> (L.)	1,23	0,36	0,07	1531,5	444,0	89,0
<u>Asterias rubens</u> (L.)	0,54	0,19	0,04	673,0	235,5	47,0
<u>Ophiura species</u>	0,81	0,45	0,09	1012,0	556,5	111,5
Dominante species (totaal)	5,68	2,12	0,42	7095,5	2632,5	527,0
Epibenthos (totaal)	6,31	2,36	0,47	7884,0	2925,0	585,5

(1) gram vers gewicht/m²
 (2) gram droog gewicht/m²
 (3) gram C/m²

(4) 10⁶ gram vers gewicht
 (5) 10⁶ gram droog gewicht
 (6) 10⁶ gram C

i) de gemiddelde jaarlijkse waargenomen densiteiten van deze species in het Westdiep en de Vlakte van de Raan (tabel 4),

ii) de minimale waarden van de conversie-factoren voor de omrekening van de waargenomen densiteiten tot geschatte totale densiteiten (tabel 1),

iii) de conversie-factoren voor de omrekening van vers gewicht naar droog gewicht (Herman, pers. mededeling) en

iv) de conversie-factor voor de omrekening van drooggewicht naar gewicht in gram koolstof, namelijk 0,20 .

Uit de resultaten van deze berekeningen (tabel 5) blijkt zeer duidelijk dat, gedurende de periode juli 1973 - juni 1975, *Macropipus holsatus* veruit de belangrijkste epibenthische species was in de Belgische kustwateren. Deze species heeft een gemiddelde jaarlijkse densiteit van 1,12 gram droog gewicht/m², wat met een gemiddelde biomassa van ongeveer 1.400 ton droog gewicht overeen komt. De biomassa van *Macropipus holsatus* vertegenwoordigt ongeveer 48 % van de totale biomassa van het epibenthos in de Belgische kustwateren.

De gemiddelde jaarlijkse densiteit van *Crangon crangon* bedraagt 0,36 gram droog gewicht/m². De gemiddelde totale biomassa van deze species werd op ongeveer 450 ton droog gewicht geschat (tabel 5). Deze waarde komt met ongeveer 1.530 ton vers gewicht overeen. Gedurende de periode juli 1973 - juni 1975 bedroeg de gemiddelde jaarlijkse aanvoer van de garnaalvisserij ongeveer 1.650 ton (vers gewicht). Dit betekent dus dat de totale hoeveelheid *Crangon crangon*, die jaarlijks uit de populatie verdwijnt tengevolge van de visserij- en predatie-mortaliteit, veel groter is dan de gemiddelde biomassa van de *Crangon* populatie. Uit deze vaststelling volgt echter niet noodzakelijk dat de schatting van de gemiddelde jaarlijkse densiteit of van de totale biomassa van *Crangon crangon* daarom verkeerd is of dat de *Crangon* populatie met uitsterving bedreigd is. Zowel de predatie-als de visserij-mortaliteit zijn geen ogenblikkelijke maar wel continuë fenomenen. Het gedeelte van de biomassa van *Crangon crangon* dat uit de populatie verdwijnt tengevolge van predatie en visserij wordt doorlopend door de groei van de resterende individuen en door de inbreng van nieuwe broedklassen aangevuld (cf. § 5.2). Zolang de toename van de biomasse door groei en nataliteit de afname door mortaliteit blijft compenseren bestaat er geen gevaar voor de populatie.

De gemiddelde jaarlijkse densiteit van *Asterias rubens* en *Ophiura* species bedraagt respectievelijk 0,19 en 0,45 gram droog gewicht/m². Deze waarden komen met een totale biomassa binnen de belgische kustwateren van ongeveer 240 en 560 ton droog gewicht overeen (tabel 5).

De gemiddelde jaarlijkse densiteit van de vier zopas besproken epibenthische species samen is 2,12 gram droog gewicht/m² (tabel 5). Deze vier species vertegenwoordigen gemiddeld minstens 90 % van de biomassa van het epibenthos (cf. § 4.4). De gemiddelde jaarlijkse densiteit van alle epibenthische organismen samen zou dan ongeveer 2,36 gram droog gewicht/m² bedragen (tabel 5).

Deze schatting heeft dezelfde grootte-orde als de waarden die in de literatuur worden vermeld [Steele (1974)]. Deze auteur schat de ge-

middelste densiteit van de epibenthische en demersale fauna samen op ongeveer 2,50 gram droog gewicht/m². Uit de vergelijking van beide waarden volgt dat de gemiddelde jaarlijkse densiteit van de demersale fauna in de Belgische kustwateren slechts 0,14 gram droog gewicht/m² zou bedragen. Dit besluit is echter voorbarig vermits de waarde 2,50 gram droog gewicht/m² een gemiddelde voor de ganse Noordzee is, waarin dus zowel de hoog-productieve kustzones en estuaria (gemiddelde biomassa > 2,50 gram droog gewicht/m²) als de minder productieve zones in open zee (gemiddelde biomassa < 2,50 gram droog gewicht/m²) vervat zijn.

Referenties

- ALLEN, E.J., (1899). On the fauna and bottom-deposits near the thirty fathom line from Eddystone Grounds to Start Point, *J. Mar. Biol. Ass. U.K., N.S.*, V 4, 365.
- BARNES, R.D., (1968). Invertebrate zoology, ed. W.B. Saunders and Company, London.
- BLEGVAD, H., (1917). On the food of fish in the Danish waters within the Skaw, *Rep. Dan. Biol. Stat.*, XXIV, 17.
- BODDEKE, R., (1966a). De situatie in de garnalenvisserij, *Visserij-nieuws*, 19, 6, 90.
- BODDEKE, R., (1966b). Vangstverwachtingen voor de garnalenvisserij, *Visserij-nieuws*, 19, 9, 170.
- BODDEKE, R., (1970). De overbevissing van de garnalenstand, *Visserij*, XXIII, 1, 5.
- BODDEKE, R., (1971). The influence of the stornng 1969 and 1970 year-classes of cod on the stock of brown shrimp along the Netherlands coast in 1970 and 1971, *I.C.E.S., Shellfish and Benthos Comm.*, C.M. 1971/K : 32.
- BODDEKE, R. en DAAN, N., (1971). Waar zijn de garnalen gebleven? *Visserij*, XXIV, 323.
- BOHL, H. en KOURA, R., (1962). Selektionsversuche mit Garnelenkurren vor der nordfriesischen Küste, *Protok. Fisch. Techn.*, 8.

- BROEKEMA, M.M.M., (1942). Seasonal movements and osmotic behaviour of the shrimp *Crangon crangon* L., *Arch. Néerl. Zool.*, 6.
- BRUCE, J.R., COLMAN, J.S. en JONES, N.S., (1963). *Marine fauna of the Isle of Man and its surrounding seas*, ed. Liverpool University Press, memoir 36, partim *Eucarida*, 165.
- CASPERS, H., (1939). Die Bodenfauna der Helgoländer Tiefen Rinne, *Helgol. Wiss. Meeresforsch.*, 2, 1.
- DE CLERCK, R. en REDANT, F., (1974a). The evolution of the shrimp stock along the Belgian coast in 1969-1973, *I.C.E.S., Shellfish and Benthos Comm.*, C.M. 1974/K : 23.
- DE CLERCK, R. en REDANT, F., (1974b). Belgian shrimp research in 1973, *Annales Biol.*, XXX, 214.
- DE GROOT, S.J., (1973). De invloed van trawlen op de zeebodem, *Visserij*, 26, 7, 401.
- DE GROOT, S.J. en APELDOORN, J., (1971). Some experiments on the influence of the beam trawl on the bottom fauna, *I.C.E.S., Gear and Behaviour Comm.*, C.M. 1971/B : 2.
- ELSS, U., (1969). On the seasonal distribution of *Crangon*-larvae on the German coast, *I.C.E.S., Shellfish and Benthos Comm.*, C.M. 1969/K : 14.
- GILLIS, Ch., (1952). *De garnalenvisserij op de Belgische kust : haar evolutie in de loop van de jaren 1935-1951 en haar invloed op de garnalenstapel*, ed. Zeewetensch. Instit., Verhandeling 8.
- HAVINGA, B., (1930). Der Granat (*Crangon vulgaris* Fabr.) in den holländischen Gewässern, *Journal du Conseil*, V, 1, 57.
- ICES, (1973). Effects of trawl and dredges on the sea-bed, *I.C.E.S., Gear and Behaviour Comm.*, C.M. 1973/B : 2.
- KUHL, H. en MANN, H., (1963). Das Vorkommen von Garnelenlarven (*Crangon crangon* L.) in der Elbemündung, *Arch. Fischwiss.*, 14, 1/2, 1.
- KURC, G, FAURE, L. en LAURENT, T., (1965). La pêche des crevettes au chalut et les problèmes de sélectivité, *Rev. Trav. Inst. Pêches Marit.*, 29, 2, 137.
- LELOUP, E., (1952). Contributions à l'étude de la faune belge : observations sur la crevette grise au large de la côte belge en 1949, *Med. Kon. Nat. Hist. Mus. Belg.*, XXVIII, 1.

- MEIXNER, R., (1966). The effects of food supply on moulting, growth and spawning of the brown shrimp *Crangon crangon* (L.), *I.C.E.S., Shellfish and Benthos Comm.*, C.M. 1966/M : 5.
- MEIXNER, R., (1967). Reproduction of the sand shrimp *Crangon crangon*, *FAO, World Scient. Conf. Biol. and Cult. Shrimps and Prawns*, paper FR:BCSP/67/E/5.
- MEIXNER, R., (1969). Wachstum, Häutung und Fortpflanzung von *Crangon crangon* bei Einzelaufzucht, *Ber. dt. Wiss. Komm. Meeresforsch.*, 20, 2, 93.
- MEYER, P.F., (1935). Ein Beitrag zur Frage der Laichperiodizität bei der Nordseekrabbe (Granat) *Crangon vulgaris* Fabr., *Zool. Anzeiger*, 109, 1/2, 23.
- MEYER-WAARDEN, P.F. en TIEWS, K., (1967). Der Beifang in den Fängen der Deutschen Garnelenfischerei in den Jahren 1954-1960, *Ber. dt. wiss. Komm. Meeresforsch.*, XVIII, 1, 13.
- MISTAKIDIS, M.N., (1958). Comparative fishing trials with shrimp nets 1954-1956, *Min. Agr. Fish and Food, Fishery Investigations, Series II*, XXII, 1.
- ODUM, E.P., (1971). *Fundamentals of ecology*, ed. W.B. Saunders Company, London.
- PETERSEN, C.G.J., (1915). The animal communities of the sea bottom in the Skagerak, the Christiania Fjord and the Danish Waters, *Rep. Dan. Biol. Stat.*, XXIII, 3.
- PETERSEN, C.G.J., (1918). The sea bottom and its production of fishfood, *Rep. Dan. Biol. Stat.*, XXV.
- PETERSEN, C.G.J., (1924). A brief survey of the animal communities in Danish waters, based upon quantitative samples taken with the bottom sampler, *Amer. Journal of Science, Series V*, VII, 41, 343.
- PLETT, A., (1964). On the distribution of shrimp larvae (*Crangon crangon* L.) on the German coast during 1963, *I.C.E.S., Shellfish and Benthos Comm.*, report 49.
- PLETT, A., (1965). Über das Vorkommen von Garnelenlarven (*Crangon crangon* L.) vor den deutschen Küste in den Jahren 1963 und 1964, *Arch. Fischwiss.*, XVI, 1, 54.
- REDANT, F., (1972). *Groei en geslachtsverandering bij Crangon crangon* (L.) voor de Belgische kust, Licentiaatsverhandeling VUB.

- REDANT, F., (1974). The benthic and epibenthic fauna of the Thornton Bank area, *I.C.E.S., Shellfish and Benthos Comm.*, C.M. 1974/K : 22.
- REDANT, F., (1975a). Seasonal abundance off the Belgian coast of some Teleostomi preying upon brown shrimp (*Crangon crangon* L.), *I.C.E.S., Shellfish and Benthos Comm.*, C.M. 1975/K : 44.
- REDANT, F. en DE CLERCK, R., (1975). Unfavorable prospects for the Belgian shrimp fishery in 1975, *I.C.E.S., Shellfish and Benthos Comm.*, C.M. 1975/K : 43.
- REES, C.B., (1952). Continuous plankton records : The decapod larvae in the North Sea, 1947-1949, *Hull Bull. Mar. Ecol.*, 3, 22, 157.
- REYS, J.P. en SALVAT, B., (1971). L'échantillonnage de la macrofauna des sédiments meubles marins, in Lamotte, M. en Bourlière, F., (1971). *Problèmes d'écologie, l'échantillonnage des peuplements animaux des milieux aquatiques*, ed. Masson en Cie, Paris, 185.
- SCHOCKAERT, E., (1964). *Bijdrage tot de kennis van de groei en de voortplanting van de garnaal (Crangon crangon L.) voor de Belgische kust*, Licentiaatsverhandeling RUG.
- SPARCK, R., (1935). On the importance of quantitative investigations of the bottom fauna in marine biology, *Journal du Conseil*, X, 1, 3.
- STEELE, J.H., (1974). *The structure of marine ecosystems*, ed. Blackwell Scient. Publ., Oxford, London.
- TIEWS, K., (1954). Die biologischen Grundlagen der Büssener Garnelenfischerei, *Ber. dt. wiss. Komm. Meeresforsch.*, XIII, 3, 235.
- TIEWS, K., (1971). Weitere Ergebnisse von Langzeitbeobachtungen über das Auftreten von Beifangfischen und -krebse in den Fängen der deutschen Garnelenfischerei (1961-1967), *Arch. Fischwiss.*, XXII, 3, 214.
- URSIN, E., (1960). A quantitative investigation of the Echinoderm fauna of the central North Sea, *Medd. fra Danm. Fisk. og Havunders.*, Ny Serie, II, 24.
- VENEMA, S.C. en CREUTZBERG, F., (1973). Seasonal migration of the swimming crab *Macropipus holsatus* in an estuarine area controlled by tidal streams, *Neth. Journal Sea Res.*, 7, 94.
- WARNER, G.F., (1969). Brittle-star beds in Thro Bay, Devon, *Underwater Ass. Report*, 1969, 81.

Hoofdstuk IV

Pelagische en demersale vissen

Niet-commerciële species

door

Frank REDANT

1.- Inleiding

In deze bijdrage worden de kwalitatieve samenstelling van de ichthyofauna in haar geheel en de kwantitatieve samenstelling van de niet-commerciële fraktie van de ichthyofauna behandeld.

Bij de bespreking van de kwantitatieve samenstelling gaat de aandacht ondermeer uit naar de maandelijkse evolutie van de densiteit en de geografische verspreiding van de belangrijkste niet-commerciële species en naar de schattingen van de gemiddelde densiteit en de totale biomassa van deze species in de Belgische kustwateren.

Tenslotte wordt een bondig overzicht van de trofische relaties van de dominante niet-commerciële species gegeven.

2.- Methodiek

2.1.- Staalname-techniek

De kwalitatieve en kwantitatieve studie van de ichthyofauna in de Belgische kustwateren is gebaseerd op de resultaten van

i) maandelijkse bemonsteringen op 14 vaste staalname-stations in het Westdiep, de Vlakte van de Raan en de Thornton Bank (figuur 1) en
ii) halfjaarlijkse bestandsopnamen op een 35-tal vaste staalname-stations langsheen de ganse Belgische kust (figuur 1).

De maandelijkse bemonsteringen gebeurden met een plankennet of ottertrawl. De halfjaarlijkse bestandsopnamen werden met een boomtrawl

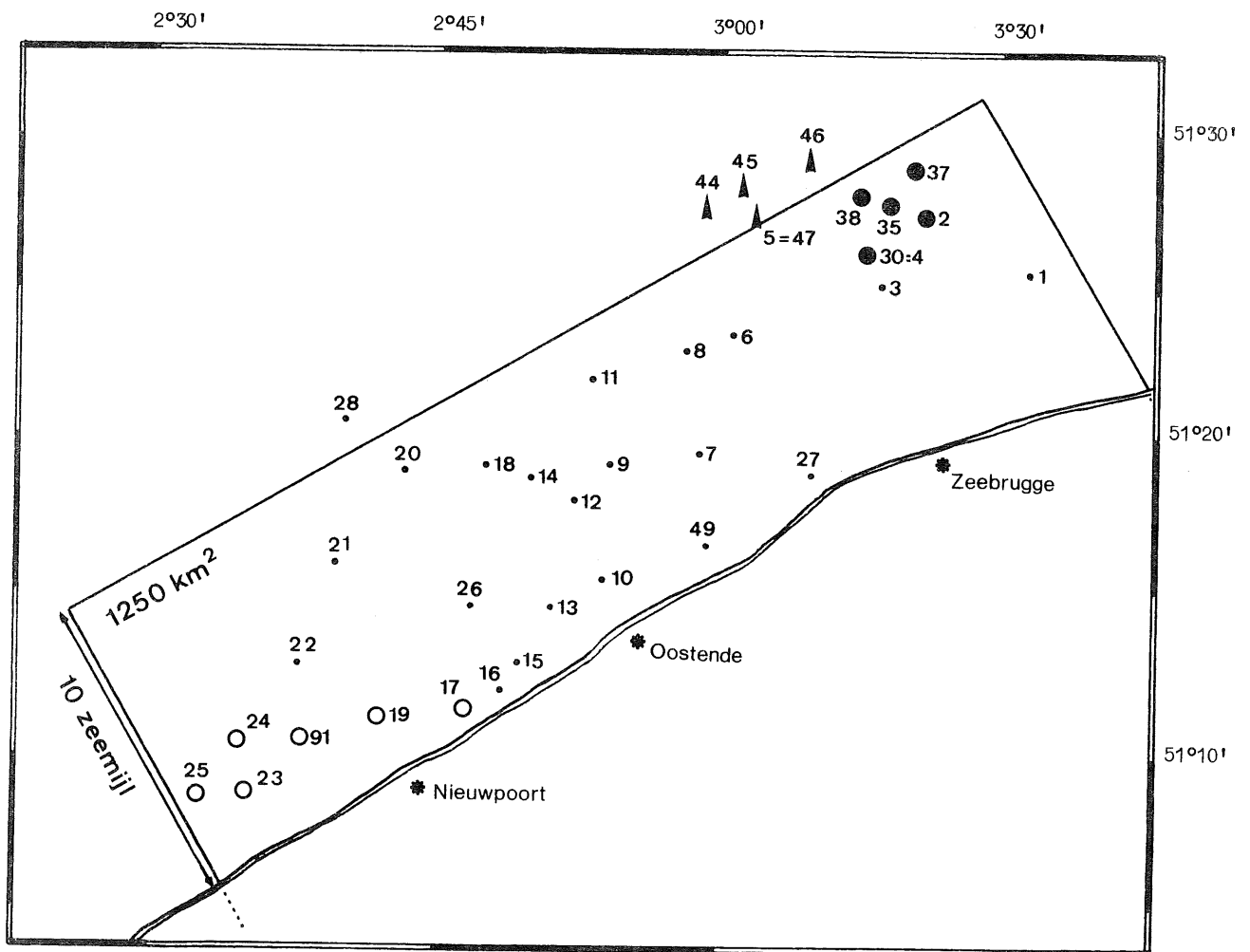


fig. 1.

Posities van de staalname-stations van het Westdiep (O), de Vlakte van de Raan (●), de Thornton Bank (▲) en van de halfjaarlijkse bestandsopnamen (alle aangeduide stations).
Opmerking : station 25 (Westdiep) werd vanaf juni 1975 door station 91 vervangen.

uitgevoerd. In beide gevallen bedroeg de grootste, respectievelijk kleinste, maaswijdte van het net 36 mm, respectievelijk 18 mm.

Elke bemonstering van de ichthyofauna omvatte kwalitatieve en kwantitatieve analyses van de vangst (of een gedeelte ervan) van een 15-minuten durende sleep. De bemonsteringen gebeurden steeds overdag.

2.2.- Verwerking van de waarnemingen

De statistische verwerking van de resultaten van de analyses is analoog met deze van het epibenthos (*cf.* Volume 7, partim Epibenthos).

De densiteiten en biomassa's, waarvan sprake in dit rapport, zijn de zgn. 'waargenomen' densiteiten en biomassa's. Voor de epibenthische species, die met dezelfde staalname-techniek werden verzameld, werden de 'waargenomen' densiteiten gekorrigeerd om, bij de berekening van de biomassa's, de schattingsfouten, die het gevolg zijn van de deficiënties van de staalname-techniek, zoveel mogelijk te minimalizeren (*cf.* Volume 7, partim Epibenthos). Bij de berekening van de biomassa van de niet-commerciële ichthyofauna kunnen dergelijke correcties niet uitgevoerd worden omdat in geen enkel geval de grootte-orde van de eventueel toe te passen correctiefactor bekend is.

3.- Qualitatieve samenstelling van de ichthyofauna in de Belgische kustwateren

In de Belgische kustwateren werden, gedurende de periode januari 1973 - juni 1975, in totaal 53 verschillende visspecies geregistreerd (tabel 1). Een volledige faunistische lijst werd in tabel 2 aan deze bijdrage toegevoegd. De species die in deze faunistische lijst van het teken °° voorzien zijn worden in deze bijdrage besproken. De overige (commerciële) species maken het onderwerp van een afzonderlijk rapport uit (*cf.* De Clerck, Volume 7, partim Commerciële Vissen).

In de verdere tekst zal de term 'niet-commerciële' niet meer worden herhaald, behalve wanneer zulks nodig is om verwarring te voorkomen.

Tabel 1

Verdeling van de waargenomen species over de verschillende classes

Classis of groep	Aantal species
<u>Vertebrata</u>	<u>53</u>
Cyclostomata	1
Chondrichthyes	5
Osteichthyes	47
Pelagische species	11
Demersale species	42

Tabel 2

Semi-quantitatief overzicht van de visspecies waargenomen in de Belgische kustwateren gedurende de periode 01-1973 / 06-1975

	WD	VR	TB	BK
Aantal bemonsteringen	125	105	80	413
Phylum CHORDATA				
Sub-phylum VERTEBRATA				
Classis CYCLOSTOMATA				
Petromyzonidae				
°° <i>Lampetra fluviatilis</i> (L.)	RRR	-	-	RRR
Classis CHONDRICHTHYES				
Carcharhinidae				
°° <i>Galeorhinus galeus</i> (L.)	-	-	-	RR
Triakidae				
°° <i>Mustelus mustelus</i> (L.)	RR	-	-	RR
Scylliorhinidae				
°° <i>Scylliorhinus canicula</i> (L.)	-	-	RR	RR
Rajidae				
°° <i>Raja clavata</i> L.	R	R	R	R
Dasyatidae				
°° <i>Dasyatis pastinaca</i> (L.)	-	-	-	RRR
Classis OSTEICHTHYES				
Clupeidae				
<i>Clupea harengus</i> L.	C	C	C	C
<i>Sprattus sprattus</i> (L.)	CC	CC	CC	CC
°° <i>Alosa alosa</i> (L.)	RRR	-	-	RRR
<i>Alosa fallax</i> (Lacépède)	-	-	RR	RR
Engraulidae				
<i>Engraulis encrasicolus</i> (L.)	R	R	-	R
Salmonidae				
°° <i>Salmo trutta</i> (L.)	RRR	-	-	RRR
Anguillidae				
<i>Anguilla anguilla</i> (L.)	C	C	C	C
Belonidae				
<i>Belone belone</i> (L.)	RR	RR	RR	RR

Gadidae				
°° <i>Pollachius pollachius</i> (L.)	-	-	-	RRR
°° <i>Odontogadus merlangus</i> (L.)	CCD	CCD	CCD	CCD
°° <i>Trisopterus luscus</i> (L.)	C	CC	CCD	CC
°° <i>Gadus morrhua</i> L.	C	C	C	C
°° <i>Merluccius merluccius</i> (L.)	-	-	-	RRR
°° <i>Enchelyopus cimbrius</i> (L.)	-	-	RR	RR
°° <i>Ciliata mustela</i> (L.)	C	C	C	C
Gasterosteidae				
°° <i>Gasterosteus aculeatus</i> L.	RR	RR	RR	RR
Syngnathidae				
°° <i>Syngnathus acus</i> L.	R	R	R	R
°° <i>Syngnathus rostellatus</i> Nilsson	CC	CC	CC	CC
Mugilidae				
°° <i>Mugil labrosus</i> Risso	-	-	-	RRR
Zeidae				
°° <i>Zeus faber</i> L.	-	-	RRR	RRR
Atherinidae				
°° <i>Atherina presbyter</i> Cuvier	R	-	-	RR
Carangidae				
°° <i>Trachurus trachurus</i> (L.)	C	C	C	C
Sparidae				
°° <i>Spondyliosoma cantharus</i> (L.)	-	RRR	-	RRR
Mullidae				
°° <i>Mullus surmuletus</i> L.	RR	-	-	RR
Trachinidae				
°° <i>Trachinus vipera</i> Cuvier	RR	-	-	RR
Ammodytidae				
°° <i>Hyperoplus lanceolatus</i> (le Sauvage)	RR	-	RR	RR
°° <i>Ammodytes lancea</i> Yarrell	C	-	-	R
°° <i>Gymnammodytes semisquamatus</i>	-	-	-	RR
Callionymidae				
°° <i>Callionymus lyra</i> L.	CCD	C	CC	CC
Scombridae				
°° <i>Scomber scombrus</i> L.	R	R	R	R
Gobiidae				
°° <i>Aphya minuta</i> (Risso)	C	C	C	C
°° <i>Pomatoschistus minutus</i> (Pallas)	CCD	CCD	CCD	CCD
Triglidae				
°° <i>Trigla gurnardus</i> L.	R	R	R	R
°° <i>Trigla lucerna</i> L.	C	C	C	C
Cottidae				
°° <i>Myxocephalus scorpius</i> (L.)	R	RR	-	R
°° <i>Taurulus bubalis</i> (Euphrasen)	RR	-	-	RR
Agonidae				
°° <i>Agonus cataphractus</i> (L.)	CC	CC	CCD	CC
Cyclopteridae				
°° <i>Liparis liparis</i> (L.)	C	C	C	C
°° <i>Cyclopterus lumpus</i> L.	RR	-	RR	RR
Bothidae				
°° <i>Arnoglossus laterna</i> (Walbaum)	-	RRR	-	RRR
°° <i>Scophthalmus maximus</i> (L.)	RR	RR	-	RR
°° <i>Scophthalmus rhombus</i> (L.)	-	-	-	RR
Fleuronectidae				
°° <i>Limanda limanda</i> (L.)	CCD	CCD	CC	CCD
°° <i>Platichthys flesus</i> (L.)	CC	CC	CC	CC
°° <i>Fleuronectes platessa</i> L.	CC	CC	CC	CC
°° <i>Microstomus kitt</i> (Walbaum)	-	-	-	RR
Soleidae				
°° <i>Solea solea</i> (L.)	CC	CC	CC	CC

Verklaring van de symbolen :

WD : Westdiep
VR : Vlakte van de Raan
TB : Thornton Bank
BK : Belgische kust (volledig)
CCD : zeer talrijk, dominante species
CC : talrijk tot zeer talrijk maar niet dominant
C : vrij talrijk tot talrijk
R : vrij zeldzaam tot zeldzaam
RR : zeldzaam tot zeer zeldzaam
RRR : zeer zeldzaam, slechts één maal waargenomen
- : niet waargenomen

De resultaten omtrent de commerciële visspecies (species waarbij voor de genusnaam het teken °° ontbreekt) zijn gebaseerd op bibliografische gegevens van De Clerck en Van de Velde (1974) en De Clerck, Cloet en Redant (1973, 1974a, 1974b en 1975).

4.- Quantitatieve samenstelling van de niet-commerciële ichthyofauna

De biomassa van de niet-commerciële ichthyofauna bestaat nagenoeg integraal uit demersale organismen. De pelagische species (*Aphia minuta*, *Mugil labrosus*, *Alosa alosa* en *Alosa fallax*) vertegenwoordigen nooit meer dan 0,15 % van de totale biomassa (tabel 3).

Trisopterus luscus, *Callionymus lyra* en *Pomatoschistus minutus* zijn de enige species die een aanzienlijke bijdrage leveren tot de biomassa van de demersale vissen. Deze species nemen, naargelang het gebied, gemiddeld 85 tot 98 % van de totale biomassa voor hun rekening (tabel 3). De bijdrage van de overige niet-commerciële demersale species (29 in totaal) tot de totale biomassa blijft, behalve in het Westdiep, tot een minimum beperkt (tabel 3).

Zowel de absolute als de relatieve talrijkheid van *Trisopterus luscus* en *Callionymus lyra* verschillen zeer sterk van gebied tot gebied (tabel 3). Deze geografische verschillen komen in een volgend hoofdstuk van deze bijdrage nog ter sprake (cf. § 6.1.1 en 6.1.2). De densiteiten van de overige species zijn in de drie gebieden minstens van dezelfde grootte-orde en in sommige gevallen vertonen ze zelfs een opmerkelijke gelijkenis (*Ciliata mustela* en *Liparis liparis*) (tabel 3).

Tabel 3

Gemiddelde waargenomen densiteiten (in gram vers gewicht per 10.000 m²) van de niet-commerciële visspecies in het Westdiep, de Vlakte van de Raan en de Thornton Bank, gedurende de periode juli 1973 - juni 1975

	Westdiep	Vlakte van de Raan	Thornton Bank
Niet-commerciële species (totaal)	1432	1733	7259
Pelagische species	1	2	4
Demersale species	1431	1731	7255
<u>Trisopterus luscus</u> (L.)	134	1244	6683
<u>Ciliata mustela</u> (L.)	15	14	14
<u>Callionymus lyra</u> (L.) * **	1010 24 616	90	141
<u>Pomatoschistus minutus</u> (Pallas)	476	322	314
<u>Agonus cataphractus</u> (L.)	63	36	77
<u>Liparis liparis</u> (L.)	24	23	22
Overige demersale species	104	4	8

* Westelijk deel van het Westdiep (= stations 23, 24 en 25).

** Oostelijk deel van het Westdiep (= stations 17 en 19).

5.- Maandelijks evolutie van de densiteit van de dominante niet-commerciële species

5.1.- Trisopterus luscus (L.)

De gemiddelde densiteit van *Trisopterus luscus* vertoont sterke maandelijks schommelingen (figuur 2). In deze fluktuaties is weinig regelmaat te herkennen zodat de aanwezigheid van *Trisopterus luscus* in de Belgische kustwateren niet als seizoengebonden kan worden omschreven.

5.2.- Callionymus lyra L.

De gemiddelde densiteit van *Callionymus lyra* vertoont, alleszins in het Westdiep, duidelijke seizoenale variaties (figuur 3). In de overige gebieden (Vlakte van de Raan en Thornton Bank) komt deze species te

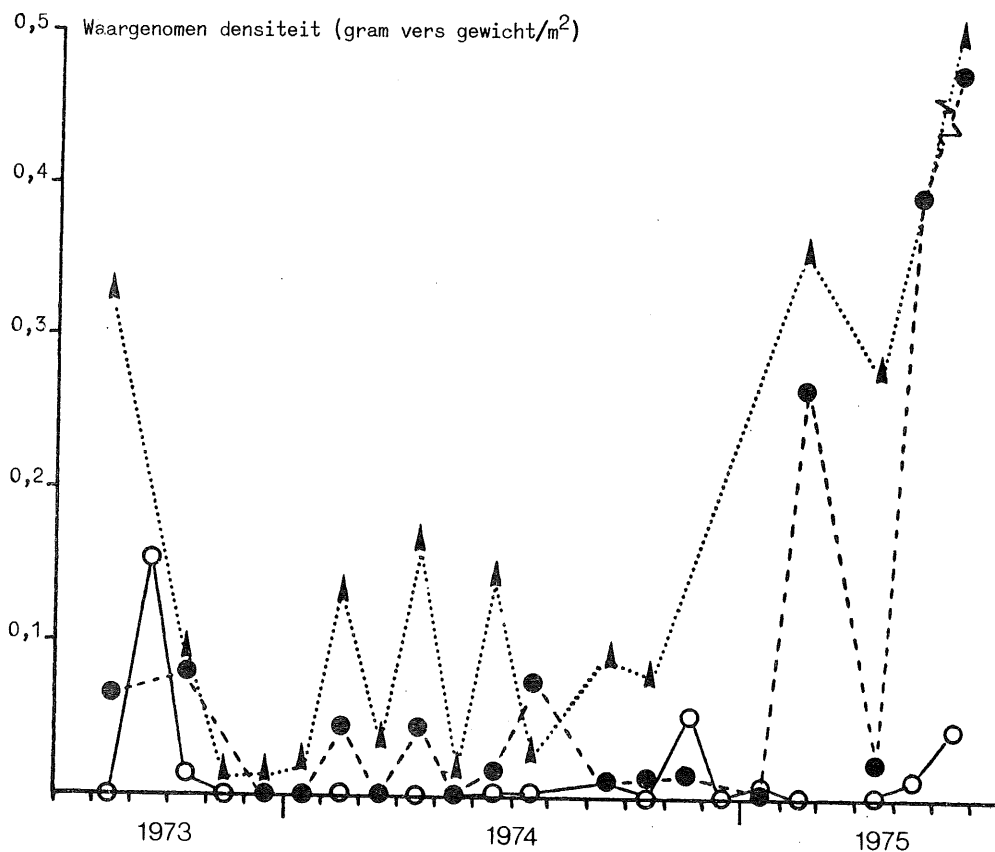


fig. 2.

Maandelijkse gemiddelde densiteit van Trisopterus luscus in het Westdiep (O), de Vlakte van de Raan (●) en de Thornton Bank (▲).

weinig talrijk voor opdat seizoenale fluktuaties merkbaar zouden zijn (figuur 3 en tabel 3).

Deze seizoenale variaties vinden hun oorsprong in de voortplantingsmigratie van *Callionymus lyra* : van maart tot augustus concentreert deze species zich namelijk in de ondiepe kustwateren om te paaien [Poll (1947)].

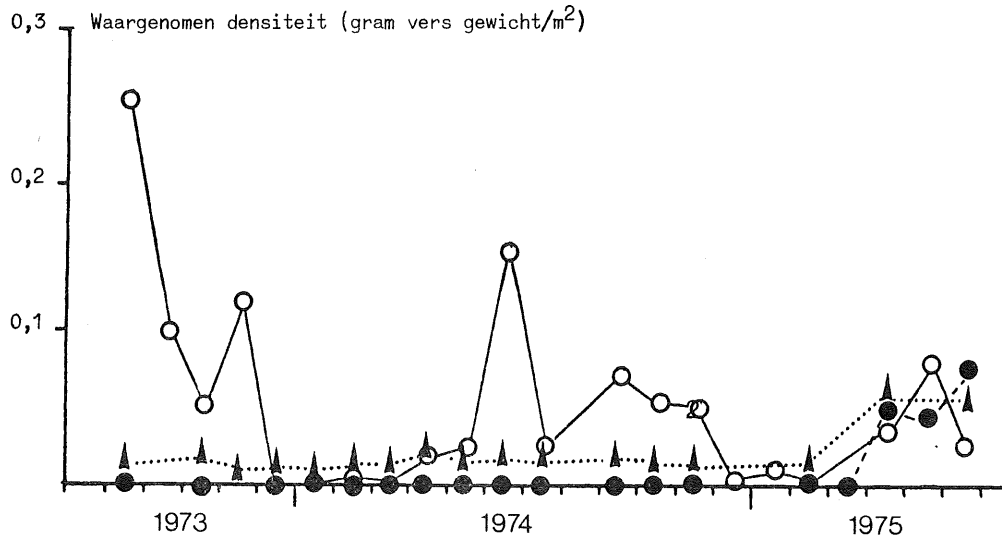


fig. 3.

Maandelijks gemiddelde densiteit van *Callionymus lyra* in het Westdiep (O), de Vlakte van de Raan (●) en de Thornton Bank (▲).

5.3.- Pomatoschistus minutus (Pallas)

De maandelijkse evolutie van de densiteit van *Pomatoschistus minutus* vertoont in de drie gebieden een gelijkaardig beeld. De gemiddelde densiteit is maximaal in de herfst en minimaal in de lente en de zomer (figuur 4).

Zowel in het Westdiep als op de Vlakte van de Raan en de Thornton Bank werd een groot verschil tussen de maximale densiteiten in 1973 en 1974 vastgesteld (figuur 4). De lage densiteiten van *Pomatoschistus minutus* in het najaar van 1974 zijn het gevolg van een intensieve predatie door *Gadus merlangus* gedurende de lente en de zomer van datzelfde jaar [Redant (1975a)]. Een gelijkaardig verschijnsel werd ook bij *Crangon crangon* [Redant en De Clerck (1975)] en in mindere mate bij *Macropipus holsatus* vastgesteld (cf. Volume 7, partim Epibenthos, figuren 9 en 10). Deze drie species (*Pomatoschistus minutus*, *Crangon crangon* en *Macropipus holsatus*) zijn trouwens de voornaamste prooien van *Gadus merlangus* [Gilis (1952); Kuhl (1973) en Redant (1975c)].

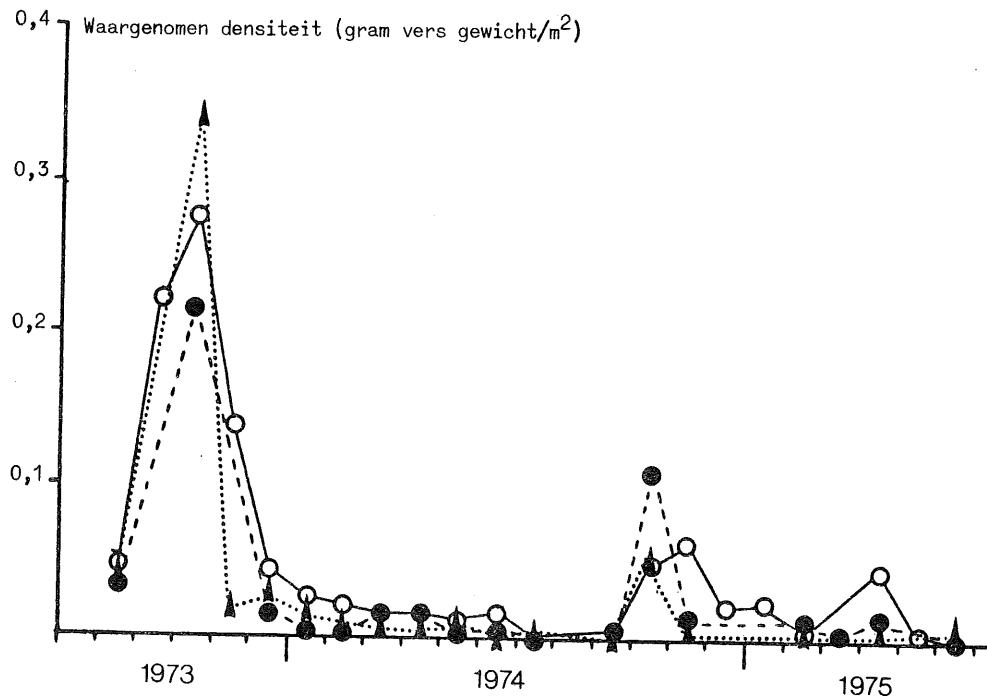


fig. 4.

Maandelijkse gemiddelde densiteit van Pomatoschistus minutus in het Westdiep (O), de Vlake van de Raan (●) en de Thornton Bank (▲).

6.- Schattingen van de biomassa van de niet-commerciële ichthyofauna in de Belgische kustwateren

De schattingen van de biomassa van de niet-commerciële visspecies hebben betrekking op een gebied met een totale oppervlakte van 1.250 km^2 . Dit gebied wordt in het zuid-oosten begrensd door de kustlijn, in het zuid-westen en in het noord-oosten door respectievelijk de Belgisch-Franse en de Belgisch-Nederlandse grens en in het noord-westen door een parallel met de kustlijn op een afstand van 10 zeemijl (fig. 1).

6.1.- Representativiteit van de maandelijkse bemonsteringen

Zowel uit de resultaten van de maandelijkse kwantitatieve analyses in het Westdiep, de Vlakte van de Raan en de Thornton Bank (tabel 3) als uit de resultaten van de halfjaarlijkse bestandsopnamen langsheen de ganse Belgische kust, blijkt dat niet alle species homogeen verspreid zijn in de Belgische kustwateren. Dit is ondermeer zeer duidelijk het geval voor *Trisopterus luscus* en *Callionymus lyra* (tabel 3 en figuren 5 en 6).

De schattingen van de gemiddelde jaarlijkse densiteit en van de totale biomassa moeten dan ook in functie van de geografische verspreiding van deze species gebeuren.

6.1.1.- Geografische verspreiding van *Trisopterus luscus* (L.)

De populatie van *Trisopterus luscus* vertoont gemiddeld een veel hogere densiteit op de Vlakte van de Raan en de Thornton Bank dan in het Westdiep (tabel 3). De reden hiervan dient gezocht in de habitat-voorkeur van deze species. *Trisopterus luscus* verkiest namelijk dieper water [Poll (1947)] en komt daarom veel talrijker voor in de open zee dan in de ondiepe wateren nabij de kust. Deze vaststelling stemt trouwens volledig met de waarnemingen in de Duitse Bocht overeen. In de ondiept waddengebieden van de Duitse Bocht en de Elbmonding wordt *Trisopterus luscus* immers slechts zeer sporadisch aangetroffen [Meyer-Waarden en Tiews (1965) en Kuhl (1973)].

Voor de berekening van de gemiddelde densiteit en de totale biomassa van *Trisopterus luscus* werden de Belgische kustwateren in twee zones verdeeld (figuur 5). Beide zones worden van elkaar gescheiden door een parallel aan de kustlijn, op een afstand van ongeveer 5 zeemijl van de kust. Zone A stemt overeen met het gebied waarin *Trisopterus luscus* zeer vaak in grote aantallen wordt aangetroffen; zone B stemt overeen met het gebied waarin deze species slechts zelden en dan meestal in kleine aantallen wordt gevangen (figuur 5). Voor de verdere berekeningen van de gemiddelde densiteit werd verondersteld dat

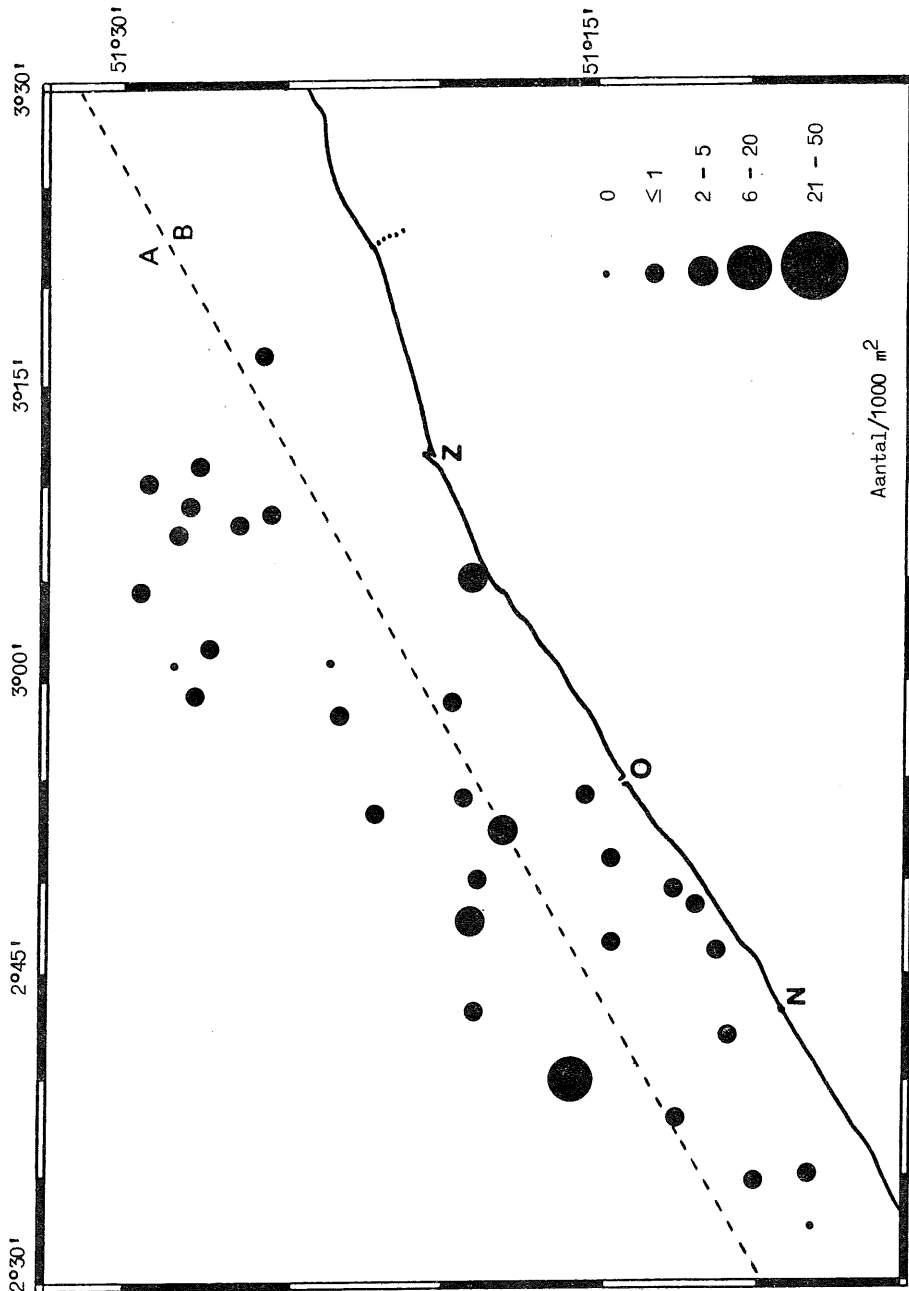


fig. 5a.

Verspreiding van *Irisopterus luscus* in de Belgische kustwateren in april/mei 1973
De streeplijnen in deze figuren geven de grenzen van de gebieden aan, beschouwd
bij de schatting van de biomassa's van deze species.

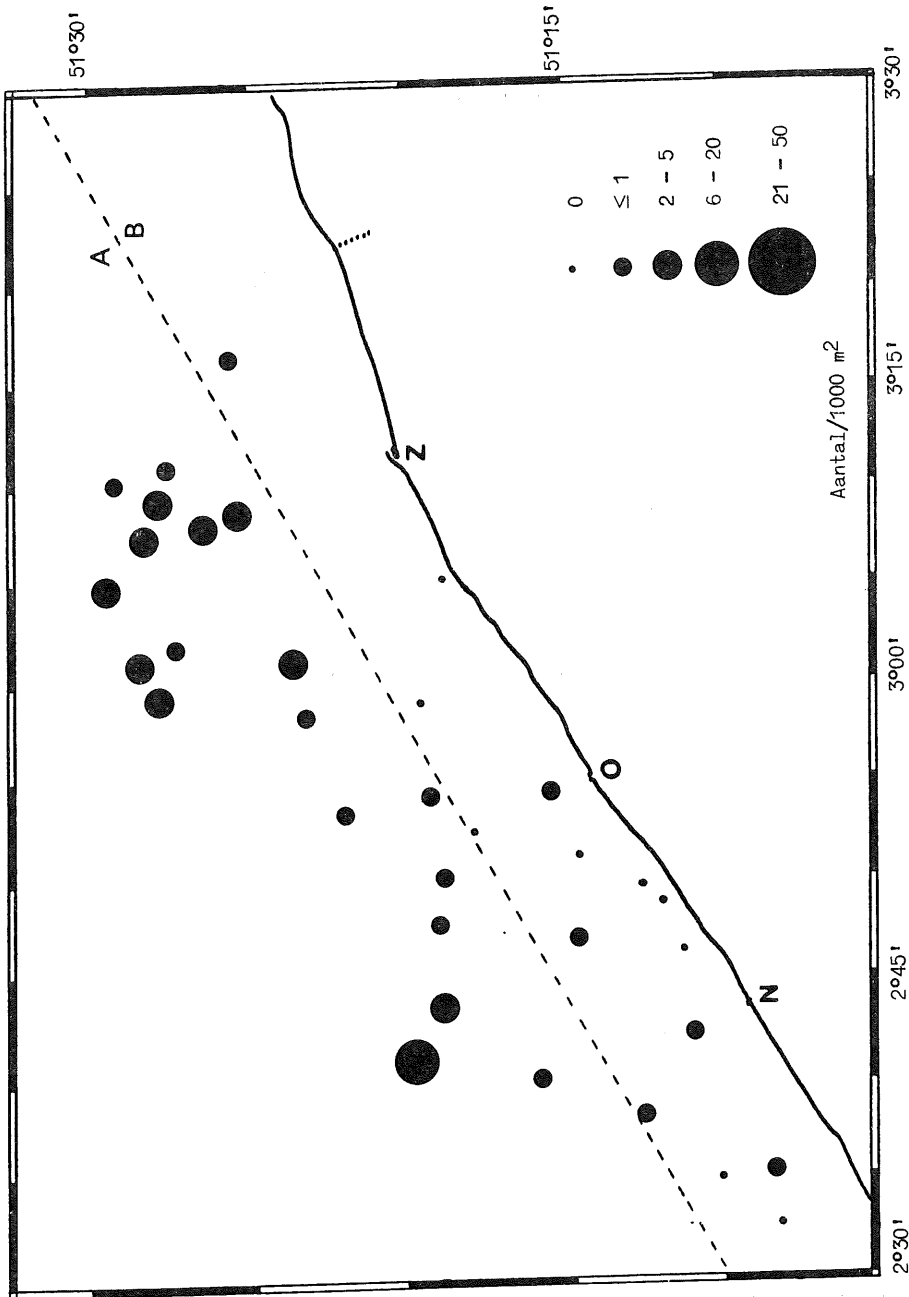


fig. 5b.
Verspreiding van *Trisopterus luscus* in de Belgische kustwateren in oktober 1973

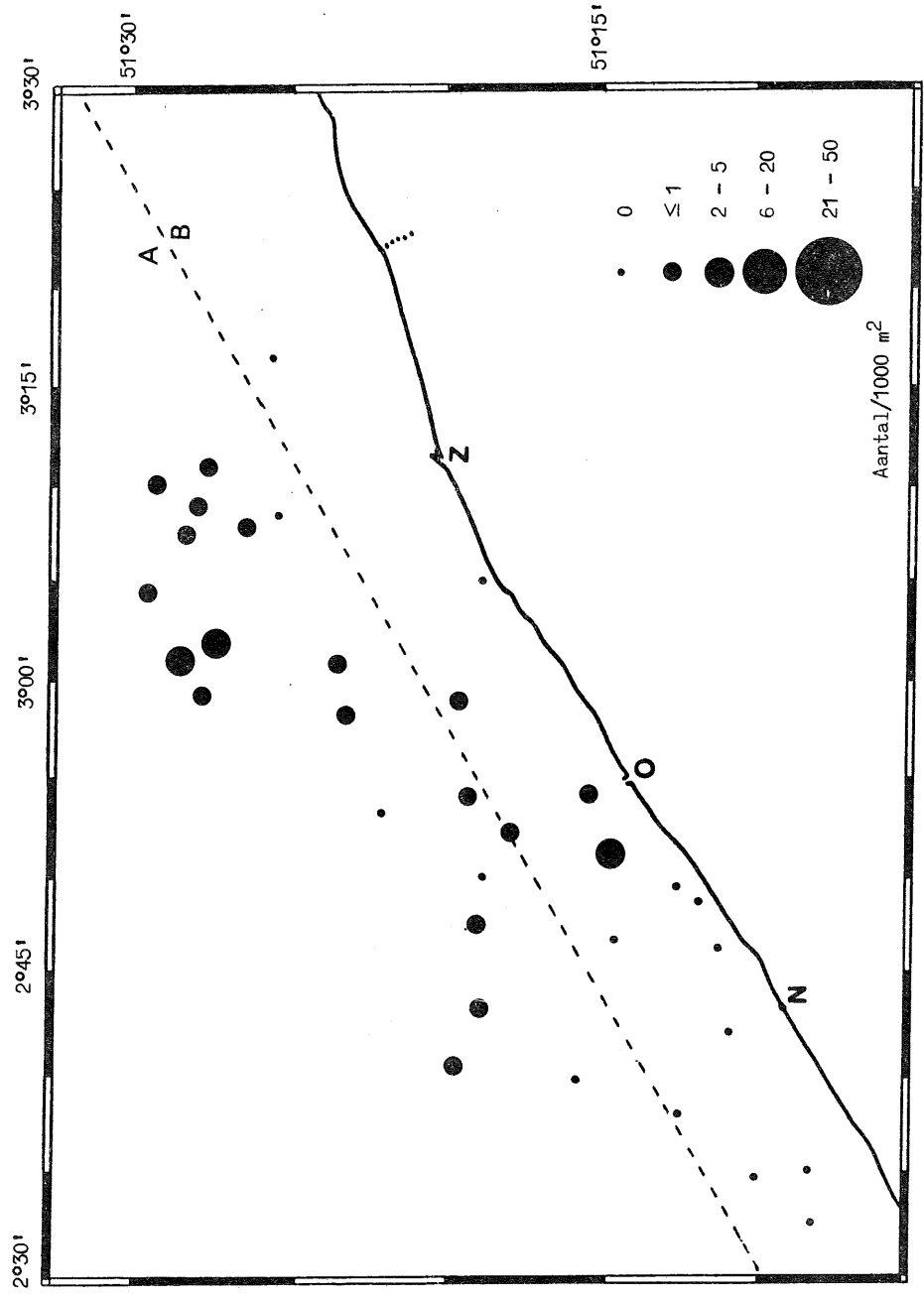


fig. 5c.

Verspreiding van *Trisopterus luscus* in de Belgische kustwateren in april 1974

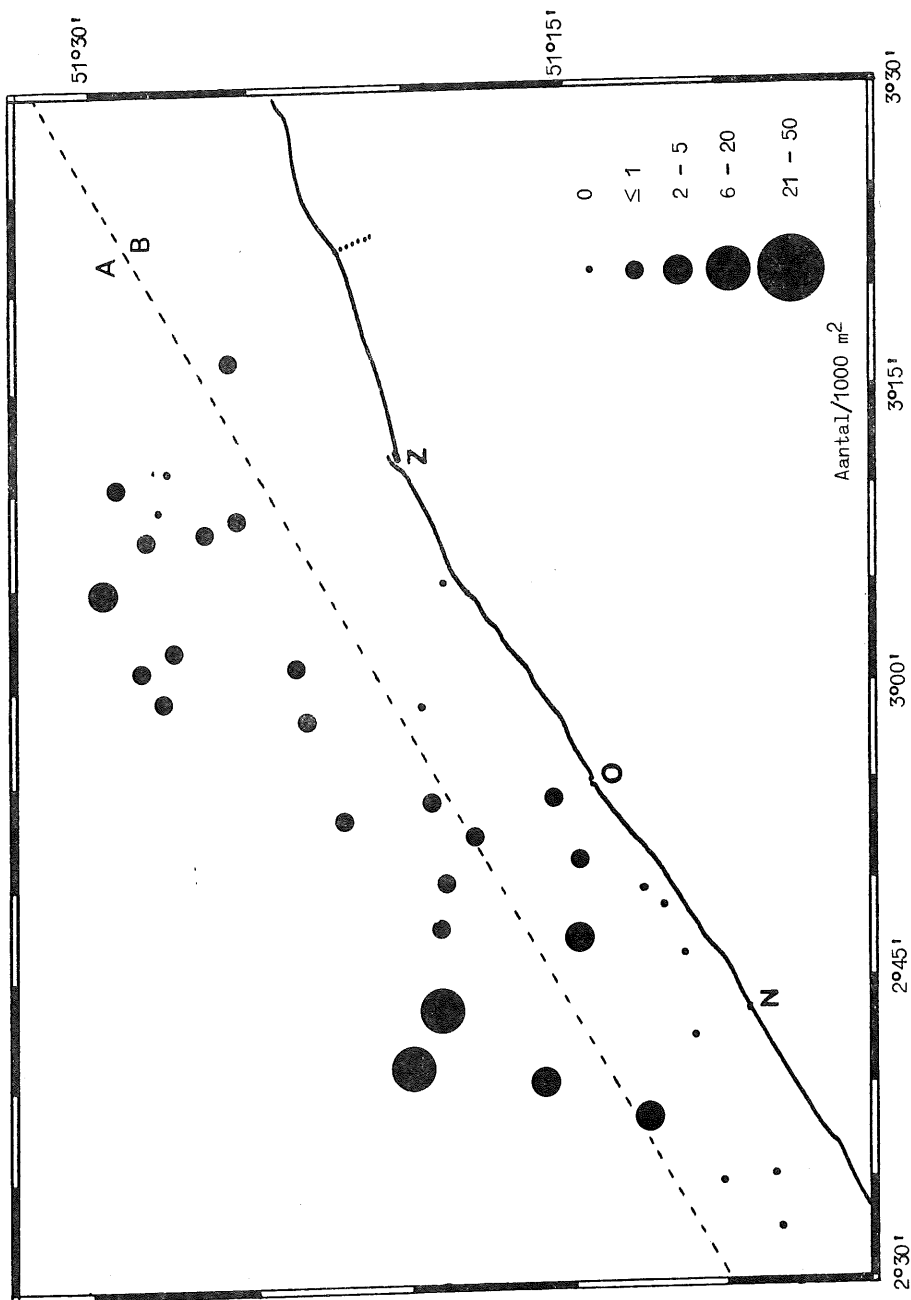


fig. 5d.

Verspreiding van Trisopterus luscus in de Belgische kustwateren in oktober 1974

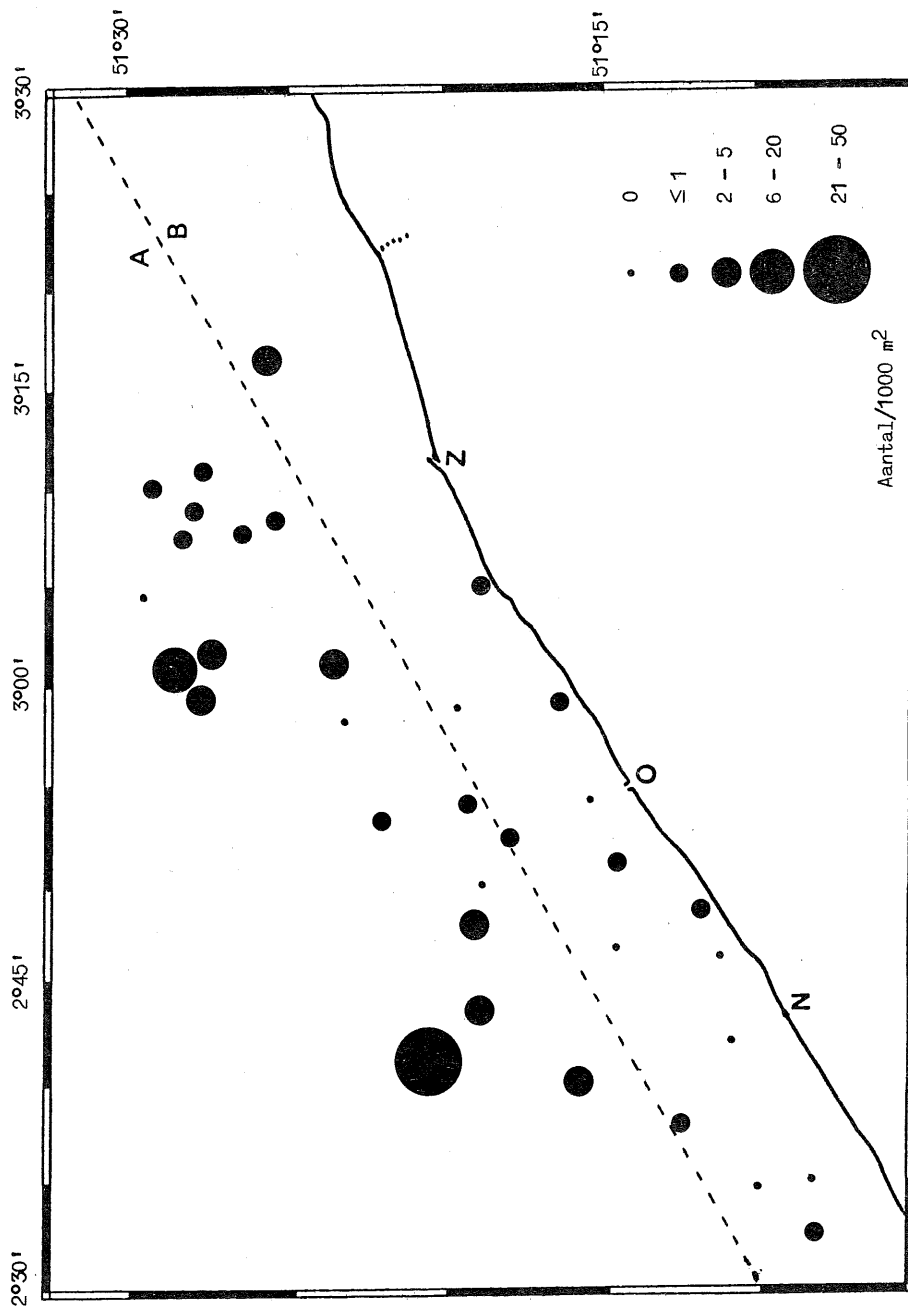


fig. 5e.

Verspreiding van Trisopterus luscus in de Belgische kustwateren in april 1975

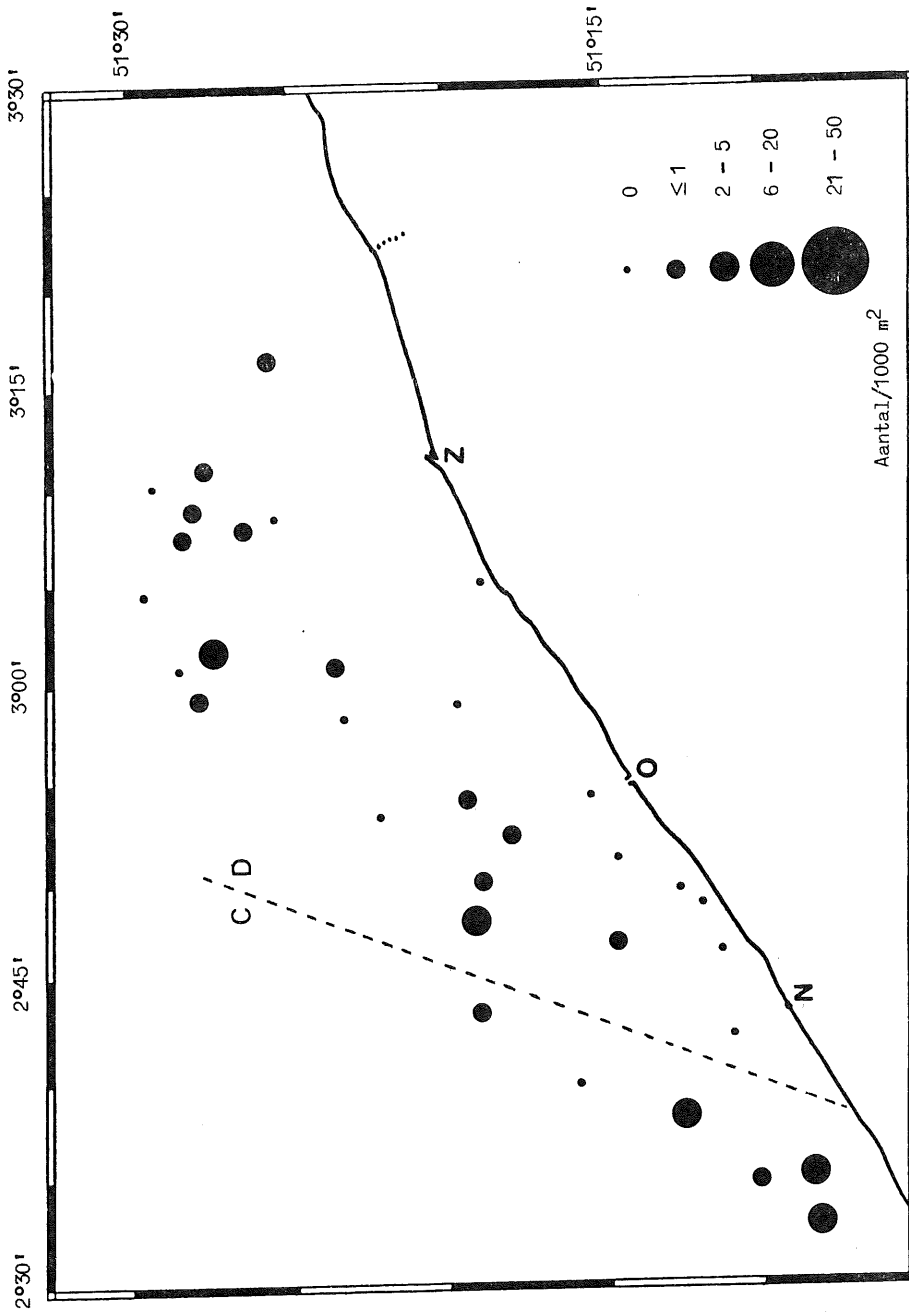


fig. 6a.

Verspreiding van *Callionymus lyra* in de Belgische kustwateren in april/mei 1973
De streeplijnen in deze figuren geven de grenzen van de gebieden aan, beschouwd
bij de schatting van de biomassa's van deze species.

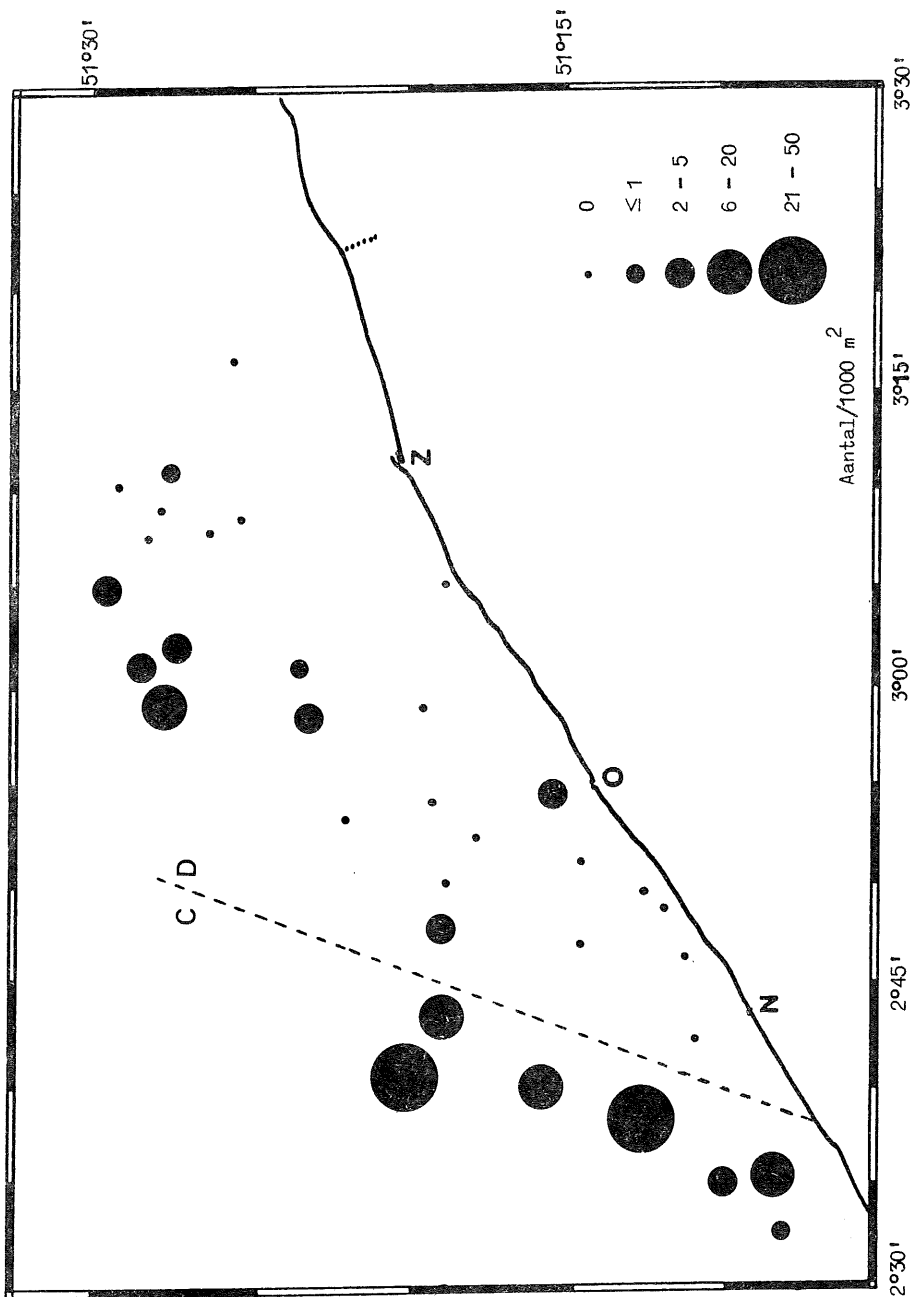


fig. 6b.

Verspreiding van Callionymus lyra in de Belgische kustwateren in oktober 1973

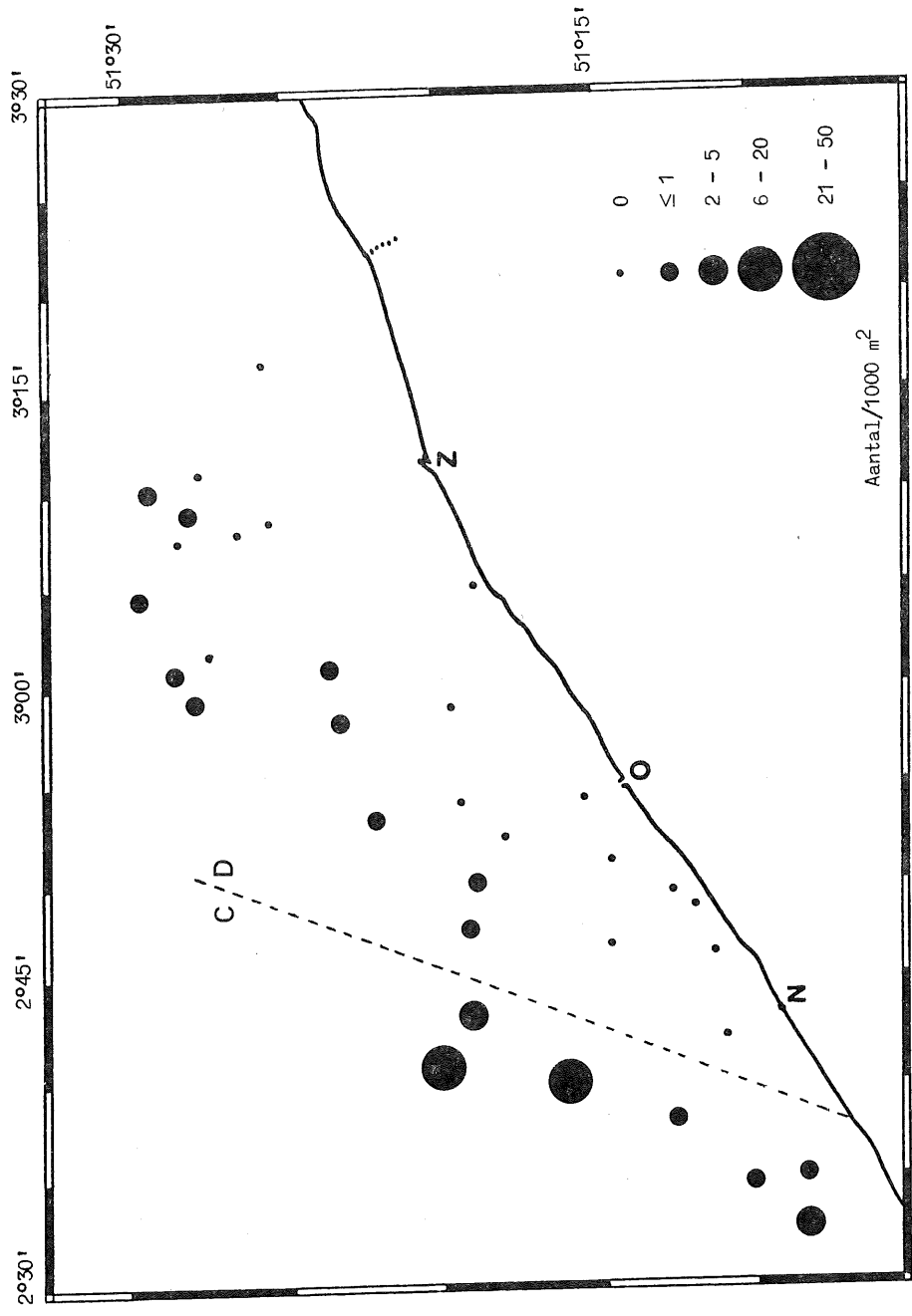


fig. 6c.
Verspreiding van Callionymus lyra in de Belgische kustwateren in april 1974

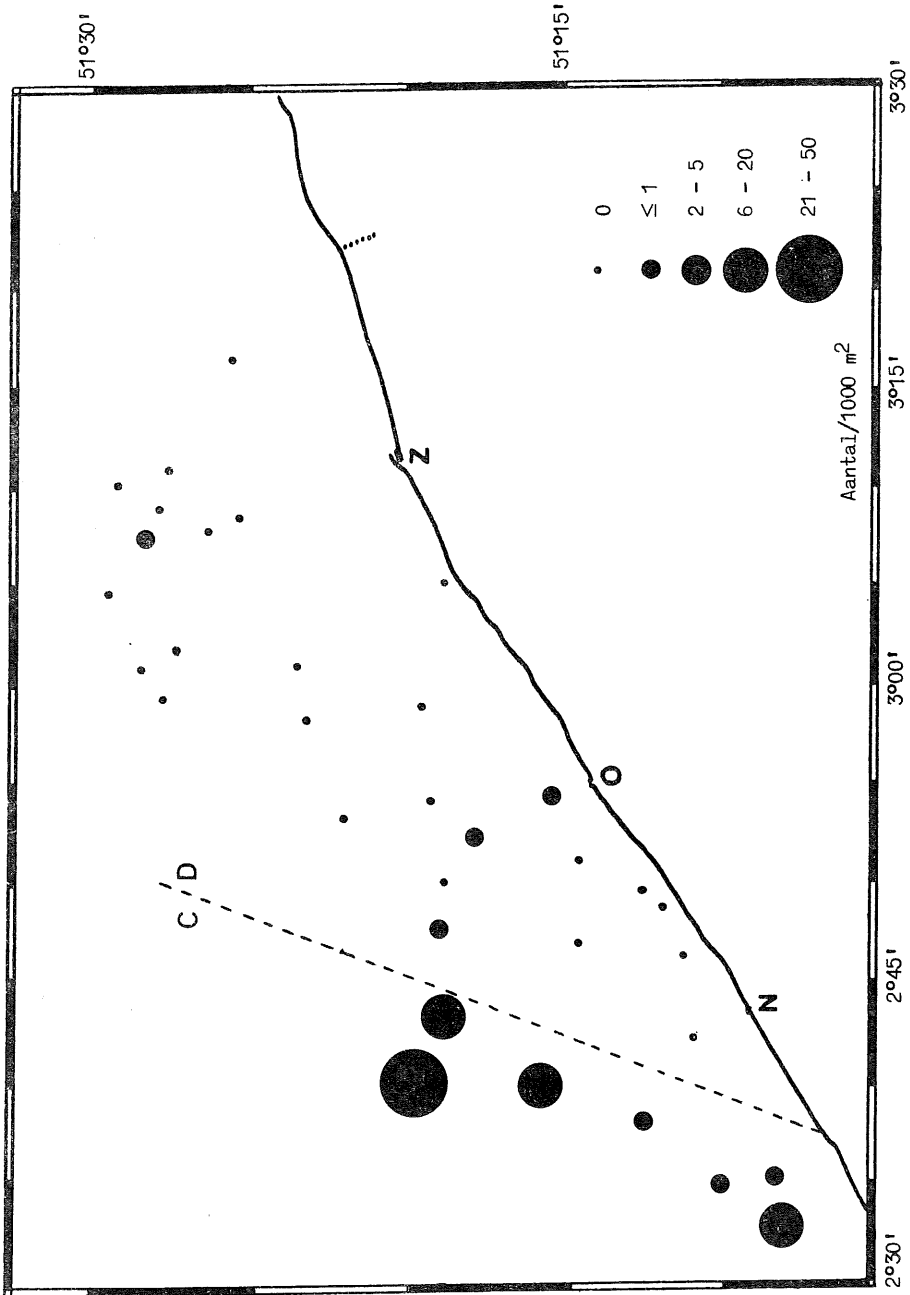


fig. 6d.
Verspreiding van Callionymus lyra in de Belgische kustwateren in oktober 1974

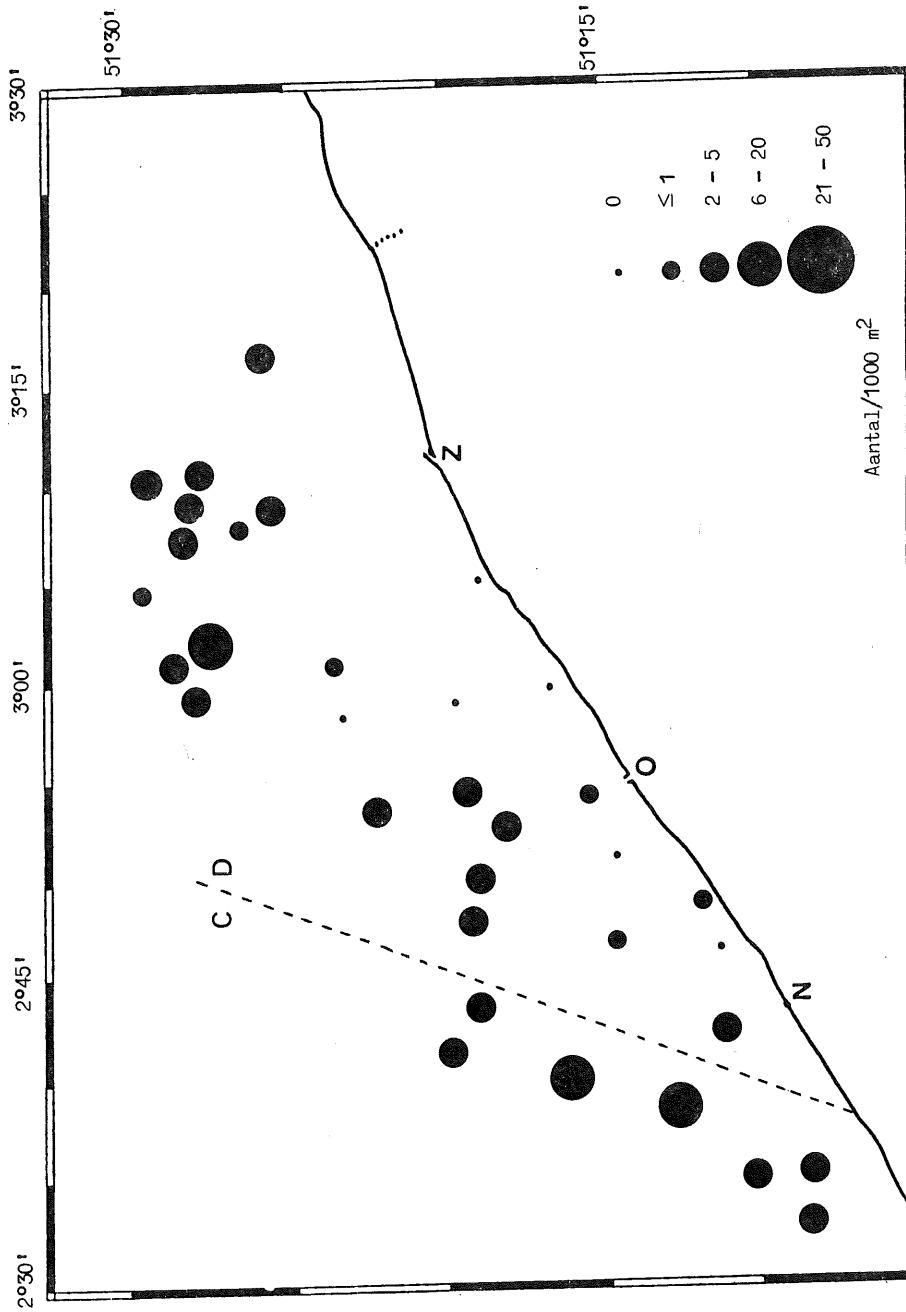


fig. e.

Verspreiding van Callionymus lyra in de Belgische kustwateren in april 1975

i) de maandelijkse bemonsteringen op de Vlakte van de Raan en de Thornton Bank representatief zijn voor zone A en

ii) de maandelijkse bemonsteringen in het Westdiep representatief zijn voor zone B.

Het overlappingsgebied tussen zone A (respectievelijk zone B) en de zone van 1.250 km² bedraagt 640 km² (respectievelijk 610 km²). De schatting van de gemiddelde densiteit van *Trisopterus luscus* in de Belgische kustwateren (= 1.250 km²-zone) volgt dan uit

$$\bar{d}_{BK} = \frac{\bar{d}_A 640 + \bar{d}_B 610}{1250} .$$

Hierin zijn \bar{d}_{BK} , \bar{d}_A en \bar{d}_B de gemiddelde densiteiten van *Trisopterus luscus* in, respectievelijk, de Belgische kustwateren, zone A en zone B. \bar{d}_A en \bar{d}_B werden op basis van de waarden in tabel 3 berekend.

6.1.2.- Geografische verspreiding van *Callionymus lyra* L.

Callionymus lyra werd in het Westdiep het frequentst aangetroffen (tabel 3). De distributie van deze species in het Westdiep is echter verre van homogeen : 98,5 % van alle exemplaren werden in het westelijk deel van het Westdiep (stations 23, 24 en 25) gevangen, tegenover slechts 1,5 % in het oostelijk deel (stations 17 en 19) [figuur 6 en Redant (1975a)]. Tot nu toe werd voor dit verschijnsel nog geen verklaring gevonden.

Callionymus lyra is, in het algemeen, zeer talrijk in de westelijk gedeelte van de Belgische kustwateren. In de centrale en oostelijke kustwateren komt deze species veel minder frequent voor (figuur 6).

Bij de schatting van de gemiddelde densiteit en de totale biomassa van *Callionymus lyra* werd op analoge wijze als bij *Trisopterus luscus* te werk gegaan. De Belgische kustwateren werden in twee zones verdeeld (figuur 6). Zone C omvat de westelijke kustwateren en komt overeen met het gebied waarin *Callionymus lyra* zeer talrijk voorkomt; zone D omvat de rest van de kustwateren en komt overeen met het gebied waarin deze species minder frequent of slechts zeer zelden werd waargenomen.

Voor de berekeningen werd van de hypothese uitgegaan dat

i) de maandelijkse bemonsteringen in het westelijk deel van het Westdiep representatief zijn voor zone C en

ii) de maandelijkse bemonsteringen in het oostelijk deel van het Westdiep, de Vlakte van de Raan en de Thornton Bank representatief zijn voor zone D.

Het overlappingsgebied tussen zone C (respectievelijk zone D) en de zone van 1.250 km² bedraagt 375 km² (respectievelijk 875 km²). De gemiddelde densiteit van *Callionymus lyra* in de Belgische kustwateren (= 1.250 km²-zone) volgt dan uit

$$\bar{d}_{BK} = \frac{\bar{d}_C 375 + \bar{d}_D 875}{1250} .$$

In deze formule zijn \bar{d}_{BK} , \bar{d}_C en \bar{d}_D de gemiddelde densiteiten van *Callionymus lyra* in, respectievelijk, de Belgische kustwateren, zone C en zone D. \bar{d}_C en \bar{d}_D werden aan de hand van de waarden in tabel 3 berekend.

6.1.3.- Geografische verspreiding van de overige species

De verspreiding van de overige demersale en pelagische species in de Belgische kustwateren is relatief tot zeer homogeen. Dit blijkt zowel uit de resultaten van de maandelijkse analyses (tabel 3) als uit de resultaten van de halfjaarlijkse bemonsteringen [De Clerck, Cloet en Redant (1973), (1974a,b) en (1975)]. De berekening van de gemiddelde densiteit en van de totale biomassa van deze species stelt dan ook geen verdere problemen.

6.2.- Schattingen van de biomassa

De schattingen van de gemiddelde jaarlijkse densiteit en van de totale biomassa van de niet-commerciële ichthyofauna in de Belgische kustwateren (tabel 4) zijn gebaseerd op

i) de gemiddelde jaarlijkse waargenomen densiteiten van deze species in het Westdiep, de Vlakte van de Raan en de Thornton Bank (tabel 3),

- ii) de gemiddelde conversie-faktor voor de omrekening van vers gewicht naar droog gewicht, namelijk 0,50 (Herman, persoonlijke mededeling) en
 iii) de conversie-faktor voor de omrekening van droog gewicht naar gewicht in gram koolstof, namelijk 0,20 .

De gemiddelde densiteit van de niet-commerciële pelagische ichthyofauna bedraagt slechts 0,02 mg C/m² . Deze waarde is, in vergelijking met de gemiddelde densiteit van de demersale species (28,0 mg C/m²) (tabel 4), verwaarloosbaar klein.

Tabel 4

Schattingen van de gemiddelde jaarlijkse densiteit en de totale biomassa van de niet-commerciële demersale visspecies in de Belgische kustwateren (= zone 1250 km²)

Species	Gemiddelde jaarlijkse densiteit			Totale biomassa		
	Vers gewicht mg/m ²	Droog gewicht mg/m ²	mg C/m ²	Vers gewicht 10 ⁶ g	Droog gewicht 10 ⁶ g	10 ⁶ g C
<i>Trisopterus luscus</i> (L.)	194,0	97,0	19,5	242,5	121,0	24,0
<i>Callionymus lyra</i> (L.)	37,0	18,5	3,5	46,0	23,0	4,5
<i>Pomatoschistus minutus</i>	37,5	18,5	3,5	47,0	23,5	4,5
Overige niet-commerciële demersale species	13,5	7,0	1,5	17,0	8,5	1,5
Niet-commerciële demersale species (totaal)	282,0	141,0	28,0	352,5	176,0	34,5

De gemiddelde densiteit van de commerciële demersale ichthyofauna in de kustzone is ongeveer 21,0 mg C/m² (De Clerck, persoonlijke mededeling). De gemiddelde densiteit van alle demersale species samen is dan ongeveer 49,0 mg C/m² . Hieruit volgt dat de niet-commerciële species ongeveer 57 % van de totale biomassa van de demersale vissen vertegenwoordigen.

Trisopterus luscus is met een gemiddelde densiteit van 19,5 mg C/m² één van de belangrijkste demersale species (tabel 4). De relatief hoge waarde van de gemiddelde densiteit van *Pomatoschistus minutus* is wel enigszins verrassend. Deze kleine visspecies (maximale

lengte 10 cm , maximaal gewicht 3 tot 3,5 gram) heeft een gemiddelde densiteit van $3,5 \text{ mg C/m}^2$ en is daarmee quantitatief even belangrijk als *Callionymus lyra* en zelfs belangrijker dan alle overige niet-commerciële species samen (tabel 4).

7.- Inventaris van de trofische relaties van de dominante niet-commerciële species

In dit hoofdstuk wordt een bondig overzicht gegeven van de voeding van de belangrijkste niet-commerciële species en van hun betekenis voor de hogere trofische niveau's.

7.1.- De voeding van de dominante niet-commerciële species

7.1.1.- Trisopterus luscus (L.)

De voeding van *Trisopterus luscus* bestaat hoofdzakelijk uit *Decapoda* (*Crangon*, *Portunus* en *Carcinus*), *Mysidacea* (*Neomysis*, *Gastrosaccus* en *Paramysis*), *Amphipoda* en kleine vissen (*Pomatoschistus*) [Todd (1907); Gilis (1952); Kuhl (1973) en Redant (1975b)].

Crangon crangon is veruit de belangrijkste prooi van *Trisopterus luscus*. Deze species werd in 60 tot 80 % van de maaginhouden van *Trisopterus luscus*, afkomstig uit kustzones (Duitse Bocht en Belgische kust) teruggevonden [Gilis (1952); Kuhl (1973) en Redant (1975b)]. In de exemplaren afkomstig uit de Belgische kustwateren vertegenwoordigt *Crangon crangon* gemiddeld 35 % van het gewicht van de maaginhouden [Redant (1975b)].

De overige *Decapoda* die min of meer frequent in de magen van *Trisopterus luscus* worden genoteerd zijn (in systematische volgorde) *Pandalus montagui*, *Pandalina brevirostris*, *Hippolyte varians*, *Processa species*, *Crangon allmanni*, *Pontophilus trispinosus*, *Pagurus bernhardus*, *Porcellana species*, *Galathea species*, *Macropipus (Portunus) holsatus*, *Carcinus maenas* en *Macropodia species* [Todd (1907); Kuhl (1973) en Redant (1975b)].

7.1.2.- Callionymus lyra L.

De voeding van *Callionymus lyra* werd nog niet in detail bestudeerd [Poll (1947) en Wheeler (1969)]. Deze species zou zich ondermeer met *Decapoda* voeden [Wheeler (1969)] maar momenteel bestaan hiervoor geen tastbare bewijzen.

7.1.3.- Pomatoschistus minutus (Pallas)

Pomatoschistus minutus voedt zich met *Polychaeta* (o.a. *Lanice*), *Decapoda* (*Crangon* en eieren van *Brachyura*), *Mysidacea* en *Amphipoda* [Blegvad (1917) en Kuhl (1961)].

De voeding van *Pomatoschistus minutus* vertoont een duidelijke verschuiving naarmate dit organisme groeit. Tot een lengte van 25 - 30 mm voedt *Pomatoschistus minutus* zich bijna uitsluitend met *Copepoda*. Van 25-30 mm tot 50 mm bestaat de voeding uit *Copepoda*, *Polychaeta*, *Amphipoda* en *Crangon* (lengte tot 10 mm) en vanaf 50 mm worden geen *Copepoda* meer in de maaginhouden aangetroffen [Kuhl (1961)].

7.1.4.- Besluit

Uit dit overzicht blijkt zeer duidelijk dat de belangrijkste niet-commerciële species zich in hoofdzaak met epibenthische organismen voeden. De trofische relaties die in deze paragraaf werden behandeld zijn schematisch in figuur 7 weergegeven.

7.2.- Belang van de dominante niet-commerciële species voor de hogere trofische niveau's

7.2.1.- Trisopterus luscus (L.)

Trisopterus luscus wordt sporadisch aangetroffen in de voeding van piscivore demersale predatoren zoals *Gadus morrhua*, *Gadus merlangus*, *Rhombus maximus* en *Rhombus laevis* [Todd (1907) en Braber en De Groot (1973)].

De verwante species *Trisopterus minutus* werd herhaaldelijk teruggevonden in de magen van *Gadus morrhua* uit de centrale en noordelijke Noordzee [Rae (1967)].

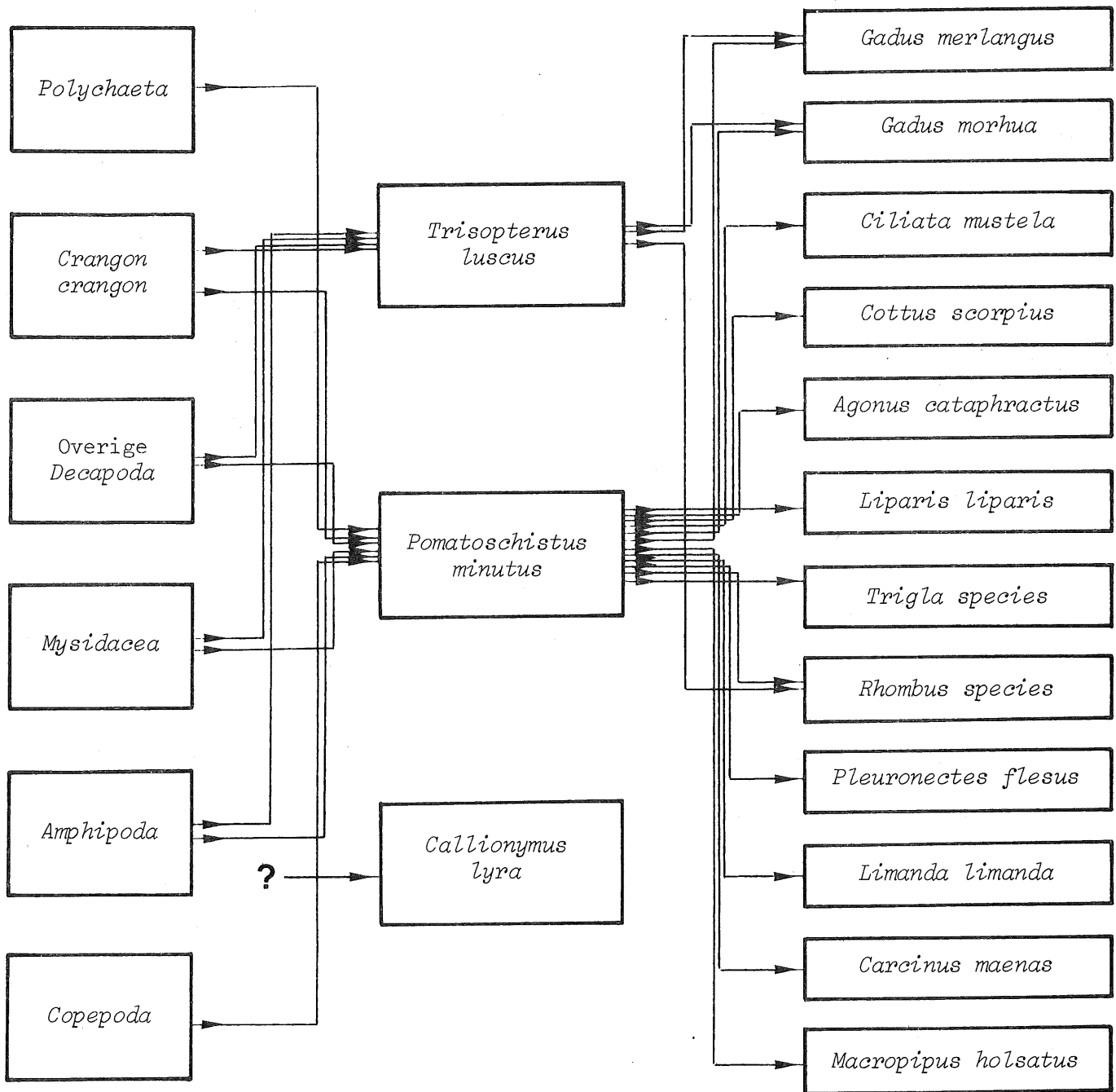


fig. 7.

Inventaris van de trofische relaties van de belangrijkste niet-commerciële visspecies. Origineel schema, gecompileerd aan de hand van bibliografische gegevens.

7.2.2.- Callionymus lyra L.

Callionymus lyra komt bijna nooit in de voeding van andere organismen voor. Voor zover aan de rapporteur bekend is werd deze species, tot nu toe, slechts één maal in de maaginhoud van *Rhombus maximus* waargenomen [Braber en De Groot (1973)].

7.2.3.- Pomatoschistus minutus (Pallas)

De populatie van *Pomatoschistus minutus* is een belangrijke voedselbron voor verschillende demersale predatoren. Deze species werd zeer frequent aangetroffen in de maaginhouden van (in systematische volgorde) *Gadus merlangus*, *Trisopterus luscus*, *Gadus morrhua*, *Ciliata mustela*, *Cottus scorpius*, *Agonus cataphractus* en *Liparis liparis* [Redeke (1906); Todd (1907); Blegvad (1917); Hertling (1938); Gilis (1952); Kuhl (1961) en (1973) en Redant (1975b,c)].

Pomatoschistus minutus komt eveneens, zij het dan in veel mindere mate dan bij de vorige species voor in de voeding van *Trigla* species, *Rhombus maximus*, *Rhombus laevis*, *Pleuronectes flesus* en *Limanda limanda* [Blegvad (1917); Gilis (1952) en Braber en De Groot (1973)].

Alle zopas vermelde predatoren komen, met uitzondering van *Rhombus* species, frequent of zeer frequent in de Belgische kustwateren voor [tabel 2 en Redant (1975a)].

Tenslotte dient nog vermeld dat *Pomatoschistus minutus* door *Carcinus maenas* en *Portunus* species gepredeerd wordt [Blegvad (1915)].

7.2.4.- Besluit

Trisopterus luscus en *Callionymus lyra* worden slechts zelden door predatoren van hogere orde gegeten. *Pomatoschistus minutus* daarentegen speelt een zeer belangrijke rol in de voeding van verschillende demersale en epibenthische species.

De belangrijkste trofische relaties die in deze paragraaf werden besproken zijn eveneens in figuur 7 samengevat.

Referenties

- BLEGVAD, H., (1915). Food and conditions of nourishment among the communities of invertebrate animals found on or in the sea bottom in Danish waters, *Rep. Dan. Biol. Stat.*, XXII, 41.
- BLEGVAD, H., (1917). On the food of fish in the Danish waters within the Skaw, *Rep. Dan. Biol. Stat.*, XXIV, 17.
- BRABER, L. en De Groot, S.J., (1973). The food of five flatfish species (Pleuronectiformes) in the Southern North Sea, *Neth. Journ. Sea Res.*, VI, 4, 479.
- DE CLERCK, R., CLOET, N. en REDANT, F., (1973). Bestandsopname langsheen de Belgische kust (7), *Minist. Landbouw, Comm. T.W.O.Z.*, Publikatie 81-B/10/1973.
- DE CLERCK, R., CLOET, N. en REDANT, F., (1974a). Bestandsopname langsheen de Belgische kust (8), *Minist. Landbouw, Comm. T.W.O.Z.*, Publikatie 87-B/12/1974.
- DE CLERCK, R., CLOET, N. en REDANT, F., (1974b). Bestandsopname langsheen de Belgische kust (9), *Minist. Landbouw, Comm. T.W.O.Z.*, Publikatie 98-B/13/1974.
- DE CLERCK, R., CLOET, N. en REDANT, F., (1975). Bestandsopname langsheen de Belgische kust (10), *Minist. Landbouw, Comm. T.W.O.Z.*, Publikatie 110-B/15/1975.
- DE CLERCK, R. en VAN DE VELDE, J., (1974). Biological description of a dumping area for industrial waste derived from a titane dioxide process, *I.C.E.S., Fisheries Improvement Comm.*, C.M. 1974/E : 29.
- GILIS, Ch., (1952). De garnalenvisserij op de Belgische kust : haar evolutie in de loop van de jaren 1935-1951 en haar invloed op de garnalenstapel, *ed. Zeewetensch. Instit.*, Verhandeling 8.
- HERTLING, H., (1938). Quantitative Nahrungsuntersuchungen an Schellfischen (*Gadus aeglefinus*), Wittlingen (*Gadus merlangus*) und Dorschen (*Gadus morrhua*) aus der Nordsee unter besonderer Berücksichtigung des Wärmtewerter der Nahrung, *Ber. dt. Wiss. Komm. Meeresforsch.*, NF, 9, 2, 274.
- KUHL, H., (1961). Nahrungsuntersuchungen an einigen Fischen im Elbemündungsgebiet, *Ber. dt. wiss. Komm. Meeresforsch.*, 16, 2, 90.
- KUHL, H., (1973). Nahrungsuntersuchungen an einigen Gadiden im Elbemündungsgebiet, *Arch. Fischwiss.*, 24, 1/3, 141.

- MEYER-WAARDEN, P.F. en TIEWS, K., (1965). Der Beifang in den Fängen der Deutschen Garnelenfischerei in den Jahren 1954-1960, *Ber. dt. wiss. Komm. Meeresforsch.*, XVIII, 1, 13.
- POLL, M., (1947). *Faune de Belgique : Poissons marins*, ed. Kon. Belg. Instit. Natuurwetensch., Brussel.
- RAE, B.B., (1967). The food of cod in the North Sea and on west of Scotland Grounds, *Dept. Agric. Fish. Scotland, Marine Research*, 1.
- REDANT, F., (1975a). Seasonal abundance off the Belgian coast of some Teleostomi preying upon brown shrimp (*Crangon crangon*), *I.C.E.S. Shellfish and Benthos Comm.*, C.M. 1975/K : 44.
- REDANT, F., (1975b). The importance of post-larval Caridea in the food of *Trisopterus (Gadus) luscus* (L.), (in voorbereiding).
- REDANT, F., (1975c). The importance of post-larval Caridea in the food of *Gadus merlangus* L., (in voorbereiding).
- REDANT, F. en DE CLERCK, R., (1975). Unfavourable prospects for the Belgian shrimp fishery in 1975, *I.C.E.S., Shellfish and Benthos Comm.*, C.M. 1975/K : 43.
- REDEKE, H.C., (1906). Verslag omtrent onderzoekingen over het voedsel van eenige visschen, *Jb. Rijksinst. Onderz. Zee*, 1905, 88.
- TODD, R.A., (1907). Second report on the food of fishes (North Sea, 1904-1906), *Mar. Biol. Ass. U.K., Intern. Fish. Invest.*, Second Report on Fish. and Hydrogr. Investig. in the North Sea and Adjacent Waters, 1904-1905, II, 1, 49.
- WHEELER, H., (1969). *The fishes of the British Isles and north-west Europe*, ed. MacMillan, London.

Hoofdstuk V

Inventarisatie plankton

Fauna en flora

door

Ph. POLK

1.- Inleiding

De inventarisatie van de fauna en flora van het plankton in de Spuikom en in de zuidelijke baai van de Noordzee maakt een noodzakelijk deel uit van het biologisch onderzoek. Het werk is uitgevoerd in functie van het begrijpen der cyclussen der nutriënten (vol. 8). Hierdoor werd niet de nadruk gelegd op het vinden van "zeldzame" soorten, maar wel is getracht de dominante soorten terug te vinden die de funktioneering van het ecosysteem bepalen. Uitzondering hierop wordt gemaakt voor de fauna van de Spuikom (laboratorium voor Ekologie en Systematiek, V.U.B., Polk, § 2.1), de Hydromedusa van de Noordzee (unité d'océanologie - collectif de bio-écologie, U.L.B., Houvenaghel, § 3.1.1) en het fytoplankton van de Noordzee (met uitzondering van het nannoplankton) (lab. voor Phytohydrobiologie, K.U.L., Louis, § 3.2.1). Terwijl deze uitgediepte inventarisaties op lange termijn belangrijk zijn om de evolutie van de samenstelling der soorten in een biotoop te volgen, zijn de benaderingen van het fytoplankton in de Spuikom (lab. voor Ekologie en Systematiek, Mommaerts-Billiet en Mommaerts, § 2.2), de kwantitatieve analyse van het phytoplankton en de dominante soorten (unité d'océanologie, collectif de bio-écologie, U.L.B., Steyaert, § 3.2.2) en de kwantitatieve analyses van het fytoplankton der kuststrook (Kon. Belg. Inst. voor Natuurwetenschappen, van der Ben, § 3.2.3) kwantitatieve benaderingen

van het fytoplankton door biomassabepalingen of een trachten te begrijpen van de diversiteit van de populatie.

Terwijl de hier volgende samenvattingen goed de inhoud van het werk weergeven zijn volgende bemerkingsen te maken :

- een verder uitwerken der relaties tussen meroplankton en benthos is nodig;
- de oorzaken die aan de basis liggen van de opeenvolgende suksessies blijven ongekend en vragen verder fundamenteel onderzoek;
- het Schelde-estuarium en de monding blijken biologisch zeer belangrijke biotopen te zijn : vertrekpunten van bloomvorming voor het fytoplankton en mogelijke *hatching*-plaatsen voor Copepoda-nauplii en voor vissen;
- in een smalle kuststrook, waar de watermengeling blijkbaar niet volledig is, kunnen aparte watermassa's met hun eigen biologische samenstelling teruggevonden worden.

Wij hopen dat deze inventarisaties, ingeschakeld in het totaalonderzoek, bijdragen tot een beter kennen en rationeel beheer van de Noordzee.

2.- Spuikom

2.1.- Fauna

De fauna van de Spuikom is vrij goed bekend. De studie werd begonnen aan de Laboratoria voor Morfologie en Systematiek van de Rijksuniversiteit Gent en leidde daar tot één licentiaats- en één doctoraatsverhandeling. Zij werd verder gezet in het laboratorium voor Ekologie en Systematiek van de Vrije Universiteit Brussel. Twee doctoraats- en vijf licentiaatsverhandelingen groeiden uit die studie.

Een inventarisatie van de soorten is weergegeven in tabel 1 : de typische soorten met de letter A; toevallige gasten, die zich niet kunnen handhaven door de letter B; nieuwe soorten voor de Spuikom door de letter C en op het ogenblik van de inventarisatie nieuw voor de Bel-

gische fauna met de letter D. De toenmalige studie, in verband met de oesterkultuur, duidde de hiervoor schadelijke soorten aan met de letter E. F vermeldt soorten die opgegeven werden voor de Spuikom maar er niet teruggevonden werden [Leloup en Polk (1967)]. Deze meest recente inventarisatie (1967) geeft de toenmalige toestand weer en is belangrijk als vergelijkingsinventaris.

Tabel 1

PORIFERA

O. CALCAREA

Fam. Homocoelidae

Leucosolenia Bowerbank, 1846

Leucosolenia fabricii (O. SCHMIDT, 1870) B,C

Fam. Sycettidae

Sycon Risso, 1826

Sycon ciliatum (FABR., 1780) B,C

O. CORNACUSPONGIDAE

Fam. Ciocalyptidae

Halichondria Fleming, 1828

Halichondria panicea (PALLAS, 1766) A,E

Fam. Chalinidae

Haliclona Grant, 1841

Haliclona oculata (PALLAS, 1780) B?C

COELENTERATA

Cnidaria

Hydrozoa

Fam. Campanulariidae

Laomedea Lamouroux, 1812

Laomedea longissima (PALLAS, 1766) A

Scyphozoa

Fam. Ulmaridae

- Aurelia* Péron en Lesueur, 1809
Aurelia aurita (L., 1746) B
- Anthozoa
- Fam. Metrididae
Metridium Oken, 1815
Metridium senile (L., 1758) A
- Acnidaria
- Ctenophora
- Fam. Pleurobrachidae
Pleurobrachia Fleming, 1822
Pleurobrachia pileus (O.F. MÜLLER, 1776) B
- BRYOZOA
- Fam. Membraniporidae
Membranipora Blainville, 1830
Membranipora membranacea (L., 1767) A
Membranipora (Electra) pilosa (L., 1767) B?
Bugula Oken, 1815
Bugula plumosa (PALLAS, 1766) B,C
Bugula avicularia (L., 1758) B,C
- TURBELLARIA
- O. ALLOECOELA
- Fam. Plagiostomidae
Plagiostomum O. Schmidt, 1852
Plagiostomum vitatum (LEUCK., 1769)? A,C
- NEMERTINI
- O. HETERONEMERTINI
- Fam. Lineidae
Lineus J. Sow, 1806
Lineus ruber (MÜLLER, 1771) A,C
- CHAETOGNATHA
- Fam. Sagittidae
Sagitta Quoy en Gaimard, 1827
Sagitta setosa J. Müller, 1847 B

ECHINODERMATA

O. ASTEROIDEA

Fam. Asteridae

Asterias L., 1758

Asterias rubens L., 1758 B

O. ECHINOIDAE

Fam. Echinidae

Psammechinus L., 1758

Psammechinus miliaris (GMELIN, 1788) B,C

MOLLUSCA

Cl. Polyplacophora

Fam. Ischnochitonidae

Lepidochiton Gray, 1821

Lepidochiton cinereus (L., 1767) A

Cl. Gasteropoda

o.cl. Prosobranchia

Fam. Lacunidae

Littorina Férussac, 1822

Littorina littorea (L., 1758) A

Fam. Calyptraeidae

Crepidula Lamarck, 1799

Crepidula formicata (L., 1758) A,E

Calyptraea Lamarck, 1799

Calyptraea sinensis (L., 1758) B?C

Fam. Nassariidae

Nassarius Dumeril, 1806

Nassarius reticulatus (L., 1758) A,C

o.cl. Opisthobranchia

O. TECTIBRANCHIA

Fam. Bullidae

Haminea Leach, 1847

Haminea navicula (DA COSTA, 1778) B,C,F

O. NUDIBRANCHIA

Fam. Tergipedidae

Tergipes Cuvier, 1805

Tergipes despectus (JOHNSTON, 1835) A,C

Fam. Lamellidoridae

Lamellidoris Adler en Hancock, 1855

Lamellidoris bilamellata (L., 1767) B,C

Cl. Lamellibranchia

O. ANISOMYARIA

Fam. Mytilidae

Mytilus L. 1758

Mytilus edulis L., 1758 A,E

Fam. Cardiidae

Cardium L., 1758

Cardium edule L., 1758 A

Fam. Ostreidae

Ostrea L., 1758

Ostrea edulis L., 1758 A

Ostrea angulata (LAMARCK, 1819) B

Fam. Anomiidae

Anomia L., 1758

Anomia ephippium L., 1758 B?C,E?

POLYCHAETA

Errantia

Fam. Autolytidae

Autolytus Grube, 1850

Autolytus spec. A

Fam. Nereidae

Nereis Cuvier, 1817

Nereis diversicolor (O.F. MÜLLER, 1776) A

Nereis virens Sars, 1835 A

Fam. Phyllodocidae

Eulalia Savigny, 1817

- Eulalia viridis* (L., 1767) A
Phyllodoce s.str. Savigny, 1817
Phyllodoce maculata (L., 1758) A,C

Sedentaria

Fam. Arenicolidae

- Arenicola* Lamarck, 1801
Arenicola marina (L., 1767) A,E

Fam. Spionidae

- Polydora* Bosc, 1802
Polydora hoplura Claparède, 1870 A,C,E
Polydora ciliata (JOHNSTON, 1838) A,E

CRUSTACEA

O. CLADOCERA

Fam. Polyphemidae

- Podon* Lilj., 1853
Podon leuckarti Sars, 1862 B,C,D

O. COPEPODA

S.-O. Gymnoplea (Calanoidea)

Fam. Calanidae

- Calanus* Leach, 1816
Calanus helgolandicus (CLAUS, 1863) B,C

Fam. Temoridae

- Temora* Baird, 1856
Temora longicornis (O.F. MÜLLER, 1792) A
Eurytemora Giesbrecht, 1881
Eurytemora affinis (POPPE, 1880) A
Eurytemora hirundooides (NORDQUIST, 1888) A
Eurytemora velox (LILLJEBORG, 1853) B

Fam. Centropagidae

- Centropages* Kröyer, 1848
Centropages hamatus (LILLJEBORG, 1853) A

Fam. Pontellidae

- Labidocera* Lubbock, 1853

- Labidocera wollasioni* Lubbock, 1857 B,C
- Fam. Acartiidae
- Acartia* Dana, 1846
- Acartia clausi* Giesbrecht, 1889 B
- Acartia bifilosa* Giesbrecht, 1881 A
(var. *inermis* Rose, 1929)
- Acartia tonsa* Dana, 1848 A,C
- Acartia discaudata* (GIESBRECHT, 1882) B
- S.-O. Podoplea (GIESBRECHT)
- Tr. HARPACTICOIDA SARS
- Fam. Longipediidae SARS
- Longipedia minor* (T. en A. SCOTT, 1893) A,C,D
- Fam. Canuellidae (LANG)
- Canuella perplexa* (T. en A. SCOTT, 1893) A,C,D
- Fam. Ectinosomidae SARS
- Ectinosoma* (*Ectinosoma*) *melaniceps*
(BOECK, 1864) A,C,D
- Arenosetella* sp.
- Fam. Tachidiidae SARS
- Euterpina acutifrons* (DANA, 1848) A,C
- Microarthridion littorale* (POPPE, 1881)
- Fam. Peltidiidae SARS
- Altheutha interrupta* (GOODSIR, 1845) A
- Fam. Harpacticidae SARS
- Harpacticus obscurus* (T. SCOTT, 1893)
- Harpacticus flexus* (BRADY en ROBERTSON, 1873)
- Fam. Tisbidae LANG
- Tisbe furcata* (BAIRD, 1837) A,C,D
- Tisbe holothuriae* Humes, 1957
- Tisbe battagliai* (VOLKMANN-ROCCO, 1972)
- Fam. Thalestridae SARS
- Parathalestris intermedia* GURNEY, 1930 A,C,D
- Fam. Diosaccidae SARS
- Diosaccus tenuicornis* (CLAUS, 1863) A,C,D

Amphiascus sp.

Amphiascopsis cinctus (CLAUS, 1863)

Amphiascella debilis (GIESBR., 1881)

Fam. Ameiridae Monard, LANG

Nitocra typica BOECK, 1864 A,C,D

Ameira scotti SARS 1911

Fam. Canthocamptidae SARS

Mesochra pygmaea (CLAUS, 1863) A,C,D

Mesochra lilljeborgi BOECK, 1864 B?C,D

Fam. Laophontidae T. SCOTT

Laophonte longicaudata BOECK, 1864 A?C,D

Laophonte barbata LANG, 1934 A,C,D

Heterolaophonte strömi (BAIRD, 1837) B?C,D

Paralaophonte congenera (SARS, 1908)

Paronychocamptus curticaudatus (BOECK, 1864)

Fam. Cyclopinidae

Lichomolgus

Lichomolgus canui SARS, 1971 A,C,D

Fam. Dichelestiidae

Mytilicola Steuer, 1902

Mytilicola intestinalis Steuer, 1902 A,E?

O. CIRRIPIEDIA

S.-O. Operculata

Fam. Balanidae

Balanus Da Costa, 1778

Balanus improvisus Darwin, 1854 A

Balanus crenatus Bruguière, 1780 A

Balanus balanoides (L., 1761) A

Elminius Leach, 1825

Elminius modestus Darwin, 1854 A

O. MYSIDACEA

Fam. Mysidae

Praunus Leach, 1813

- Praunus flexuosus* (O.F. MÜLLER, 1788) A
Mesopodopsis Czerniavsky, 1882
Mesopodopsis slabberi (VAN BENEDEEN, 1861) B?
Neomysis Czerniavsky, 1882
Neomysis integer Leach, 1815 B
Gastrosaccus Norman, 1868
Gastrosaccus sanctus (VAN BENEDEEN, 1861) B
- O. ISOPODA
- Fam. Cymothoidae
Eurydice Leach, 1815
Eurydice pulchra Leach, 1815 B
- Fam. Ligiidae
Ligia Fabricius, 1798
Ligia oceanica (L., 1758) B?
- O. AMPHIPODA
- Fam. Gammaridae
Gammarus Fabr., 1775
Gammarus locusta (L., 1767) A
- Fam. Jassidae
Jassa Leach, 1813
Jassa falcata (MONT., 1808) B,C
- Fam. Corophiidae
Corophium Latr., 1806
Corophium insidiosum Crawford, 1937 A
- Fam. Hyperiidae
Hyperia Latr., 1823
Hyperia galba (MONT., 1841) B,C
- Fam. Aoridae
Microdeutopus Costa, 1853
Microdeutopus gryllotalpa Costa, 1853 A?C
- O. DECAPODA
- S.-O. Reptantia
- Tr. Anomura

Fam. Porcellanidae

Porcellana Lamarck, 1801

Porcellana longicornis (L., 1767) A?

Porcellana platycheles (PENNANT, 1777) B,F

Tr. Brachyura

Fam. Portunidae

Carcinus Leach, 1813

Carcinus maenas L., 1758 A,E

Fam. Grapsidae

Eriocheir De Haan, 1850

Eriocheir sinensis H. Milne Edw., 1854 B,F

Fam. Maiidae

Macropodia Leach, 1813

Macropodia rostrata (L., 1761) B,C

S.-O. Natantia

Fam. Palaemonidae

Palaemonetes Heller, 1869

Palaemonetes varians (LEACH, 1814) A

Fam. Crangonidae

Crangon Fabricius, 1798

Crangon crangon (L., 1758) B

TUNICATA

Cl. Larvacea

O. COPELATA

Fam. Oikopleuridae

Oikopleura Mertens, 1831

Oikopleura dioica Fol., 1872 B,C

Cl. Ascidiacea

O. PLEUROGENA

Fam. Styelidae

Botryllus Gaertner, 1774

Botryllus schlosseri (PALLAS, 1766) A,C,E

Fam. Molgulidae

Molgula Forbes, 1848

Molgula manhattensis (DE KAY, 1843) A,E

Sindsdien zijn de voor de biomassa en voor de funktionering van het systeem belangrijke soorten grondig bestudeerd geworden. Het zijn de holoplanktonische soorten *Eurytemora americana*¹ en *Acartia bifilosa*, de meroplanktonische soorten *Polydora ciliata* en *Crepidula fornicata*.

De inleiding tot het doctoraat *De Rol van het Zooplankton in de Ekologie van de Spuikom te Oostende* door Daro² (VUB) geeft zeer goed de gevolgde werkwijze weer voor het begrijpen van de sekundaire produktie : een gericht uitdiepen van de autoecologie der 4 soorten en een samenvatting van de resultaten :

Het zooplankton voert verticale dag- en nachtmigraties uit, met een intensiteit en een snelheid die afhangt van de species én van het ontwikkelingsstadium.

In verband met het seizoenvoorkomen van het zooplankton, zien wij bij het holoplankton het voorkomen van twee species in de tijd : van april tot juni *Eurytemora americana* en vanaf juli tot september *Acartia bifilosa*. De twee soorten komen niet samen voor (*exclusion principle?*). In verband hiermede hebben wij de volgende hypothese geformuleerd : de eieren van deze soorten zouden overwinteren in het slijk van de bodem van de Spuikom, en slechts bij bepaalde omstandigheden (temperatuur, licht, zuurstof, e.a.) uitkomen : de ene soort vroeger dan de andere³.

Inderdaad, de zeer grote aantallen nauplii van *Eurytemora* die wij waarnemen in het begin van mei kunnen moeilijk afkomstig zijn van het

1. Tot 1975 gedetermineerd als *Eurytemora affinis*.

2. In het kader van het F.K.F.O. programma 10.212.

3. Deze hypothese, uitgedrukt in 1974, is intussen bevestigd geworden in het laboratorium voor Ekologie en Systematiek van de V.U.B. door de Heer Palmer in het eindejaarswerk "*Eurytemora americana* met dauereieren in de Spuikom te Oostende, 1975".

gering aantal wijfjes dat voorkomt in april. Hetzelfde geldt voor het voorkomen van nauplii van *Acartia* in juli, vermits hiervóór geen wijfjes van *Acartia* voorkomen.

Alhoewel het meroplankton sterker vertegenwoordigd is, nemen wij slechts twee soorten regelmatig waar : de larven van *Crepidula fornicata* en van *Polydora ciliata*. De eerste soort vertoont twee bloeiperiodes : in mei en in juli. De generatie van juli is afkomstig van de organismen die in mei als larven voorkwamen; en de tweede soort met 3 en soms 4 bloeiperiodes, die steeds opeenvolgende generaties zijn. De levensduur van alle soorten, zowel deze van het holoplankton als van het meroplankton is zeer kort, de aantallen zijn zeer hoog. Dit veronderstelt een zeer hoge produktie.

De andere meroplanktonische soorten komen in mindere mate voor (*Cirripedia*) of in grote hoeveelheden, maar vertonen een zeer sterke mortaliteit (*Mollusca Lamellibranchia*). In het algemeen zijn alle soorten herbivoor, de carnivoren zoals *Mysidacea* en de larven van *Decapoda* komen in klein aantal voor.

2.1.1.- De groeikurven van zooplankton soorten

Wij hebben de groeikurven (gewicht in functie van de tijd) van de 4 belangrijke soorten van de Spuikom bepaald. Bij *Eurytemora affinis* is de gemiddelde levensduur vanaf ei tot nauplius 1 week, vanaf nauplius tot copepodiet 1 week, van copepodiet tot adult 1 week. Met de hulp van de gewichten van die verschillende stadia die wij zelf gemeten hebben, hebben wij een groeikurve bepaald die op een exponentiële kurve lijkt.

De organismen van de twee generaties die elkaar volgen hebben dezelfde levensduur. Bij *Acartia bifilosa*, hebben de organismen van de twee generaties die elkaar opvolgen een verschillende levensduur : bij de eerste generatie is de gemiddelde levensduur vanaf nauplius tot copepodiet 1 week, en vanaf copepodiet tot adult 1 week; bij de tweede generatie is de levensduur vanaf nauplius tot copepodiet 1 week en vanaf copepodiet tot adult twee weken.

Bij de larven van *Polydora ciliata* hebben wij een sigmoïde groei-
kurve bepaald, met een gemiddeld planktonisch leven van 14 dagen.

Bij de larven van *Crepidula fornicata* hebben wij ook een sigmoïde
groei-
kurve bepaald, met een gemiddeld planktonisch leven van 12
dagen.

2.1.2.- De produktie der soorten

De produktie wordt gedefinieerd als de groei van een bepaalde
biomassa in een bepaalde tijd.

Met de hulp van de groei van de individuen en de tellingen der
verschillende ontwikkelingsstadia, konden wij de groei van de popula-
ties bepalen.

Bij de populaties van *Eurytemora americana* verloopt de groei bij
de eerste generatie op een parabolische of een exponentiele wijze en
bij de tweede generatie is de groei meer lineair.

Bij de populaties van *Acartia bifilosa* verloopt de gemiddelde
groei-
kurve op een parabolische wijze bij de eerste generatie en op
een lineaire wijze bij de tweede generatie.

Bij de larven van *Polydora ciliata*, verloopt de groei van de
populaties op eenzelfde wijze (namelijk sigmoïd) als bij de individuen,
te verklaren door de geringe mortaliteit.

De groei van de populaties der larven van *Crepidula fornicata* is
ook sigmoïd, maar meer afgeplat dan de groei van de individuen.

Met de hulp van de groei-
kurven van de verschillende generaties
van de 4 bestudeerde soorten hebben wij een schema opgebouwd van de
wekelijkse produktie, door de species die samen voorkomen, samen te
tellen.

Uit dit schema blijkt een maximum van de zooplanktonproduktie
van 220 ± 60 mg vers gewicht/50 l. week in de maand mei. Een tweede
piek van 40 ± 10 mg vers gewicht/50 l. week komt voor in juli. De rest
van de tijd meten wij produkties die schommelen rond 20 mg vers gewicht
per 50 l per week.

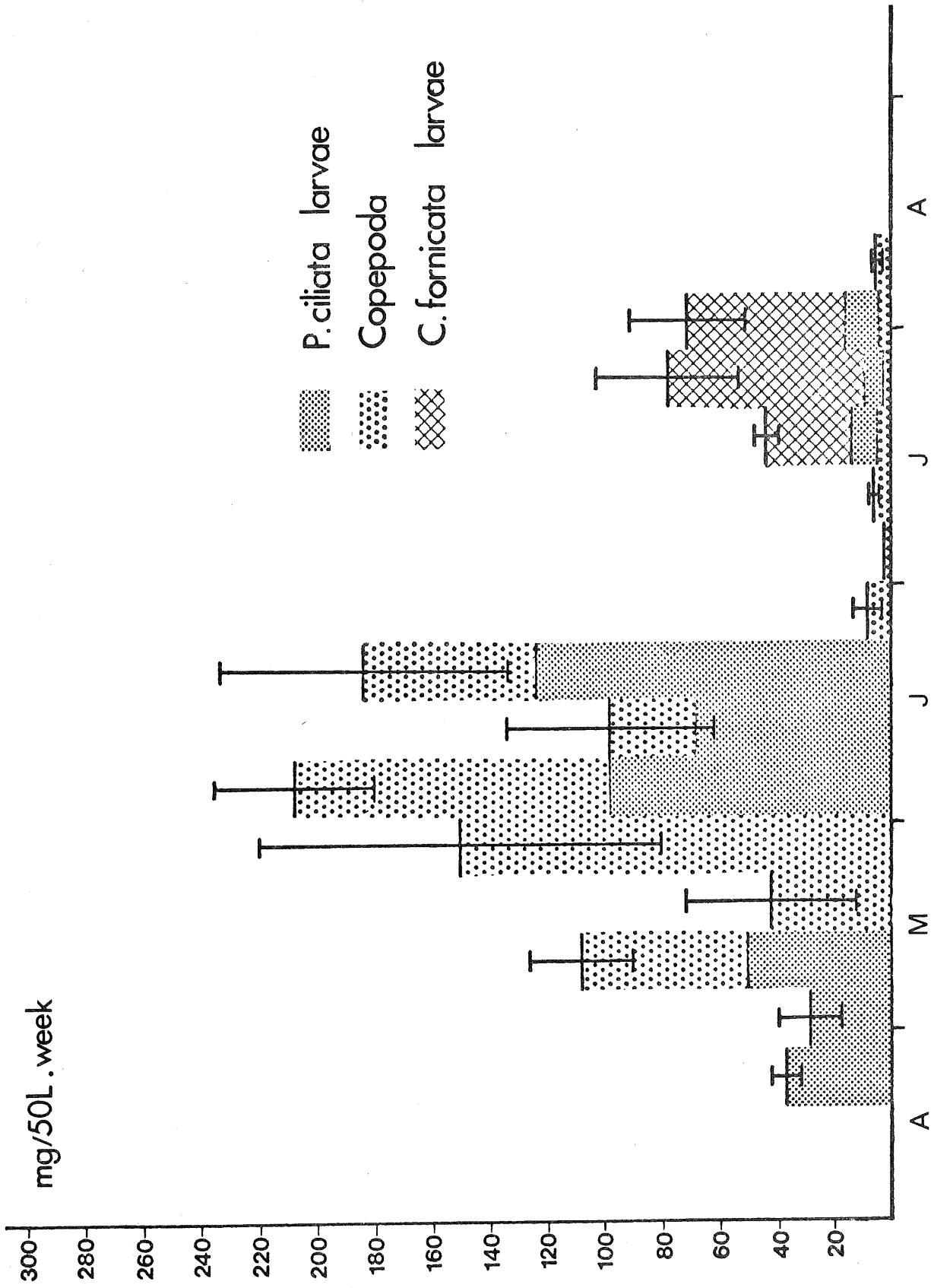


fig. 1.

Wekelijkse zooplankton productie in 1971

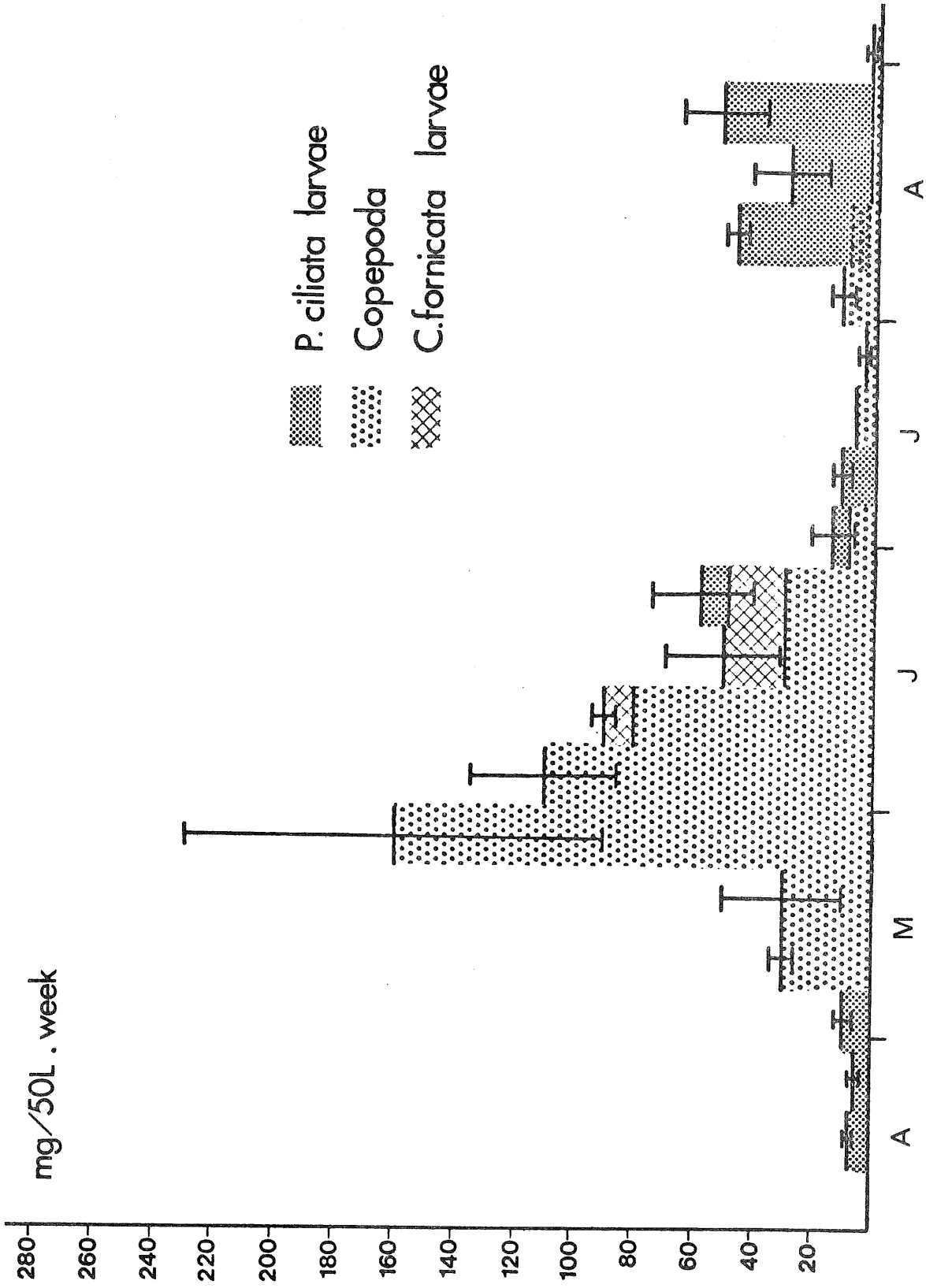


fig. 2.

Wekelijkse zooplankton productie in 1972

Dit schema dat opgebouwd werd met de gemiddelde aantallen waargenomen in 1970, 1971, 1972 werd vergeleken voor de jaren 1971 en 1972 met de op een bepaalde datum voorkomende aantallen voor deze jaren. Er is weinig verschil met het voorgestelde schema (fig. 1 en 2).

2.1.3.- De biomassa's van het zooplankton

Met onze eigen bepalingen der gewichten van de 4 belangrijkste soorten en met de hulp van literatuurgegevens voor de gewichten van alle andere soorten, hebben wij berekeningen gemaakt van de totale biomassa's van het zooplankton die wij gedurende 5 jaar elke week hebben waargenomen.

Uit alle berekeningen kunnen wij enkele belangrijke punten besluiten.

De biomassa van het zooplankton wordt voor 90 - 95 % samengesteld uit 4 soorten : *Eurytemora americana*, *Polydora ciliata*, *Acartia bifilosa* en *Crepidula fornicata*.

De twee eersten geven in de lente een maximale biomassa van 250-300 mg vers gewicht/50 l; *Acartia*, *Crepidula* en *Polydora* vormen de zomerbiomassa van 50 mg/50 l .

Wij hebben dan een schema opgebouwd van het seizoenverloop van de biomassa's met alleen de 4 soorten, en met de aantallen die gebruikt werden voor de berekening van het schema van de produktie (fig. 3 en 4).

Dit nieuw schema toont weinig verschil met de figuren van het verloop van de werkelijke biomassa's : waaruit wij besluiten dat het schema van de produktie der 4 species een goede benadering van de totale produktie voorstelt.

Twee licentiaatsthesisen handelden verder over de autoecologie van *Eurytemora americana*.

Belangrijk is het werk van Palmer (1975) die de hypothese van Daro bevestigde van het voorkomen van rusteieren in het slib op de bodem van de Spuikom.

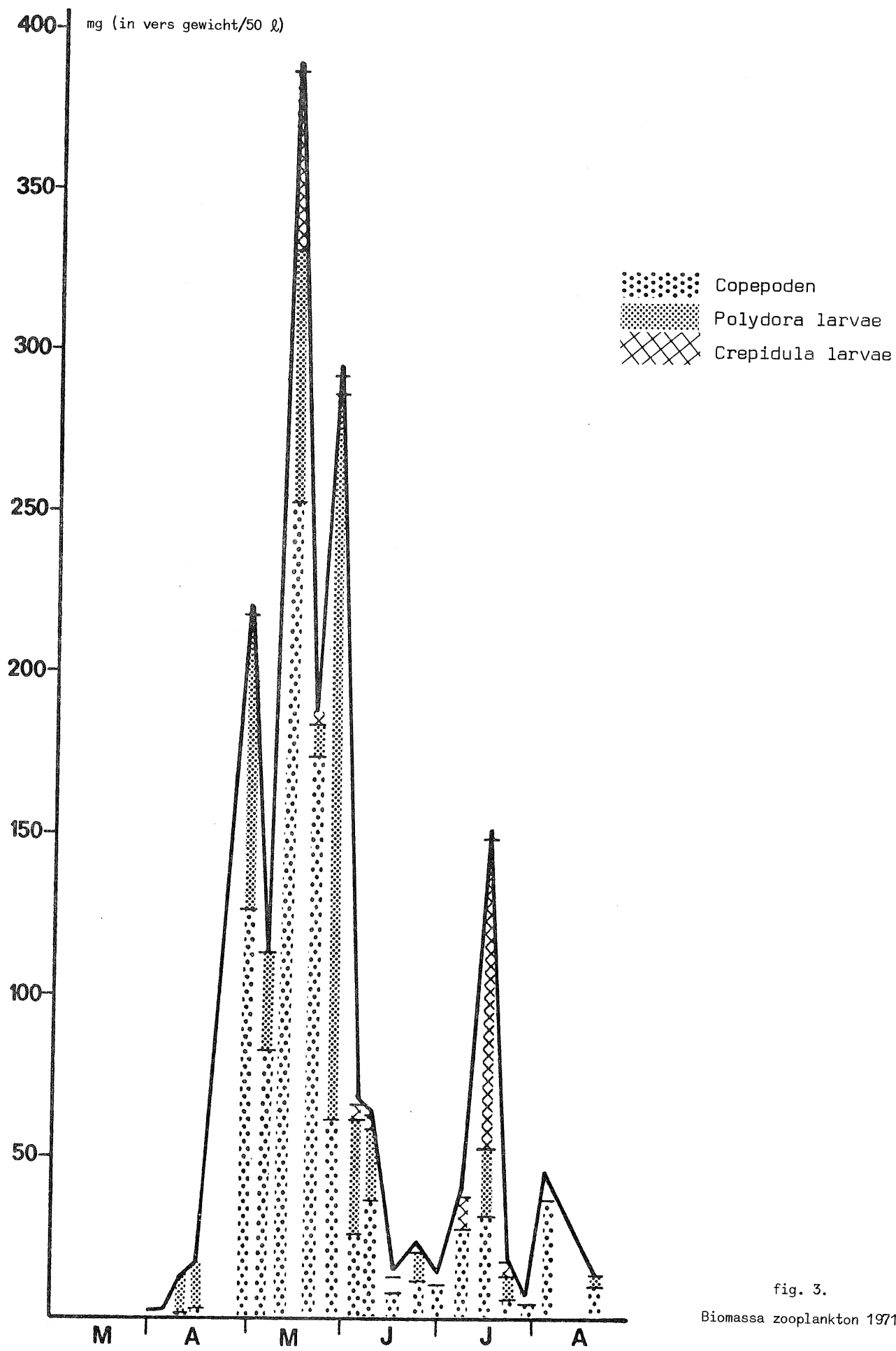


fig. 3.
Biomassa zooplankton 1971

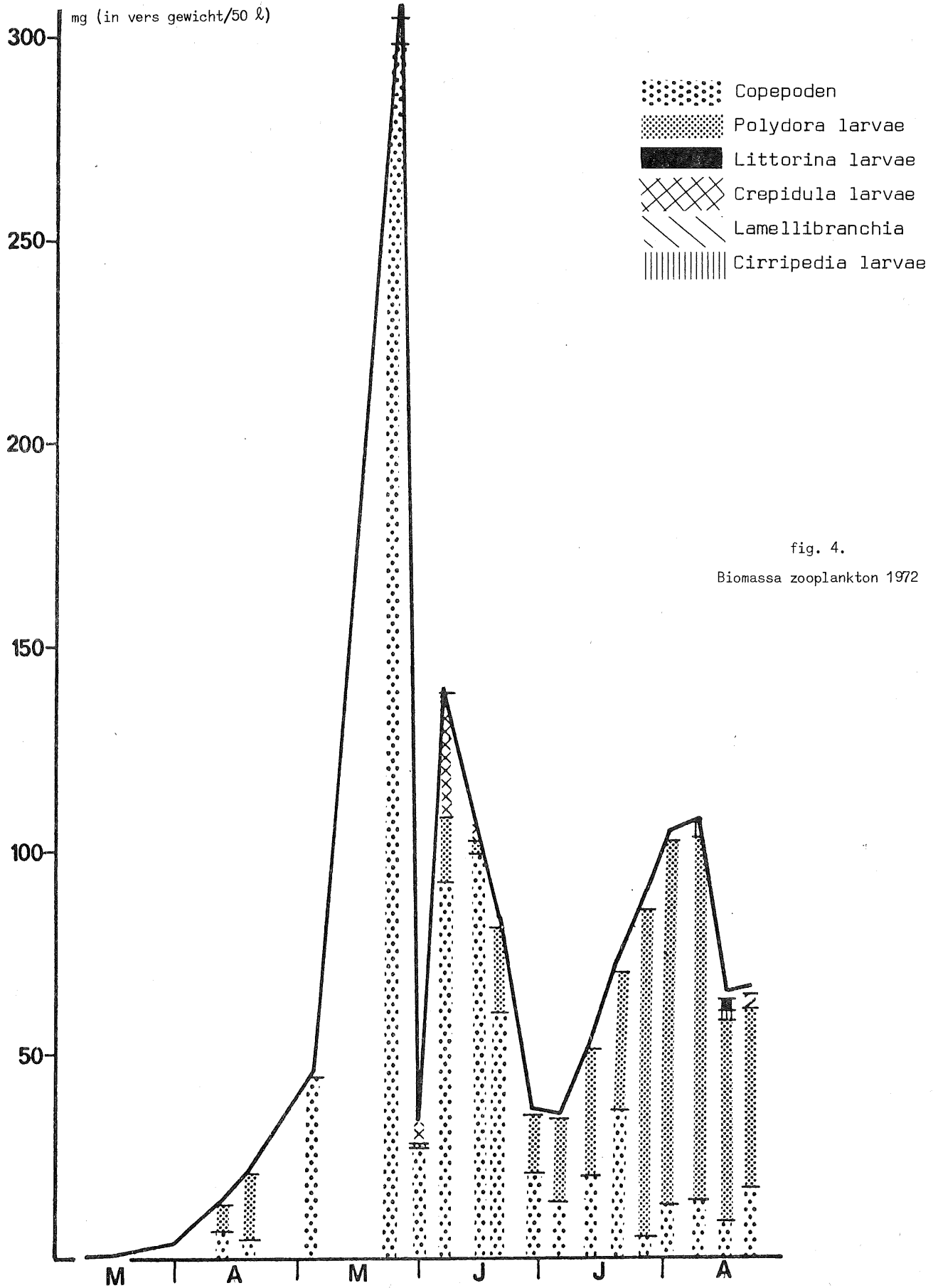


fig. 4.
Biomassa zooplankton 1972

De sedimentatie der eieren gebeurt volgens fysische wetten : significantief minder eieren worden in het zand teruggevonden dan in het slib.

Bij een min of meer gesynchroniseerd uitkomen van de eieren die in *patches* gesedimenteerd zijn, zou een jaarlijks ontstaan van *patchiness* te verklaren zijn.

Indien dit het geval zou zijn met enkele soorten uit de Noordzee, dan zou mogelijk verklaard kunnen worden waarom nauplii en copepodieten tesamen teruggevonden worden : in een voorbijtrekkende massa van copepodieten gebeurt een *input* van nauplii. Ook zou dit *hatching*-plaatsen van Copepoda kunnen verklaren.

Opmerkelijk is de specifieke fauna van de Spuikom : een aantal typische mariene soorten die binnenkomen met het toevoegen van water uit de Noordzee houden er geen stand en worden er door de eigen fauna vervangen. De laatste paar jaar is er geen volledige levenscyclus van *Ostrea edulis* meer waar te nemen. Dit zou te wijten zijn aan een voorkomende pollutie [Persoone (1975)].

Bibliografie

Zie vol. 8, bladzijde 99.

2.2.- Flora van de Spuikom (F. MOMMAERTS-BILLIET en J.P. MOMMAERTS)

Het netplankton in de Spuikom is sinds 1938 bestudeerd geworden door Van Meel [Van Meel (1965)]. De soorten voorkomende in 1937, 1938 en 1939 worden er weergegeven samen met de soorten gevonden in 1960, 1961 en 1962. Gemiddeld bestaat de populatie uit 13,2 % Dinophyceae, Euglenophyceae en Flagellatae en voor 86,5 % uit Bacillariophyceae.

De Bacillariophyceae van het benthos worden door Somers behandeld in een licentia [Somers (1972)].

Mommaerts determineert 37 soorten, behorende tot het nannoplankton (klassen Cryptophyceae, Haptophyceae, Prosinophyceae, Dinophyceae en Euglenophyceae) [Mommaerts (1971)].

Van de voor de primaire produktie meest belangrijke soorten werd het celvolume bepaald en werden de opeenvolgende suksessies beschreven. De resultaten zijn [Mommaerts-Billiet *et al.* (1974)].

Species	Vol. (μm^3)
<i>Eutreptiella marina</i>	2240
<i>Cryptomonas spp.</i>	546
<i>Dinophyceae</i>	400
<i>Platymonas tetrathele</i>	340
<i>Apedinella spinifera</i>	200
<i>Pyramimonas grossii</i>	150
<i>Skeletonema costatum</i>	126
<i>Chrysochromulina sp.</i>	113
<i>Nephroselmis (?)</i>	33
<i>Plagioselmis punctata</i>	30
<i>Thalassiosira pseudonana</i>	30

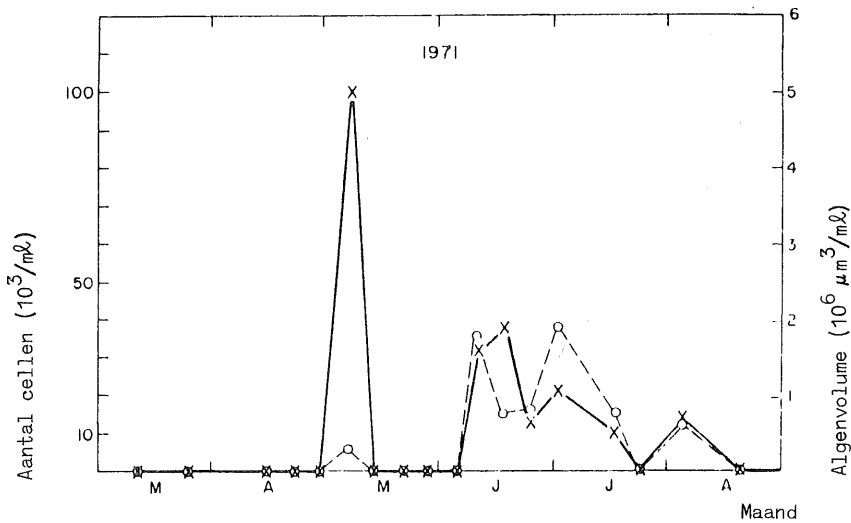


fig. 5.

Totaal aantal cellen ml^{-1} (o) en totaal algenvolume (x) van het nanno-plankton in de Spuikom te Oostende in 1971.

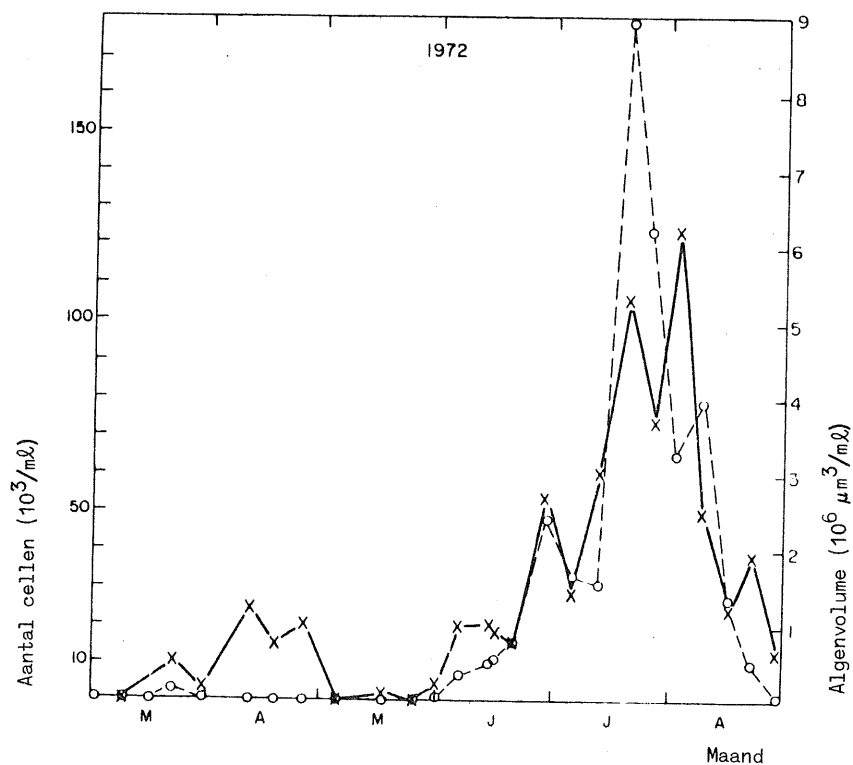


fig. 6.

Totaal aantal cellen ml^{-1} (o) en totaal algenvolume van het nanoplankton in de Spuikom te Oostende in 1972.

Figuur 5 en figuur 6 geven het aantal cellen ml^{-1} weer en het totaal algenvolume voor het nanoplankton in 1971 en 1972, terwijl figuur 7 en figuur 8 de suksessie der soorten, het volume ml^{-1} en de potentiële produktie weergeven.

De studie der primaire produktie wordt behandeld in volume 8.

Bibliografie

Zie vol. 8.

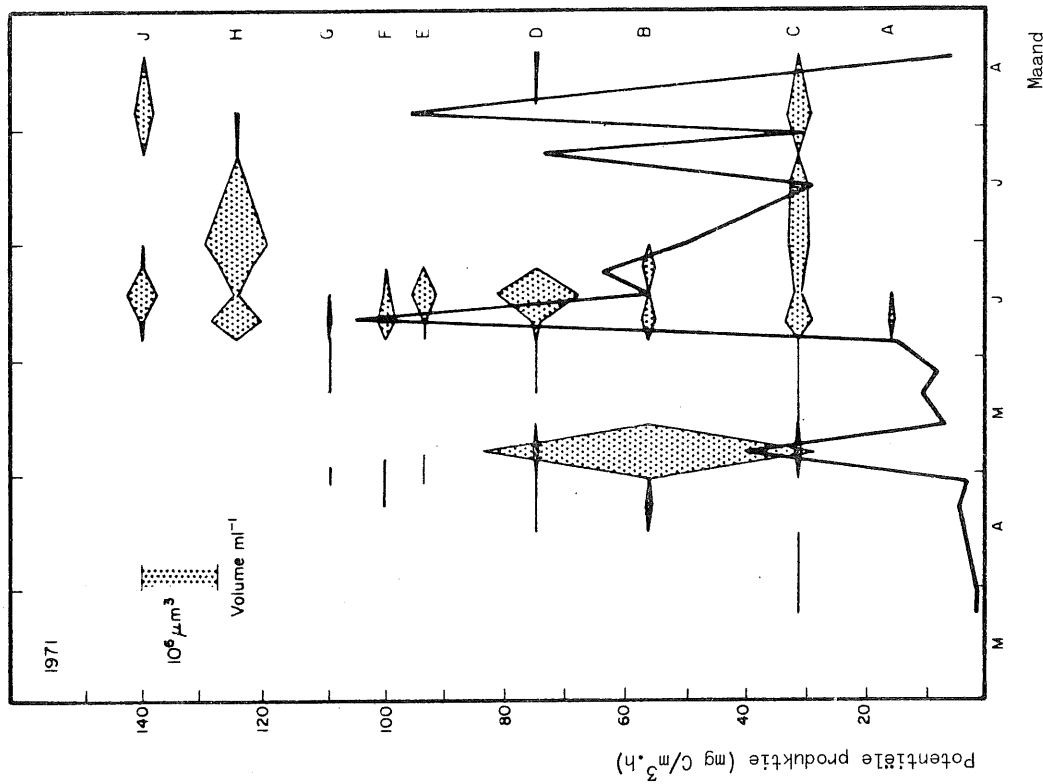


fig. 7.

Soortensuccessie, algenvolume ml^{-1} en potentiële productie van het nannoplankton in de Suisun Bay te Oostende in 1971.

- A.- *Skeletonema costatum*
- B.- *Eutryptiella marina*
- C.- *Plagioelmis punctata*
- D.- *Pyrammonas grossii*
- E.- *Apedinella spinifera*
- F.- Dinophyceae
- G.- *Cryptomonas* spp.
- H.- *Thalassiostris pseudonana* + *Nephroselmis* (?) + *Chrysochromulina* sp.
- J.- Chlorophyceae

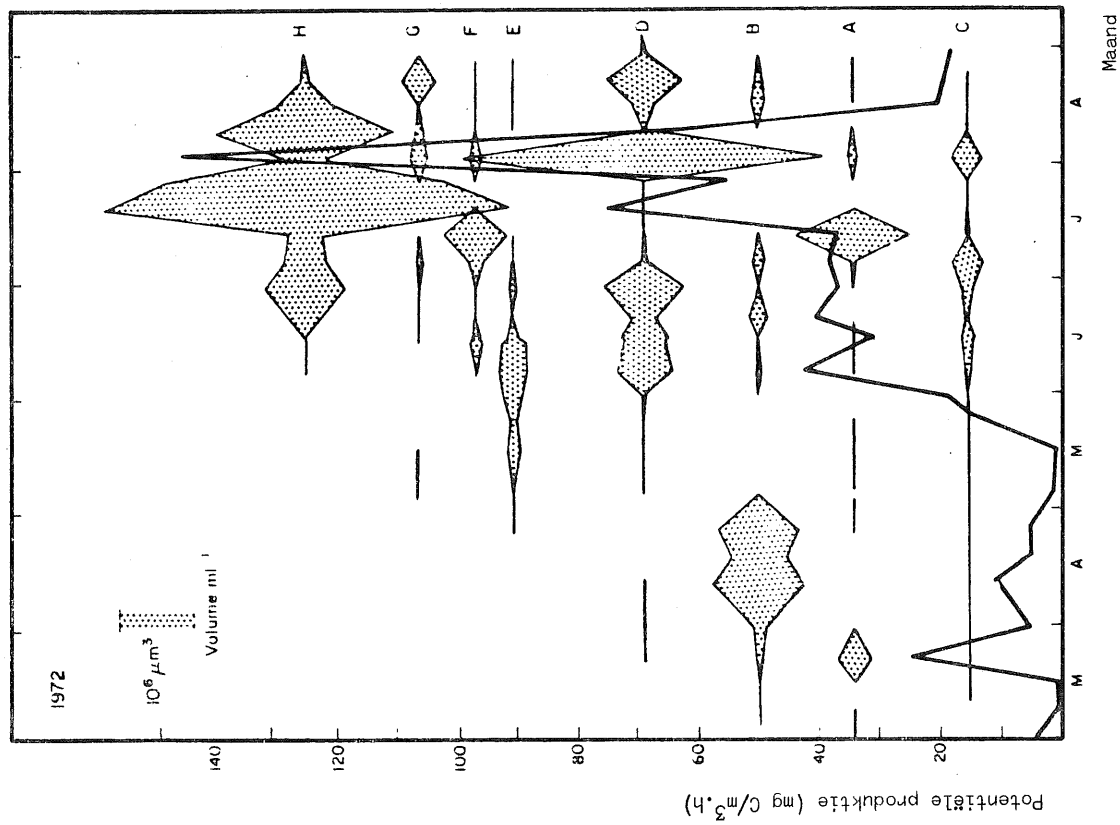


fig. 8.

Soortensuccessie, celvolume ml^{-1} en potentiële productie van het nannoplankton in de Suisun Bay te Oostende in 1972. Idem als figuur 7.

2.3.- Diatomeeën (D. SOMERS)

2.3.1.- Monsternamen - Preparatie

In 1971 werden op twee plaatsen in de Spuikom van Oostende (punt A en B, figuur 9) planktonmonsters genomen door filtratie van telkens 10 l water door een fytoplanktonnet (28 µm-mazen). In het totaal werden 44 dergelijke stalen genomen. Op dezelfde punten werden de tychopelagische organismen [Hendey (1964) : 36] eveneens verzameld door afkrabben van inert materiaal of verzamelen van *Ulva* en *Enteromorpha*-thalli. Op punt C werd een bodemstaal genomen door opzuigen van een dun filmpje zand. De fixatie gebeurde met 4 % formol.

Het materiaal werd ontzout met gekoncentreerd HCl en vervolgens gewassen met aq. dist. [Bourrelly (1968) - 2 : 256 e.v.]. Om epifyten van de waardplanten los te maken werden stukjes thalli in 10 % HCl gebracht en gedurende 10 min in een warm-waterbad geplaatst [Tippett (1970) : 187]. Van ieder monster werden uitgloeipreparaten gemaakt [Hustedt (1930) - 1 : 160 e.v. en Bourrelly (1968) - 2 : 256 e.v.]; bovendien werden nog permanente preparaten gemaakt na reiniging van de diatomeeën met H₂SO₄ en NaNO₃ [Hendey (1964) : 18 e.v.]. Als insluitmiddel werd styrax angewend. Alle preparaten berusten op het laboratorium voor Plantensystematiek der R.U.G.

2.3.2.- Systematische lijst der gevonden soorten

We maakten hoofdzakelijk gebruik van het systeem van Hustedt (1930), (1931-59) en (1961-66). Vanaf de Naviculaceae volgden we het systeem van Cleve-Euler (1952) dat overigens vrij goed overeenkomt met het vorige.

De nummers na de soortnamen duiden een staal aan waarin de soort rijkelijk vertegenwoordigd of toch duidelijk aanwezig is.

De onderstreepte nummers duiden op materiaal dat afkomstig is van kulturen.

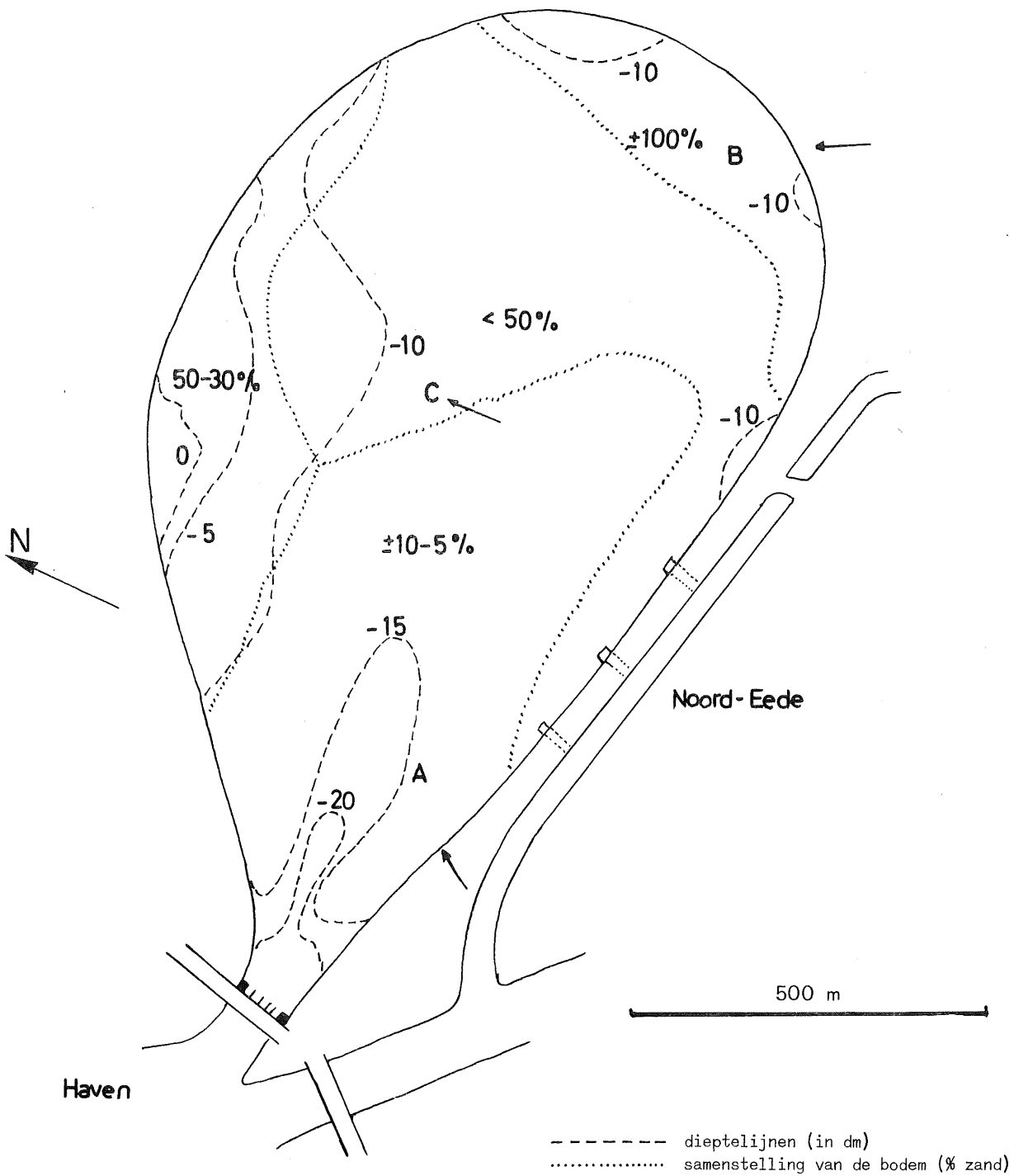


fig. 9.

Kaart van de spuiikom met de samenstelling van de bodem
De punten A, B en C duiden de drie monsterplaatsen aan

Sub-klasse CENTRICAЕ

Fam. Coscinodiscaceae

- Melosira nummumoides* (DILLW.) AGARDH (SD 153)
M. moniliformis (MULL.) AGARDH (SD 301)
M. sulcata (EHRENB.) KUTZ. (SD 136, 137, 159, 160)
Podosira stelliger (BAIL.) MANN. (SD 159, 160, 175)
Hyalodiscus subtilis (BAIL.) (SD 159, 160, 165)
Stephanopyxis turris (GREV. en ARN.) RALFS (SD 320, 322)
Coscinodiscus lineatus EHRENB. (SD 143)
C. radiatus EHRENB. (SD 175)
C. perforatus EHRENB. (SD 157)
C. jonesianus (GREV.) OSTF. var. *commutata* (GRUN.) HUSTEDT (SD 133)
C. concinnus W.SM.
C. granii GOUGH
C. nitidus GREG.

Fam. Thalassiosiraceae

- Skeletonema costatum* (GREV.) CLEVE (SD 143)
Thalassiosira eccentrica (EHRENB.) CLEVE (SD 133, 17(? 309, 372)
T. rotula MEUN. (SD 322)
T. pseudonana HASLE en HEIMDAL
T. sp. (cf. *decipiens*)
T. sp. div.
Cyclotella striata (KUTZ.) GRUN. (SD 175, 176)

Fam. Actinodiscaceae

- Actinoptychus undulatus* (Bail.) RALFS (SD 175)
A. splendens (SHADB.) RALFS (SD 175)
Aatinocyclus ehrenbergi RALFS (SD 326, 331, 361)

Fam. Soleniaceae

- Rhizosolenia imbricata* BRIGHTW. var. *shrubsolei* (CLEVE)
SCHRODER (SD 133)
R. sp. (SD 320)

Fam. Chaetoceraceae

Bacteriastrum hyalinum LAUDER (SD 175)

Chaetoceros danicus CLEVE (SD 320)

C. didymus EHRENB. (SD 320, 365)

C. brevis SCHUTT (SD 320)

C. debilis CLEVE (SD 148)

C. simplex OSTF (SD 134, 148, 370)

Fam. Biddulphiaceae

Eucampia zoodiacus EHRENB. (SD 175)

Streptotheca thamesis SHRUBS.

Bellerochea malleus (BRIGHTW.) V HEURCK (SD 175)

Ditylum brightwellii (WEST) GRUN. (SD 175)

Triceratium alternans BAIL. (SD 143)

Biddulphia sinensis GREV. (SD 309, 320)

B. regia (SCHULTZE) OSTF. (SD 175)

B. mobiliensis BAIL (SD 175)

B. rhombus (EHRENB.) W. SMITH (SD 148)

B. aurita (LYNGB.) BREB. en GOD. (SD 175)

B. aurita var. *obtusa* (KÜTZ.) HUSTEDT (SD 160)

Cerataulus smithii RALFS (SD 175)

Sub-klasse PENNATAE

Fam. Tabellariaceae

Rhabdonema minutum KÜTZ. (SD 157)

R. arcuatum (LYNGB. AG.) KÜTZ (SD 165)

Grammatophora oceanica EHRENB. (SD 143)

Licmophora oedipus (KÜTZ.) GRUN. (SD 157)

Fam. Fragilariaceae

Opephora marina (GREG.) PETIT (SD 374)

Rhaphoneis surirella (EHRENB.) GRUN (SD 133, 175)

R. surirella var. *australis* PETIT (SD 147)

R. ampiceros EHRENB. (SD 175)

Synedra tabulata (AGARDH) KÜTZ. (SD 133)

- S. tabulata* var. *acuminata* GRUN. (SD 165)
S. tabulata var. *fasciculata* (KÜTZ.) GRUN. (SD 143, 158)
Thalassionema nitzschioides GRUN. (SD 335, 368)
Asterionella glacialis CASTRACANE (= *A. japonica* CLEVE
nom. nudus) (SD 175)

Fam. Cocconeidaceae

- Cocconeis scutellum* EHRENB. var. *parva* GRUN. (SD 173)
C. scutellum var. *stauroneiformis* W. SMITH (SD 134)

Fam. Achnanthaceae

- Achnanthes brevipes* AGARDH (SD 304)

Fam. Naviculaceae

- Diploneis didyma* EHRENB. (SD 134)
Navicula distans W. SMITH (SD 133)
N. peregrine (EHRENB.) KÜTZ. (SD 133, 376)
N. elegans W. SMITH (SD 134)
N. abrupta GREG. (SD 136)
N. lyra EHRENB. var. *atlantica* A. SCHMIDT (SD 143)
N. palpebralis BREB. (SD 175)
N. crucigera (W. SMITH) CLEVE (SD 147, 159)
N. ramosissima (AG.) CLEVE (SD 137)
N. grevillei (AG.) CLEVE (SD 159)
N. mutica KÜTZ. var. *producta* GRUN. (SD 153)
N. directa W. SM.
N. spec. 1 (SD 140)
N. spec. 2 (SD 150)
Gyrosigma balticum (EHRENB.) CLEVE (SD 143)
G. fasciola (EHRENB.) CLEVE (SD 153)
Pleurosigma decorum W. SMITH (SD 303)
P. naviculaceum BREB. (SD 143)
P. nubecula W. SMITH (SD 143)
Tropidoneis lepidoptera GREG. (SD 175)
Amphora proteus GREG. (SD 143, 371)

A. laevis GREG. var. *laevissima* GREG. (SD 147)

A. salina W. SM.

A. acutiuscula KÜTZ.

A. lybica EHRENB.

Fam. Epithemiaceae

Epithemia turgida (EHRENB.) KÜTZ. (SD 300)

Fam. Nitzschiaceae

Hantzschia virgata (ROPER) GRUN (SD 133)

Bacillaria paxillifer (O. MÜLL.) HENDEY (SD 320)

Nitzschia spathulata BREB. (SD 160)

N. distans GREG. (SD 160)

N. socialis GRUN. (SD 160)

N. constricta (KÜTZ.) RALFS (SD 133)

N. punctata (W. SM.) GRUN var. *curta* GRUN. (SD 143)

N. apiculata (GREG.) GRUN. (SD 162)

N. pungens GRUN.

N. sigma W. SM. var. *sigma* (SD 162)

N. sigma var. *sigmatella* (GREG.?) GRUN. (SD 136)

N. longissima (BREB.) RALFS (SD 303)

N. longissima var. *reversa* GRUN. (SD 139)

N. closterium (EHR.) W. SM. (SD 331)

N. lanceolata W. SM. var. *minima* GRUN. (SD 148)

N. ovalis

Fam. Surirellaceae

Surirella ovata KÜTZ. (SD 133)

S. gemma EHRENB. (SD 157)

2.3.3.- Systematische opmerkingen

2.3.3.1.- Het genus *Thalassiosira*

Gezien de huidige ontwikkeling in de systematiek van het genus *Thalassiosira* is de complexiteit ervan duidelijk geworden [Hasle (1968),

(1972), (1973), (1974); Hasle en Heimdal (1970); Fryxell en Hasle (1972)] en werden hier enkel de soorten vermeld waarrond weinig twijfel bestaat en die gemakkelijk te herkennen zijn. Tot nu toe werden door ons ongeveer 9 species waargenomen waarvan verscheidene een onduidelijke systematische plaats innemen. We willen hier waarschuwen voor een al te snelle determinatie van soorten als *T. nordenskiöldii* die in vele gevallen aan onze kust als foutief beschouwd worden.

We verwijzen verder naar de publikaties van voornoemde auteurs, en hopen later een meer volledige lijst van dit genus te kunnen geven met hun karakteristieken.

2.3.3.2.- Het *Nitzschia seriata* kompleks

Het taxon *Nitzschia seriata* omvat eigenlijk een gans kompleks mariene, robuste *Nitzschia* specimens, in kettingen voorkomend door apikaal kontakt, en meestal als *N. seriata* beschreven. Evenwel werden de laatste 80 jaar verschillende species beschreven met een gelijkaardige morfologie, maar die meestal over het hoofd gezien werden in routine onderzoeken. We verwijzen hiervoor naar de uitgebreide studie van Hasle (1964), (1965) en (1972) die een duidelijke afbakening maakt tussen deze soorten. In de Spuikom was de meest voorkomende vorm *Nitzschia pungens*.

2.3.4.- Evolutie van de diatomeeënflora na het sluiten van de kom Bespreking van enkele soorten

We geven eerst de alfabetische lijst der taxa met hun frekwentie in de loop van het onderzoek : telkens wordt hun aan of afwezigheid aangegeven voor de punten A en B. Twee kruisjes betekenen grote hoeveelheden van het bepaald taxon; een kruisje tussen haakjes staat voor 1 of 2 exemplaren per preparaat. De levenswijze der taxa wordt eveneens aangegeven : p = planktonisch, l = epilithisch, pl = epipelisch, ph = epifytisch.

Bij het sluiten van de kom op 1 april vinden we 42 diatomeeën spp.; na 8 dagen is dit reeds teruggevallen op 28 spp. In de hierop volgende 9 dagen (van 8 tot 17 april) is er een toename tot 41 spp. Het be-

treft evenwel andere soorten die verschijnen, namelijk epilithische en epifytische organismen [Round (1965) : 61] zoals *Rhabdonema minutum*, *Licmophora oedipus*, *Navicula perigrina*, *N. grevillei*, *Nitzschia socialis*, *N. apiculata*, *Surirella ovata*, ... Deze toestand handhaaft zich tot eind april, daarna is er een snelle afname van het aantal soorten tot 21 op 9 mei. Dit valt samen met een eerste piek in de primaire produktie van de spuikom veroorzaakt door een Cryptophyceae. Eventuele factoren die in aanmerking komen als oorzaak van het nagenoeg volledig verdwijnen van de diatomeeën uit het plankton (kwalitatief en kwantitatief) in de periode van 25 april tot 23 mei, is de sterke daling van de voedingszouten door de ontwikkeling van het nannoplankton, en de relatief sterke temperatuurstijging ($\pm 7,5$ °C) in deze periode.

Het openen van de sluizen en het aanvoeren van vers zeewater rond 24 mei, heeft natuurlijk de aanvoer van nieuwe soorten voor gevolg gehad, en we zien het aantal taxa oplopen tot 54. Onder die nieuw aangevoerde soorten bevond zich een organisme (*Thalassiosira pseudonana*) dat zich kon handhaven in de Spuikom en er een massale ontwikkeling kende in juni-juli. In de eerste sluitingsperiode was er blijkbaar geen der aanwezige soorten die zich kon handhaven.

We kunnen dus besluiten dat bij het sluiten van de spuikom de diatomeeënflora vrij snel gewijzigd werd en een eigen flora gaat ontwikkelen die vooral bestaat uit tychopelagische soorten.

Enkele species vonden we nochtans het ganse jaar door en zij zijn dus niet strikt gebonden aan temperatuur of seizoen; dit was ondermeer het geval voor *Melosira nummuloides*, *Actinoptychus undulatus*, *Biddulphia aurita*, *Rhaphoneis amphicerus* en *Achnanthes brevipes* in mindere mate ook *Cocconeis scutellum* var. *parva*. We kunnen ze beschouwen als vaste componenten van de flora van de Spuikom.

Nitzschia lanceolata var. *minima* kende een vrij grote ontwikkeling in het plankton enkele dagen na het sluiten, analoog voor *Melosira nummuloides*. Verschillende soorten gaan zich sterker ontwikkelen na het openen van de kom in mei, d.i. het geval voor *Rhaphoneis amphicerus* en *Cocconeis scutellum* var. *parva*.

Gaan we de levenswijze van de soorten na dan merken we dat slechts weinige strikt beperkt zijn tot het tychopelagiaal [Hendey (1964)]. Dit is zeer aannemelijk vermits de spuikom zeer ondiep is en de golfbeweging vastzittende organismen gemakkelijk loslaat. *Navicula abrupta*, *Rhabdonema minutum* en *Licmophora oedipus* waren de enige epilitische soorten s. str.; *Amphora proteus* kwam nagenoeg alleen op de bodem voor. Veel meer soorten kwamen alleen in het plankton voor : *Podosira stelliger*, *Stephanopyxis turris*, *Skeletonema costatum*, *Thalassiosira spec.*, *Coscinodiscus radiatus*, *C. lineatus*, *Rhizosolenia imbricata v. shrubsolei*, *Chaetoceros debilis*, *C. simplex*, *Eucampia zoodiacus*, *Ditylum brightwellii*, *Triceratium alternans*, *Bedulphia sinensis*, *B. mobiliensis*, *B. rhombus*, *Asterionella glacialis*, *Gyrosigma balticum*, *Pleurosigma naviculaceum*, *P. decorum*, *Nitzschia longissima v. reversa* en *Surirella ovata*.

Doordat de spuikom als milieu zeer onstabiel is en volkomen verschillend is van de neritische zone in de zee, is het zeer moeilijk overeenkomsten te vinden met gelijkaardige waarnemingen in de kustzone wat betreft het voorkomen en de ontwikkeling van bepaalde soorten en hun afhankelijkheid van sommige fysico-chemische factoren [Hendey (1969); Brunel (1962); Norris (1966); Castenholz (1963)].

In 1971 zijn er toch heel wat minder soorten aanwezig, wat blijkt uit de studie van Leloup en Van Meel (1965) over het plankton van de spuikom. Ook de lijst der soorten waargenomen in de haven van Oostende, samengesteld door Persoone (1968), is in sommige opzichten heel wat rijker.

2.3.5.- Referenties

- BOURRELLY, P., (1968). *Les algues d'eau douce - Tome II; Algues jaunes et brunes*, Boubée et Cie, Paris.
- BRUNEL, J., (1962). *Le phytoplancton de la baie des Chaleurs*, Presses de l'Université, Montréal.
- CASTENHOLZ, R., (1963). An experimental study of the vertical distribution of littoral marine diatoms, *Limnol. & Oceanogr.*, 8 (4), 450.

- CLEVE-EULER, A., (1951). *Die Diatomeen von Schweden und Finnland*, Stockholm, Reprint 1968, J. Cramer, New York.
- FRYXELL, G. en HASLE, G., (1972). *Thalassiosira eccentrica* (EHRENB.) CLEVE, T. *symmetrica* sp. nov., and some related centric diatoms, *Journ. Phyc.*, 8(4), 297.
- HASLE, G., (1964). *Nitzschia and Fragilariopsis species studied in the light and electron microscopes; I. Some marine species of the groups Nitzschiella and Lanceolatae*, Universitetsforlaget, Oslo.
- HASLE, G., (1965). *Nitzschia and Fragilariopsis species studied in the light and electron microscopes; II. The group Pseudonitzschia*, Universitetsforlaget, Oslo.
- HASLE, G., (1968). The valve processes of the centric diatom genus *Thalassiosira*, *Nytt Mag. Bot.*, 15, 193.
- HASLE, G., (1972). The distribution of *Nitzschia seriata* CLEVE and allied species, *Beih. N. Hedw.*, 39, 171.
- HASLE, G., (1972). *Thalassiosira subtilis* (Bacillariophyceae) and two allied species, *Norw. Journ. Bot.*, 19(2), 111.
- HASLE, G., (1973). *Thalassiosiraceae* LEBOUR, a diatom family, *Norw. Journ. Bot.*, 20(1), 67.
- HASLE, G., (1974). Some marine plankton genera of the diatom family *Thalassiosiraceae*, *Beih. N. Hedw.*, 45, 1.
- HASLE, G. en HEIMDAL, B., (1970). Some species of the centric diatom genus *Thalassiosira* studies in the light and electron microscopes, *Beih. N. Hedw.*, 31, 543.
- HENDEY, N., (1964). *An introductory account of the smaller algae of British Coastal waters; Part V : Bacillariophyceae*, Fishery Investigations, Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, London.
- HUSTEDT, F., (1930-1966). *Die Kieselalgen Deutschlands, Österreichs und der Schweiz*, in Rabenhorst's Kryptogamen flora B VII, Akad. Verlagsgesell., Leipzig.
- LELOUP, E. en VAN MEEL, L., (1965). La flore et la faune du bassin de chasse d'Ostende, *Inst. Roy. Sc. Mat. Belg. Mém.*, 154.
- NORRIS, R., (1966). Treatise on diatoms, *Science*, 153, 1369.

PERSOONE, G., (1968). *Oecologische studie van de aangroei op ondergedompelde substraten in de haven van Oostende*, Doctoraatsthesis RUG.

ROUND, F., (1965). *The biology of the algae*, Arnold, London.

3.- De Noordzee

3.1.- Fauna (G. HOUVENAGHEL)

3.1.1.- Hydromedusa

3.1.1.1.- Introduction

Le but de notre contribution à l'étude du zooplancton récolté par les campagnes CIPS consiste en l'analyse spécifique d'organismes de haut niveau trophique : les Hydroméduses.

Les méduses appartenant aux ordres de Antho-, Lepto- et Limnoméduses constituent l'une des phases d'un cycle dont l'autre est le polype. Ces méduses font partie du méroplancton.

Les Trachy- et Narcoméduses effectuent leur cycle vital entièrement et uniquement dans le milieu pélagique; elles appartiennent à l'holoplancton.

3.1.1.2.- Résultats

L'analyse spécifique des Hydroméduses a amené la reconnaissance de 21 espèces différentes, à savoir :

ANTHOMEDUSES (14 espèces)

Corynidae

Sarsia eximia (ALLMAN)

Sarsia prolifera (FORBES)

Sarsia tubulosa (M. SARS)

Sarsia gemmifera (FORBES)

Dipurena halterata (FORBES)

Tubulariidae

Ectopleura dumortieri (VAN BENEDEN)

Hybocodon prolifer (AGASSIZ)

Steenstrupia nutans (M. SARS)

Margelopsidae

Margelopsis haeckeli (HARTLAUB)

Hydractiniidae

Podocoryne carnea (M. SARS)

Podocoryne borealis (MAYER)

Rathkeidae

Rathkea octopunctata (M. SARS)

Bougainvillidae

Lizzia blondina (FORBES)

Bougainvillia ramosa (VAN BENEDEN)

Pandeidae

Leuckartiara octona (FLEMING)

LEPTOMEDUSES (7 espèces)

Mitrocomidae

Mitrocomella brownei (KRAMP)

Campanulariidae

Phialidium hemisphaericum (L.)

Obelia sp.

Lovenellidae

Eucheilota maculata (HARTLAUB)

Lovenella clausa (HINCKS)

Phialellidae

Phialella quadrata (FORBES)

Eirenidae

Eirene viridula (PERON et LESUEUR)

LIMNOMEDUSES (0 espèces)

TRACHYMEDUSES (0 espèces)

NARCOMEDUSES (0 espèces)

ATHECATES pélagiques (1 espèce)

Tubulariidae

Tubularia indivisa

Il convient de faire deux remarques sur le classement et la détermination :

i) Chez les Corynidae, la distinction des espèces de *Sarsia* ne peut être faite avec précision que lorsque les méduses sont en reproduction et en bourgeonnement. Dès lors, en l'absence de bourgeonnement, il est extrêmement difficile de se prononcer sur l'espèce. Pour cette raison, les formes non bourgeonnantes qui pourraient appartenir soit à *Sarsia eximia* ou à *Sarsia prolifera* sont classées en un seul lot.

ii) Chez les Tubulariidae, nous avons ajouté à la liste des méduses de cette famille les actinules de *Tubularia indivisa*.

Le tableau 3 montre que le gros de l'effectif des Hydroméduses est constitué par une espèce particulièrement abondante (69,5 %) : *Phialidium hemisphaericum*. Un lot de méduses moins courantes comprend : *Obelia* sp. (7,7 %) , *Sarsia prolifera* et *Sarsia eximia* (5,4 %) , *Sarsia gemmifera* (4,4 %) , *Steenstrupia nutans* (4,4 %) , *Phialella quadrata* (3,5 %) et *Sarsia prolifera* (bourgeonnantes) (2,2 %) . Le reste des espèces ne contribue que pour 2,9 % .

3.1.1.3.- Distribution des espèces récoltées

Sarsia eximia (ALLMAN)

Sarsia eximia est assez rare dans le plancton. Cette situation provient sans doute du fait que le polype qui donne naissance à cette méduse occupe des niches écologiques restreintes : zones portuaires, zones côtières, objets flottants, ...

Les polypes, *Syncoryne eximia*, ont une répartition boréale et pénètrent jusqu'en Manche. Sur nos côtes, ils ne sont pas fréquent [Leloup (1952); Vervoort (1946)].

Tableau 3

	1971				1972			TOTAL
	Croisière 00	Croisière 01	Croisière 02	Croisière 03	Croisière 01	Croisière 02	Croisière 03	
<i>Sarsia eximia</i>							1 2	1 2
<i>Sarsia prolifera</i>			6 98			2 2	5 11	13 111
<i>Sarsia e. + p.</i>	1 1		7 267	1 1			1 3	10 272
<i>Sarsia tubulosa</i>						1 1	1 1	2 2
<i>Sarsia gemmifera</i>			2 4	2 3		1 4	9 214	13 225
<i>Dipurena haltera</i>							1 1	1 1
<i>Ectopleura dumortieri</i>			2 2	1 1				3 3
<i>Hybocodon prolifer</i>	1 1	1 2		1 1		1 1	3 31	7 36
<i>Steenstrupia nutans</i>		8 193	1 1	3 4		1 1	5 19	18 218
<i>Tubularia indivisa</i>		1 1						1 1
<i>Margelopsis haeckeli</i>		1 1						1 1
<i>Podocoryne carnea</i>					1 2			1 1
<i>Podocoryne borealis</i>					1 1			1 1
<i>Rathkea octopunctata</i>		1 5			2 3	5 43		1 1
<i>Lizzia blondina</i>		2 3	2 2					1 1
<i>Bougainvillia ramosa</i>		1 1						1 1
<i>Leuckartiara octona</i>					5 7			6 17
<i>Phialidium hemisphaericum</i>	3 12	10 120	5 29	13 1262	19 2048	3 14	7 11	59 3475
<i>Obelia sp.</i>		3 23	6 24	9 299	5 40		1 1	23 384
<i>Eucheilota maculata</i>		1 1		1 9	1 1			3 11
<i>Lovenella clausa</i>	1 2	4 42	4 18	1 9	1 5	3 7	8 92	21 175
<i>Phialella quadrata</i>			1 2					1 2
<i>Mitracomella brownei</i>							1 2	1 2
<i>Eirene viridula</i>						1 1		1 1

La colonne de droite donne par croisière le nombre de méduses trouvées dans un demi-échantillon; le nombre de points où l'espèce a été identifiée figure dans la colonne de gauche.

D'après Bodo *et al.* (1965), les *Sarsia eximia* sont présentes à Roscoff d'avril à novembre, avec une fréquence maximum en juin et en septembre.

Nous avons recensé seulement deux individus de *Sarsia eximia* en juillet 1972 à la station 14 (point du large). Ceci confirme la rareté de cette espèce dans notre région.

Sarsia prolifera (FORBES)

Autour des Iles Britanniques les *Sarsia prolifera* ont été capturées au sud-ouest et à l'est des Iles [Russel (1953)].

Toutes les méduses non bourgeonnantes et recensées dans les tableaux de résultats dans la colonne "Sarsia e.+p." semblent être des *Sarsia prolifera* à cause de l'énorme développement que ces dernières témoignent aux mêmes époques et aux mêmes points (août 1971).

Les récoltes de *Sarsia prolifera* se sont faites en période estivale. Août 1971 fut particulièrement favorable (partie nord du réseau), alors qu'en septembre il n'y en a plus qu'une seule capture (point 62). La saison d'apparition de *Sarsia prolifera* est donc assez restreinte. En 1972, les récoltes eurent lieu en juillet à des points situés au large. Sauf pour le point 1097 (avril 1972), ces méduses ne se rencontrent que dans les eaux du large ou intermédiaires, caractérisées par une concentration en phosphore située respectivement en dessous ou au-dessus de 30 µg P/l .

Sarsia gemmifera (FORBES)

Quoique étant distribuée d'une manière assez générale dans les eaux européennes, cette méduse ne fut pas souvent capturée. La saison d'apparition de cette espèce dans les planctons serait de mai à septembre [Russel (1953)]. A Roscoff, Bodo *et al.* (1965) la signalent de mai à novembre avec un maximum vers juillet.

Dans nos planctons, nous retrouvons également cette espèce en été (août et septembre 1971) ainsi qu'en juillet 1972. Quatre exemplaires proviennent de la station 1486 (avril 1972). Les quelques individus récoltés en août et en septembre 1971 sont originaires des points situés

dans la partie nord du réseau (points 19, 16 et 61). Par contre, en juillet, les *Sarsia gemmifera* viennent de la partie sud du réseau, avec une nette prédominance pour les points du large.

La répartition de cette espèce dans la zone étudiée pourrait s'expliquer de deux manières différentes :

- cette méduse serait charriée par la gyre du sud de la mer du Nord;
- cette méduse serait libérée pendant une période restreinte par le polype mère. Le gisement des polypes se trouverait approximativement au milieu du Southern Bight. Ce polype que nous invoquons ici n'est pas connu.

Sarsia tubulosa (M. SARS)

Cette espèce assez cosmopolite peut se trouver dans toute l'Europe. Kramp (1930) considère qu'elle serait peu fréquente dans la Manche et dans le sud de la mer du Nord. Leloup (1952) la signale en avril et en mai.

Les deux exemplaires de *Sarsia tubulosa* proviennent d'un point côtier (1097) en avril 1972 et d'un point du large (15) en juillet 1972.

Dipurena halterata (FORBES)

Un exemplaire de cette petite méduse a été capturé en juillet 1972. Le polype, du même nom, est connu dans la Manche occidentale (Plymouth, Roscoff), mais n'est pas signalé plus au nord, quoique rien n'exclut sa présence *a priori*. A Roscoff, *Dipurena halterata*, est présente de mai à septembre avec un maximum en juillet [Bodo *et al.* (1965)].

Les individus récoltés au cours de nos campagnes proviendraient de la Manche; ils furent d'ailleurs capturés en un point hauturier.

Ectopleura dumortieri (VAN BENEDEEN)

Ectopleura dumortieri est la méduse d'une Tubulaire trouvée en de nombreuses localités côtières de France, de Belgique et de Hollande. Pour Leloup (1952), la méduse se rencontre parfois à la côte belge en août. Au sud-ouest de l'Irlande, elle est capturée de mars à décembre; à Plymouth, de mai à novembre [Russel (1953)].

Nos échantillons renferment quelques *Ectopleura dumortieri* (août et septembre 1971, respectivement aux points 16, 20 et 60). Ces points sont médians par rapport à l'aire du modèle.

Hybocodon prolifer (AGASSIZ)

Cette méduse possède une distribution boréale nord très probablement circumpolaire. Le long des côtes des Iles Britanniques, elle est plus abondante vers le nord [Russel (1953)].

A Roscoff, elle est présente de janvier à août; à Plymouth, de mars à juin.

Nos récoltes les plus importantes se situent en juillet 1972. D'après les récoltes de 1971 on peut voir qu'elles sont encore présentes en septembre.

Les lieux de capture de *Hybocodon prolifer* se situent dans la partie sud-ouest du réseau; ces méduses proviendraient de la Manche. Il est à remarquer que le polype ne fut trouvé qu'une fois dans notre région [Vervoort (1946)].

Steenstrupia nutans (M. SARS)

Espèce néritique à distribution boréale tempérée, cette méduse est commune dans le plancton printanier des côtes sud-ouest des Iles britanniques où elle apparaît dès fin mars, début avril. Sa durée de vie serait de deux mois de telle sorte que les derniers specimens sont vus vers la fin septembre [Russel (1953)].

Le polype *Corymorpha nutans* n'a jamais été trouvé dans notre région, quoique Vervoort (1946), considère qu'il fait partie de la faune néerlandaise.

Dans nos récoltes, en 1971 et en 1972, ces méduses furent abondantes en juillet. Dans nos régions elles semblent donc apparaître dès avril.

Au cours du mois de juillet 1971, des individus relativement nombreux se trouvent le long des deux parallèles situés au large des embouchures de fleuves. Il apparaît que cette méduse atteint à ce moment là son extension la plus méridionale. Au mois d'août, lors de la prospec-

tion de la région nord du modèle, un seul individu fut capturé. En septembre, la distribution est hétérogène. Lors des croisières radiales (avril 1972) un point se caractérise par la présence de *Steenstrupia*; ce point (61) est médian par rapport au réseau. En juillet 1972, la distribution est hétérogène mais la présence d'individus plus nombreux au point 5 pourrait être un indice d'apports de la Manche.

Il est intéressant de noter qu'en juillet 1971 il s'est produit une libération de méduses par des polypes colonisant les sédiments de la région centrale du modèle. Il y aurait lieu de vérifier à cet égard la présence de *Corymorpha nutans* dans les échantillons de benthos.

Margelopsis haeckeli (HARTLAUB)

Le polype et la méduse de cette espèce sont connus de Helgoland et de la côte belge où, d'après Leloup, ils y seraient abondantes. D'après la littérature la méduse est estivale.

Dans les planctons CIPS, nous n'avons trouvé qu'un seul individu au point M06 en juin 1971. Cette espèce aurait une répartition localisée. Nous l'avons déjà récoltée au printemps 1969 dans l'estuaire de l'Yser.

Podocoryne carnea (M. SARS)

Deux méduses de cette espèce ont été capturées en janvier 1972. L'absence de polypes dans nos régions (signalés seulement deux fois à Texel en 1920 en 1922) laisse penser que ces *Podocoryne carnea* proviennent de la Manche.

Podocoryne borealis (Mayer)

Cette méduse est peu commune autour des Iles britanniques. Le polype n'est pas signalé dans le sud de la mer du Nord. Tout comme *Podocoryne carnea*, cette méduse-ci serait également issue de la Manche.

Rathkea octopunctata (M. SARS)

Rathkea octopunctata est une méduse hivernale et printanière. Elle se trouve tout autour des Iles Britanniques et sa distribution géographique à plus grande échelle est caractérisée de boréale arctique et

circumpolaire [Russel (1953)]. Le polype est connu par des élevages fortuits sur les paillasses de stations biologiques : Plymouth [Russel (1953)] et Roscoff [Teissier (1965)].

Leloup (1952) renseigne *Rathkea octopunctata* comme étant parfois abondante sur la côte belge et même dans le bassin de chasse d'Ostende. Dans la Manche, elle n'est pas abondante [Russel (1953)].

L'ensemble des récoltes CIPS contenant des *Rathkea* se répartit dans la zone côtière du modèle (les plus grandes concentrations sont trouvées en avril 1972). Ces méduses semblent donc provenir d'une production locale (polypes et/ou bourgeonnement médusaire).

Lizzia blondina (FORBES)

Lizzia blondina se rencontre tout autour des Iles Britanniques, elle serait plus rare dans la Manche orientale et dans le sud de la mer du Nord [Russel (1953)].

Eu égard à son mode de multiplication (bourgeonnement), elle apparaît parfois en grand nombre dans le plancton.

Sa répartition dans le modèle semble indiquer une distribution nordique.

Bougainvillia ramosa (VAN BENEDEEN)

Cette méduse et le polype sont distribués dans quasi toutes les eaux européennes. La méduse n'a cependant jamais été trouvée en abondance dans le plancton. Il s'agit d'une espèce méditerranéenne et atlantique boréale tempérée [Russel (1953)].

C'est en juillet 1971 et 1972 que nous rencontrons cette méduse respectivement aux points 5 et 15, c'est-à-dire dans des eaux transitant par le Pas-de-Calais.

Leuckartiara octona (FLEMING)

Commune autour des Iles Britanniques et dans les eaux européennes en général, cette méduse se pêche aussi au large de la côte belge [Russel (1953); Leloup (1952)]. Son polype, *Pepigonimus repens*, est connu le long de la côte néerlandaise et en Frise [Vervoort (1946)] ainsi que sur la côte belge [Leloup (1952)].

Nous avons trouvé des *Leuckartiara* en septembre 1971 et surtout en janvier 1972 (5 points). Robson (1914) a signalé que des polypes de *Perigonimus repens* libéraient leurs méduses de septembre à janvier (côte du Northumberland). Nos prises hivernales concordent donc bien avec cette information.

La distribution géographique des prises au sein du réseau CIPS montre que cette méduse appartiendrait à la partie nord de ce dernier.

Mitrocomella brownei (KRAMP)

Mitrocomella brownei se trouve, en été, à l'entrée de la Manche, à l'ouest des Iles Britanniques et dans le sud de la mer du Nord.

Les *Cuspidella* sp., polypes qui engendrent ces méduses, se rencontrent à Roscoff, Plymouth et à l'Ile de Man. En mer du Nord, des *Cuspidella* ont été signalées en Hollande, sur la côte ouest du Jutland, dans le Skagerrak et à St Vaast la Hogue ainsi que dans le Yorkshire.

Nous nous trouvons en présence d'une méduse méridionale et atlantique qui pénètre en mer du Nord, transitant par la Manche. La découverte de *Mitrocomella brownei* au large de nos côtes (point 9, juillet 1972) n'est donc pas si extraordinaire.

Phialidium hemisphaericum (L.)

Cette méduse, la plus commune des eaux européennes, est présente toute l'année dans le plancton du sud de la mer du Nord. Nous en avons trouvé lors de chacune des croisières; elle fut particulièrement abondante en septembre 1971 et en janvier 1972.

Les périodes d'apparition des *Phialidium hemisphaericum* signalées dans la littérature sont :

- été-automne [Leloup (1952), côte belge],
- printemps-automne [Russel (1953), Plymouth],
- mars-décembre [Bodo *et al.* (1965), Roscoff].

Il est curieux de constater un grand développement de cette espèce en une époque aussi tardive que janvier 1972 d'autant plus qu'en janvier 1971 elle ne fut capturée qu'en petit nombre en trois points côtiers.

En janvier 1972, la grande abondance de ces méduses caractérise les parallèles situés au nord de l'Escaut (parallèles 5 à 10, 16 à 20 et 21 à 25). Les populations de *Phialidium* appartiennent donc aux eaux de la mer du Nord.

Au cours de la période estivale, septembre est le mois le plus riche. A cette époque, les *Phialidium* semblent être plus abondantes dans la partie néerlandaise du réseau. Par contre, en juin-juillet et en août 1971, ainsi qu'en juillet 1972, la dispersion géographique des points ne conduit à aucune conclusion particulière pour l'une ou l'autre région du réseau.

A la richesse relative du juin-juillet 1971 s'oppose la pauvreté apparemment généralisée de juillet 1972.

Obelia sp.

Les méduses du genre *Obelia* constituent une fraction non négligeable des Hydroméduses du plancton de nos côtes. Elles sont engendrées par les hydraires *Laomedea (Obelia) geniculata*, *L. dichotoma*, *L. longissima*, tous trois abondants dans nos régions.

Pour Russel (1953), les méduses d'*Obelia* sont perennentes. Dans le plancton de Roscoff, elles se trouvent en grand nombre de février à novembre et affectent une répartition bimodale (maximums en mars et en juin-juillet) [Bodo *et al.* (1965)].

Dans nos échantillons, les *Obelia* sont abondantes en septembre 1971. Il existe une dissymétrie dans l'abondance au cours de l'été : présentes en divers points en juillet 1971, elle ne fut trouvée qu'en un seul exemplaire en juillet 1972.

Il n'y a pas d'*Obelia* dans les planctons d'avril 1972.

Les récoltes de septembre 1971 se situent essentiellement au nord de la radiale 11 à 15.

En hiver 1972, les récoltes sont limitées à la partie nord du réseau, avec prédominance des points intermédiaires proches de la côte.

Eucheilota maculata (HARTLAUB)

Cette méduse a été signalée à Douvres et Southend pour les Iles Britanniques [Russel (1953)]. Elle fut aussi trouvée au Danemark (Kattegat et côte du Jutland) et à Helgoland.

Leloup (1952) mentionne sa présence parfois en grandes quantités en août et septembre à proximité de la côte belge.

Le polype qui donne naissance à cette méduse serait *Campanulina hincksi*. Ce polype est parfois abondant à la côte belge sous forme de colonies libres, pélagiques (Leloup). D'après Vervoort (1946), il est distribué uniquement le long des côtes sud-est du sud de la mer du Nord depuis l'embouchure de l'Elbe jusqu'à la côte belge et près du Galloper. Il s'agit donc d'une espèce probablement restreinte au sud de la mer du Nord.

Il faut remarquer que Bodo mentionne cette méduse dans le plancton printanier à Roscoff [Teissier (1965)].

Lovenella clausa (HINCKS)

Cette méduse, souvent confondue avec *Phialidium*, n'est connue que dans quelques endroits des eaux européennes.

Elle semble donc se placer sur le trajet du courant qui, provenant de l'Atlantique, traverse la Manche et pénètre dans le sud de la mer du Nord.

Le polype n'a été trouvé qu'à Roscoff et dans la région de Plymouth.

A l'ouest de la Manche la plus grande abondance de *Lovenella* est atteinte en septembre alors qu'à Helgoland, elle l'est en été [Russel (1953)].

Nous n'avons trouvé cette méduse qu'à une seule occasion, en août 1971 au point 16.

Phialella quadrata (FORBES)

Cette espèce est commune autour des Iles Britanniques sauf sur les côtes sud-est et est de l'Angleterre, cependant elle fut signalée à Ostende [Russel (1953)].

Le polype qui lui est associé, *Campanularia repens*, est assez commun à la côte belge [Leloup (1952)].

A Roscoff, les *Phialella quadrata* sont présentes dans le plancton de mars à septembre et plus spécialement de mai à juin.

Phialella quadrata a été dénombrée dans les planctons provenant de toutes les croisières et plus particulièrement au cours de celles de juin-juillet 1971 et 1972. Le cycle d'abondance annuel que l'on peut déduire de cette distribution semble se reproduire régulièrement chaque année et est en phase avec celui décrit à Roscoff.

Eirene Viridula (PERON et LESUEUR)

Un exemplaire de cette hydroméduse de grande taille a été trouvée dans un plancton d'avril 1972 (point 1486).

La distribution européenne de cette méduse est éparse. Il semble assez probable qu'il s'agisse d'un immigrant atlantique transitant par la Manche.

A Plymouth, elle est présente de juillet à décembre et est abondante de septembre à octobre. Les captures plus nordiques se sont produites en fin d'été ou en automne (côte belge : août à novembre) [Russel (1953); Leloup (1952)].

Notre capture est printanière ou même post-hivernale.

Actinules d'hydropolype

Tubularia indivisa (L.)

Les colonies de *Tubularia indivisa* sont largement répandues dans les eaux européennes. Au large de la côte belge, on les trouve dans les endroits profonds [Leloup (1952)].

La forme de reproduction et de dispersion de cette espèce est du type actinule. Ces dernières se déplacent par la nage ou des mouvements de reptation.

Le fait de trouver des actinules dans le plancton de surface indique l'existence d'une turbulence importante présente au moment du prélèvement ou l'ayant juste précédé.

Les actinules proviennent de points du large (M09 et M18) respectivement en juin 1971 et juillet 1972.

3.1.1.4.- Conclusions

Après une année et demi de récoltes, il nous est permis de tirer quelques conclusions relatives à la distribution dans l'espace et dans le temps des espèces d'Hydroméduses dénombrées.

Une première remarque s'impose : toutes les espèces rencontrées sont méroplanctoniques.

Malgré les écarts parfois longs qui séparent deux croisières successives, il est néanmoins possible d'esquisser une courbe de l'évolution quantitative saisonnière de plusieurs espèces de méduses. Un tel travail serait bien entendu plus efficace après au moins deux années consécutives et complètes d'observations. Aussi nous n'abordons pas ce problème à l'heure actuelle.

Il faut noter cependant qu'en 1971 nous décelons un retard dans le développement printanier, et par voie de conséquences, estival (voir tableau 3). Ce phénomène devrait être corrélé avec les données hydrologiques classiques (température, salinité, nutriments, productivité, ...).

L'analyse de la distribution des abondances nous laisse entrevoir, à l'échelle locale, trois modes de colonisation possibles du système pélagique considéré dans le modèle :

- a) apport d'espèces atlantiques ou boréales tempérées via la Manche et le Pas-de-Calais;
- b) développement local de populations de méduses issues de la phase vivante benthique (polypes);
- c) apport d'espèces caractéristiques de la mer du Nord, souvent restreintes à la partie nord du modèle (espèces boréales froides par exemple).

On peut aussi caractériser les masses d'eau par les espèces de méduses qui les colonisent habituellement et suivre l'évolution et l'extension géographique de la masse d'eau considérée, même lorsque cette dernière subit une dilution (définition d'espèces indicatrices).

De cette analyse il ressort aussi que le comportement propre et l'évolution de chaque population de méduses suffisamment représentative pourrait être exprimée sous forme de modèle mathématique. En effet, l'*input* des méduses dans un système pélagique délimité peut se faire ainsi que nous l'avons vu plus haut, de trois manières différentes, prévisibles et analysables à l'aide des échantillons :

- a) apport passif par une masse d'eau entrant dans le système,
- b) libération de méduses par des polypes benthiques,
- c) bourgeonnement à partir de méduses mères.

En ce qui concerne l'établissement des équations d'évolution des méduses, nous pouvons néanmoins déjà émettre certaines considérations et remarques : étant donné le mode de vie relativement passif des méduses, leur position dans les chaînes trophiques (stock alimentaire non limitant et assez concentré; rapport faible du nombre de proies digérées par unité de temps au nombre de proies rencontrées par unité de temps), leur importance faible et même peut-être nulle en tant que proie spécifique de prédateurs d'ordre trophique supérieur, ..., nous sommes amenés à penser que de nombreux termes de l'équation d'évolution décrivant l'état d'une méduse donnée pourront être simplifiés ou négligés.

L'importance à accorder à chacun des termes de l'équation d'évolution dépendra aussi des résultats de simulations, comparés aux observations *in situ*.

Si de telles équations d'évolution peuvent être établies avec une précision suffisante, nous pensons qu'il sera possible de considérer certaines espèces de méduses comme espèces indicatrices marquant une masse d'eau déterminée entrant dans le système (advection positive).

Dans le cas de méduses produites dans l'enceinte même du système, soit à partir du benthos, soit à partir de méduses mères, (advection négative), la connaissance de l'évolution spatiotemporelle des populations de méduses est d'application directe pour l'évaluation de la destinée de certains éléments distribués dans le système pélagique (matières en solution, en suspension et notamment aussi les matières à flottabilité nulle).

3.1.1.5.- Références

- BODO, F., RAZOULS, C. et THIRIOT, A., (1965). Etude dynamique et variation saisonnière du plancton dans la région de Roscoff, *Cah. Biol. Mar.*, 6, 2, 219.
- Math. Modelsea (1972). Fisheries Improvement and Hydrography Committee, International Council for Exploration of the Sea, E9.
- FRASER, J.H., (1966). Zooplankton sampling, *Nature*, 211, 5052, 915.
- FRONTIER, S., (1969). Sur une méthode d'analyse faunistique rapide du zooplankton, *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 3, 18.
- KRAMP, P.L., (1930). Hydromedusae collected in the south-western part of the North Sea and in the eastern part of the Channel in 1903-1914, *Mém. Mus. Roy. Hist. Nat. Belgique*, mém 45.
- LELOUP, E., (1952). *Faune de Belgique, Coelentérés*, Inst. Roy. Sc. Nat. Belgique.
- ROBSON, J.H., (1914) in Russel (1953).
- RUSSEL, F.R.S., (1953). *The Medusae of the British Isles*, Cambridge Univ. Press.
- TEISSIER, G., (1965). *Inventaire de la faune marine de Roscoff; Cnidaires et Cténaïres*.
- VERVOORT, W., (1946). *Fauna van Nederland; XIV. Hydrozoa (C1) A. Hydropolypen*, Sijthoff's uitg., Leiden.

3.1.2.- Copepoda (Ph. POLK)

De Copepoda, die het belangrijkste deel van de biomassa van het zooplankton uitmaken, zijn door ons bepaald geworden tot op de soort.

De evolutie van de biomassa der belangrijkste soorten in functie van de tijd wordt gegeven in volume 7, partim Zooplankton.

GYMNOPLEA

Amphascandria

Fam. Paracalanidae

G. *Paracalanus* Boeck, 1864

Paracalanus parvus Claus, 1863

Fam. Pseudocalanidae

G. *Pseudocalanus* Boeck, 1872

Pseudocalanus elongatus Boeck, 1872

Fam. Calanidae

G. *Calanus* Leach, 1816

Calanus helgolandicus Claus, 1863

Heterarthrandria

Fam. Temoridae

G. *Temora* Baird, 1856

Temora longicornis O. Fr. Müller, 1792

Fam. Centropagidae

G. *Centropages* Kröyer, 1848

Centropages hamatus Lilljeborg, 1853

Centropages typicus Kröyer, 1849

G. *Isias* Boeck, 1864

Isias Clavipes Boeck, 1864

Fam. Pontellidae

G. *Labidocera* Lubbock, 1853

Labidocera Wollastoni Lubbock, 1857

Fam. Parapontellidae

G. *Parapontella* Brady, 1872

Parapontella brevicornis Lubbock, 1857

Fam. Acartiidae

G. *Acartia* Dana, 1846

Acartia clausi Giesbrecht, 1889

Acartia discaudata Giesbrecht, 1881

PODOPLEA

Cyclopoida

Fam. Cyclopinidae

G. *Cyclopina* Claus, 1863

Cyclopina littoralis Brady, 1872

Harpacticoida

Fam. Longipediidae

G. *Longipedia* Claus, 1863

Longipedia minor T. & A. Scott, 1893

Fam. Cannellidae

G. *Cannella* T. & A. Scott, 1893

Cannella perplexa T. & A. Scott, 1893

Fam. Ectinosomidae Sars, 1903

G. *Ectinosoma* Boeck, 1864

Ectinosoma melaniceps Boeck, 1864

Fam. Tachidiidae Sars, 1909

G. *Euterpina* Norman, 1903

Euterpina acutifrons (Dana, 1848)

G. *Tachidius* Lilljeborg, 1853

Tachidius discipes Giesbrecht, 1881

G. *Microarthridion* Lang, 1948

Microarthridion littorale (Poppe, 1881)

Bibliografie

Zie vol. 7, partim Zooplankton.

3.2.- Flora

3.2.1.- Het microplankton van de Noordzee (A. LOUIS)

3.2.1.1.- Analysen van 1970-1973

3.2.1.1.1.- Algemene samenstelling van het fytoplankton

Dit rapport betreft in de eerste plaats de resultaten van de algologische analyse van 786 stalen die werden genomen op last van het I.C.W.B. in de loop van drie jaren, op 257 punten verdeeld over 57 stations.

a) Taxonomische samenstelling van de algale microflora

Bij genoemde algologische analyses werden 274 soorten gevonden, waarvan 103 behorend tot de Centrales, 102 tot de Pennales, 29 tot de Peridiniaceeën, 21 tot de Chlorococcales, 4 tot Euglenaceeën, 4 tot de Gymnodiniaceeën, 3 resp. tot de Chroococcales en de Volvocales, 2 tot de Hormogonales, 1 tot de Silicoflagellaten, 1 tot de Prorocentraceeën en 1 tot de Ulotrichales. De besluiten i.v.m. de soortenrijkdom (aantal species) van de verschillende taxa kunnen als volgt samengevat worden :

De bacillariophyceeën vormen het belangrijkste deel van de algale microflora. Hun gemiddeld "specifiek" percentage bereikt 80 % van het gevonden aantal soorten.

In alle transecten neemt het percentage Bacillariophyta toe van de kust tot de open zee, met uitzondering evenwel van het meest noordelijk transect waar hun percentage gemiddeld slechts 74 % bereikt, maar waar een veel belangrijker aantal Pyrrophyta-soorten werd gevonden.

- De Centrales omvatten 50 % der soorten langsheen de kust; hun percentage neemt af tot ongeveer 40 % in volle zee.

- Een toename van het percentage Pennales langsheen alle transecten werd geconstateerd.

- Met uitzondering van stations 10, 14, 15 en 17 overtreft het aantal soorten Centrales dat van de Pennales.

- Het aantal soorten Pyrrophyta is gering in de meeste der onderzochte stations, met uitzondering van het meest noordelijk transect tussen de stations 21 en 25.

- Chlorophyta, hoofdzakelijk zoet- en brakwatersoorten, werden op alle transecten weergevonden, maar het talrijkst in de littorale stations. Ze waren talrijker in station 11, gelegen tegenover het estuarium.

- Noch de Cyanophyta, noch de Euglenophyta, noch de Silicoflagellaten bereiken 2 % van de globale soortrijkdom.

b) Chronologische evolutie der soorten

Een rangschikking volgens afnemend aantal soorten per herborisatie wordt weergegeven in tabel 4.

Tabel 4

Periode	Totaal	Cyan.	Eugl.	Centr.	Penn.	Silicof.	Pyrr.	Chlor.	Aantal stations
9-72	141	2	1	67	39	1	23	8	25
6/7-72	134	2	1	53	50	0	20	8	25
10 -72	117	0	3	57	33	1	20	3	15
9-71	114	0	1	62	31	1	16	3	16
6/7/8-71	108	1	1	49	26	1	19	11	24
4-72	108	2	1	52	29	1	11	12	16
1-71	95	0	0	56	31	1	3	4	7
4-73	84	1	1	44	27	1	7	3	24
1-73	83	0	0	42	35	1	5	0	3
6-73	82	2	1	41	26	0	9	3	4
1-72	81	1	0	39	27	1	9	4	19
5-73	38	0	0	16	15	0	5	2	15

Wat betreft de chronologische evolutie van het aantal soorten in de verschillende stations moet worden benadrukt dat dit aantal niet

evenredig is met het aantal onderzochte stations, maar wel met de periode van herboriseren, wat tot uiting komt in de rangschikking volgens dalend aantal soorten in de verschillende periodes. Daaruit blijkt dat het grootste aantal soorten werd waargenomen gedurende lente en herfst, wat wordt weergegeven in tabel 5.

Tabel 5

Periode	Aantal soorten	Periode	Aantal soorten
1-71	95	6/7-72	134
6/7/8-71	108	9-72	141
9-71	114	10-72	117
1-72	81	1-73	83
4-72	108	4/5-73	84
5-72	38	6-73	82

Deze twee periodes van specifieke bloei worden gevolgd door juli en augustus. De wintermaanden zijn het armst in soorten, met uitzondering voor januari 1971. Dat ligt misschien hieraan, dat gedurende deze periode slechts 7 staalnames plaatsvonden, met name 01, 04, 05, 06, 07. Het kleinst aantal soorten werd gevonden gedurende de periode mei-juni, dus na de lentebloei. We moeten bijgevolg in de loop van elk jaar 3 maxima constateren : één in de winter, één in de lente één in de zomer.

3.2.1.1.2.- Evolutie in de ruimte

In het algemeen werden de hoogste aantallen soorten aangetroffen in de stations langs de kust. Deze soortenrijkdom neemt af naar de open zee toe. Niettemin treden op bepaalde data afwijkingen in deze afname op. Zulks gebeurde op (tabel 6).

Deze uitzonderingen op de algemene regel moeten waarschijnlijk verklaard worden door de plaatselijke omstandigheden. Zo trof men bv. in M61, gelegen op radiaal 5, in april 1972 een verminderd aantal soorten; maar dit station ligt vlak bij een stortplaats van afvalstoffen.

Tabel 6

Transecten	Periode	Aantal soorten
1-4	januari 1971	toename naar de open zee toe
16-20	augustus 1971	"
5-10	januari 1972	"
16-20	januari 1972	"
21-25	januari 1972	"
1-4	juni-juli 72	het station volgend op het kuststation heeft een lagere waarde, verder toename naar de open zee toe
5-10	juni-juli 72	"
16-20	juni-juli 72	"
11-15	juni-juli 72	toename naar de open zee toe
21-25	juni-juli 72	"

Wat betreft de verhouding Centrales-Pennales, die samen ongeveer 80 % van de totale biomassa vertegenwoordigen, deze varieert tussen 1 en 3. Ze ligt lager dan 1 in januari 1972, juni-juli 1972 en april-mei 1973, dat zijn precies de 2 maanden tijdens dewelke de normale gradiënt van kust niet wordt teruggevonden.

De minder belangrijke groepen : Cyanophyta, Euglenophyta, Silicoflagellatae, Pyrrophyta en Chlorophyta, vormen samen slechts 20 % van het aantal soorten, en beïnvloeden slechts in geringe mate het globaal aspekt van de algale microflora.

3.2.1.1.3.-Chronologische verdeling der wiersoorten

Deze verdeling wordt weerspiegeld in het aantal presenties over het totaal der stations en punten. Indien elk station beschouwd wordt als het geheel der verschillende niveau's, komt men tot 227 bestudeerde punten. We stellen vast dat de meest verbreide soorten, die minstens 100 keer aanwezig waren op 227, de volgende zijn.

Tabel 7

	Aantal presenties
<i>Melosira sulcata</i>	201
<i>Rhaphoneis amphiceros</i>	201
<i>Nitzschia longissima</i>	190
<i>Asterionella japonica</i>	163
<i>Navicula cryptocephala</i>	161
<i>Cyclotella Meneghiniana</i>	150
<i>Rhizosolenia Shrubsolei</i>	150
<i>Pleurosigma Normani</i>	150
<i>Dimerogramma minor</i>	150
<i>Rhizosolenia Stolterfothii</i>	149
<i>Guinardia flaccida</i>	137
<i>Nitzschia seriata</i>	136
<i>Rhizosolenia hebetata f. semispina</i>	135
<i>Thalassionema Nitzschioides</i>	131
<i>Coscinodiscus excentricus</i>	128
<i>Actinoptychus undulatus</i>	128
<i>Diploneis Schmidtii</i>	123
<i>Pleurosigma Clevei</i>	122
<i>Prorocentrum micans</i>	121
<i>Nitzschia closterium</i>	119
<i>Leptocylindricus danicus</i>	111
<i>Thalassiosira decipiens</i>	110
<i>Cerataulina Bergonii</i>	101

Navicula cryptocephala en *Rhizosolenia Shrubsolei* werden in alle 57 stations waargenomen (zij het niet op alle niveau's), hoewel ze in totaal slechts 161 respectievelijk 150 presenties telden. Vier soorten werden in 56 stations aangetroffen, met name *Melosira sulcata*, *Rhaphoneis amphiceros*, *Nitzschia longissima* en *Prorocentrum micans*; hun totaal presentie-getal bedroeg respectievelijk 201, 201, 190 en 121.

Dit betekent dat slechts 23 spp. aanwezig waren op ten minste 100 punten en in 46 stations. Een zeker aantal, nl. 28, waren aanwezig op minstens 50 punten en in 29 stations.

Een nog groter aantal (65) was te vinden op minstens 10 punten en in 8 stations. Zo blijken tenslotte 158 soorten op 227 slechts op een beperkt aantal punten en stations aanwezig te zijn, o.a.

- 22 soorten met slechts 3 presenties,
- 32 soorten met slechts 2 presenties,
- 67 soorten met één enkele presentie.

Dit komt erop neer dat slechts een beperkt aantal soorten echt belangrijk zijn qua hun geografische en chronologische verspreiding. Het overgrote deel van de algale microflora vertoont slechts een middelmatige of beperkte geografische en chronologische verspreiding.

3.2.1.1.4.- Quantitatief voorkomen

Al deze soorten vertoonden een sterk uiteenlopende numerieke biomassa. Enkele waren vertegenwoordigd door een belangrijk aantal individuen. Een iets talrijker groep van soorten vertoonde geringere, zij het nog altijd vrij belangrijke aantallen. De grootste groep tenslotte was zeer zwak vertegenwoordigd.

Bij afspraak zal de eerste categorie, met name die soorten waarvan de numerieke biomassa 10 % van de globale numerieke biomassa overtreft, als "dominant" worden aangeduid. De soorten van de tweede categorie, nl. die waarvan de numerieke biomassa tussen 1 en 10 % van de globale biomassa gelegen is, zullen "frequente soorten" genoemd worden. De zwak vertegenwoordigden zullen we aanduiden als "sporadische of zeldzame soorten".

Het numeriek belang van deze spp. varieërd geografisch en chronologisch.

Uitgaande van het totaal aantal cellen per liter werd de zee in 5 regio's verdeeld (cf. Syntheserapport 07 van 1973). De globale biomassa's, d.i. het totaal aantal cellen per liter, varieerden van station tot station, in elk station van niveau tot niveau en tenslotte ook van maand tot maand.

Tabel 8

Periode	Species	Stations
1/2-71	<i>Thalassiosira decipiens</i>	M 01 - M 02
	<i>Chaetoceros radians</i>	M 04 - M 05
	<i>Fragilaria oceanica</i>	M 01 - M 02
	<i>Thalassionema Nitzschioides</i>	M 01
6/7/8-71	<i>Leptocylindrus danicus</i>	transect 1
	<i>Rhizosolenia Shrubsolei</i>	transect 2 - 3
	<i>Ceratium fusus</i>	transect 4 - 5
9-71	<i>Asterionella japonica</i>	M 55 - M 60
	<i>Leptocylindrus danicus</i>	M 62 - M 68
	<i>Rhizosolenia Shrubsolei</i>	M 66
1-72	<i>Melosira sulcata</i>	overall
4-72	<i>Asterionella japonica</i>	1097, 01, 1693 - 2552, 2689
	<i>Rhizosolenia Shrubsolei</i>	1344 - 1348 - 61 - 59
	<i>Lauderia borealis</i>	1348, 1634 - 1352
	<i>Dimerogramma minor</i>	1348 - 2689 - 2552
5-72	<i>Ceratualina Bergonii</i>	op de zuidelijke transecten
	<i>Rhizosolenia Stolterfothii</i>	op de noordelijke transecten
6/7-72	<i>Rhizosolenia Stolterfothii</i>	overall
9-72	<i>Sceletonema costatum</i>	M 01
	<i>Asterionella japonica</i>	M 1369
	<i>Chaetoceros survisetus</i>	M 2552
	<i>Ch. debilis</i>	M 2689
	<i>Leptocylindrus danicus</i>	M 16 - 1993
	<i>Asterionella japonica</i>	2841
	<i>Rhizosolenia Shrubsolei</i> en <i>Leptocylindrus danicus</i>	68
10-72	<i>Rhizosolenia fragilissima</i>	M 01 - 02 - 05 - 06
	<i>Nitzschia seriata</i>	M 23
4/5-73	<i>Asterionella japonica</i>	M 01
	<i>Sceletonema costatum</i>	M 05 - 11 - 16 - 21 - 22
	<i>Nitzschia seriata</i>	M 08 - 09 - 13 - 14 - 15 - 17 18 - 19 - 20 - 23 - 24 - 25

3.2.1.1.5.- Evolutie der biomassa

Deze wordt geschetst in de 3 bijgevoegde diagrammen (fig. 10-12) :

- voor 1971 een maximum in augustus, te wijten aan een maximum van Pyrrophyta;

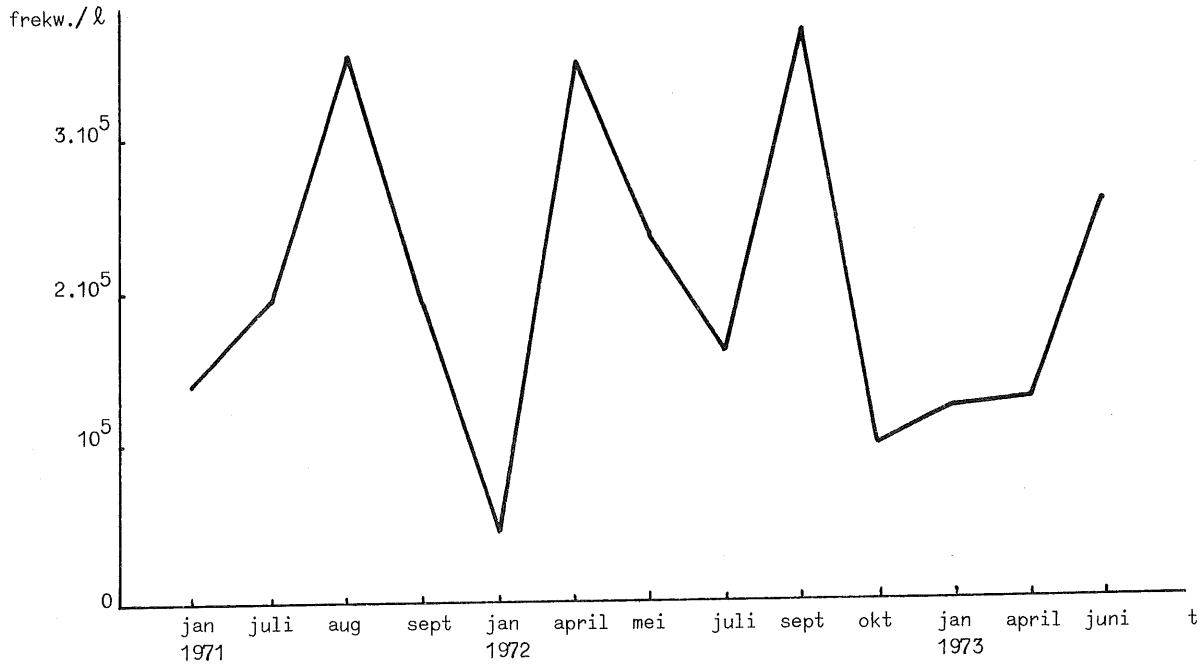


fig. 10.

Totalen gemiddelde frekw./liter

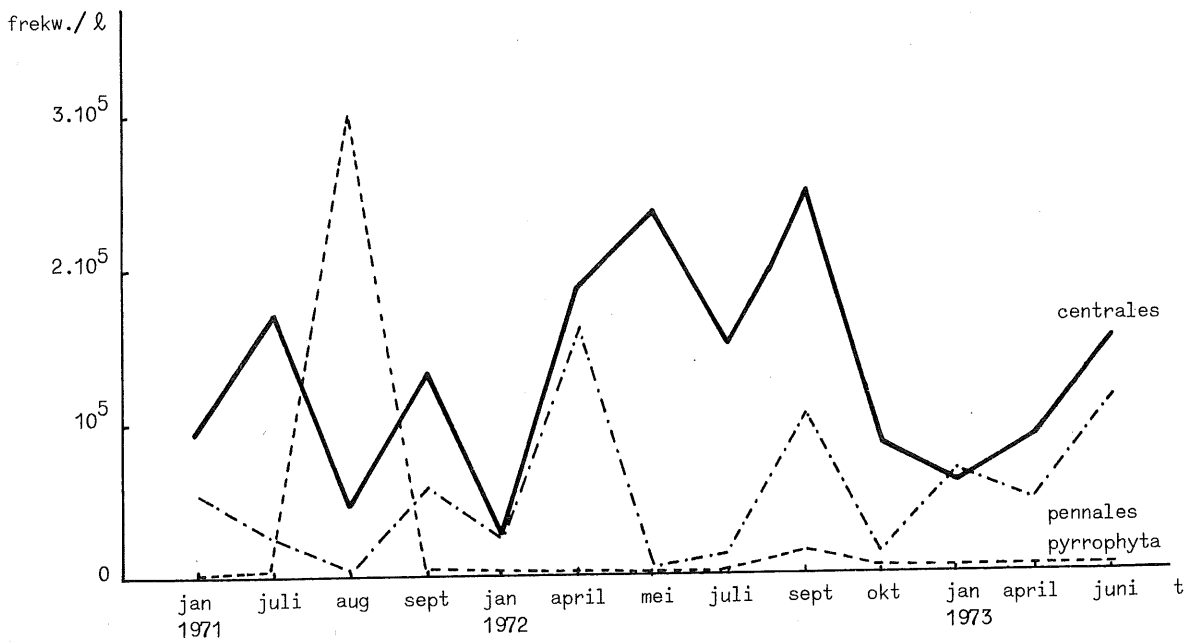


fig. 11.

Gemiddelde frekw./liter

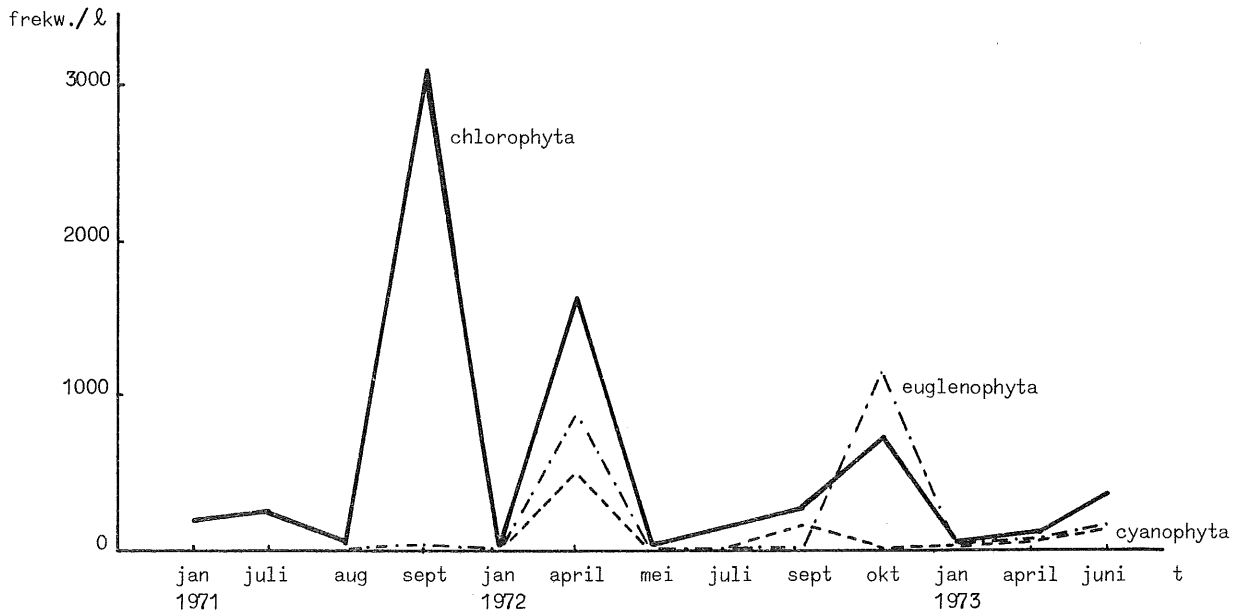


fig. 12.

Gemiddelde frekw./liter

- een maximum in april 1972 ten gevolge van een bloei van Centrales-Pennales;
- een maximum in september 1972, als gevolg van een bloei van Pennales-Centrales;
- een maximum in juni 1973, als gevolg van een bloei van Pennales-Centrales.

Hieraan kunnen we toevoegen dat de Chlorophyta een bloei kenden (als men hier van bloei mag spreken) in september 1971. Zowel in april 1972 als in oktober 1972 werd een bloei van Euglenophyta en Cyanophyta waargenomen.

Het spreekt vanzelf dat deze bloeifenomenen werden geconstateerd op basis van een staalname die, jammer genoeg, niet volledig is geweest.

3.2.1.2.- Analysen van 1974 en 1975

De staalname gebeurde veel regelmatig dan in de loop der drie voorafgaande jaren.

Op bepaalde punten, zoals M 55, werden op 2 jaar 20 keer stalen genomen, wat toelaat de evolutie van de biomassa der wieren van dichterbij te volgen en te vergelijken.

Daar nog niet alle stalen algologisch geanalyseerd zijn, is het vooralsnog niet mogelijk een definitieve conclusie te trekken.

3.2.1.2.1.- Algemene samenstelling van het fytoplankton

Gedurende deze periode (1974-1975) werden dezelfde wiersoorten, weergevonden, vooral wat betreft de Centrales en Pennales. Minder Pyrrophyta soorten werden aangetroffen, daarentegen werden wel Coccolithineeën gevonden.

Zoals in de eerste drie jaren vormen de Bacillariophyceëen de grote meerderheid van de wierflora.

Over het algemeen zijn dezelfde soorten numeriek het sterkst vertegenwoordigd. *Melosira sulcata*, *Thalassiosira decipiens*, *Dimerogramma minor*, *Thalassionema Nitzschioides* werden haast in elk station aangetroffen en hun aantal presenties is bijna maximaal.

Enkele species, zoals *Streptotheca thamesis* en *Nitzschia filiformis*, die gedurende de eerste drie jaar afwezig waren, werden soms verscheidene malen opgemerkt.

Het percentage Pyrrophyta, dat nog erg gering is, ligt niettemin hoger dan dat der Cyanophyta, Silicoflagellata, Euglenophyta en Chlorophyta.

De bloei van *Ceratium fusus* werd niet terug gevonden. Vooral vertegenwoordigers van de Peridinea waren regelmatig present, zij het in geringe aantallen.

3.2.1.2.2.- Evolutie der biomassa

Gedurende deze periode werd een wierbloei, vooral veroorzaakt door de aanwezigheid van *Thalassiosira decipiens*, waargenomen in het merendeel der stations van het net in april-mei 1974. De globale numerieke biomassa der wieren was het hoogst in zone MO2.

In station M05 vormden 4 dominante soorten 82 % van de wierflora : *Thalassiosira decipiens*, *Rhizosolenia Stolterfothii*, *Dimerogramma minor* en *Nitzschia seriata*.

De hoge biomassa van station M09 werd veroorzaakt door *Chaetoceros debilis*, die 63 % van de globale numerieke biomassa bereikte.

Chrysoflagellaten werden in haast elk station aangetroffen. In enkele stations daarentegen, zoals M16, waren ze afwezig maar traden massaal nannoplanktonische Flagellata op.

De tweede periode van specifieke bloei was niet zo belangrijk als de eerste.

In september bemerken we het verschijnen van grote hoeveelheden *Rhizosolenia Shrubsolei* in stations M02 en M01. In station M01 vinden we ook *Rhizosolenia Stolterfothii* en *Chaetoceros radians*. In de andere stations werd deze tweede bloei helemaal niet opgemerkt.

Tabel 9

Station	Dominante soorten	Percentage
M 07	<i>Sceletonema costatum</i> <i>Chaetoceros debilis</i> <i>Asterionella japonica</i>	85 % van de biomassa
M 08	<i>Sceletonema costatum</i> <i>Chaetoceros debilis</i> <i>Asterionella japonica</i>	78 % van de biomassa
M 06	<i>Dimerogramma minor</i> <i>Chaetoceros debilis</i> <i>Asterionella japonica</i>	75 % van de biomassa
M 55	<i>Sceletonema costatum</i> <i>Chaetoceros survisetus</i> <i>Asterionella japonica</i>	78 % van de biomassa
M 1036	<i>Chaetoceros brevis</i> <i>Ch. survisetus</i> <i>Ch. debilis</i> <i>Ch. radians</i>	71 % van de biomassa
M 1097	<i>Sceletonema costatum</i> <i>Chaetoceros survisetus</i> <i>Ch. debilis</i> <i>Asterionella japonica</i>	69 % van de biomassa

De numerieke biomassa steeg vanaf februari; waarschijnlijk bereikte ze haar maximum in april. Jammer genoeg kon dit niet worden geverifieerd, omdat voor april geen stalen ter beschikking staan. We hebben dus de "lentebloei" gemist. September wordt gekenmerkt door de aanwezigheid van meer dan 1.000.000 wiercellen per liter op sommige plaatsen : M55 - M1036 omstreeks midden september, MO6, MO7, MO8, op het einde van september, zoals blijkt uit tabel 9.

3.2.1.3.- Algemene besluiten

- 1) De algen, die de eerste schakel vormen in de biochemische cyclus van het leven in het water, zijn de eerste organismen die de chemische, dit is minerale reserves in het water aanboren en deze omzetten in steeds ingewikkelder biochemische verbindingen : koolhydraten, lipiden en afgeleide, proteïnen en afgeleide.
- 2) Deze algen, m.a.w. deze complexe chemische samenstellingen, gaan - als voedsel van lagere dierlijke organismen - over in de tweede schakel van de biochemische cyclus.
- 3) Een deel van deze algen, planktonische zowel als benthische, ontsnappen aan de consumptie door dieren en zetten hun cyclus verder, ten dele door middel van de voortplanting noodzakelijk, voor de soort, ten dele door een uiteindelijke afbraak, waarbij de complexe chemische verbindingen worden gemineraliseerd.
- 4) Ondanks een al te onregelmatige staalname, stemmen de bekomen gegevens overeen met die welke werden verzameld door het laboratorium voor hydrobiologie van Leuven, dat zowel op zee als in de estuaria onderzoek verricht, en waarvan een deel reeds is gepubliceerd. Volgende feiten komen daarin tot uiting :
 - a) Het anabolisme vanaf de minerale zouten geschiedt niet in een zelfde verhouding voor elk van de aangetroffen wierspecies. Het is een feit dat, beschouwd over de loop van een jaar, slechts een zeer beperkt aantal soorten van algen - die elk voor meer dan 10 % van de globale numerieke biomassa instaan - in een veel belangrijker mate tot deze foto- en chemosynthetische arbeid bijdragen dan de andere.

b) Een tweede categorie van planktonische algen, waarvan de respectievelijk biomassa's tussen 1 en 10 % van de globale numerieke wierbiomassa begrepen zijn, levert samen, proportioneel, een nog belangrijke bijdrage.

c) Het aantal dominante soorten (die elk 10 % van de globale numerieke biomassa overschrijden) bedraagt 1 à 3 per jaar en per station; hun globaal percentage ligt tussen 30 en 90 % van de globale numerieke biomassa.

d) Het aantal frekwente soorten varieert tussen 10 en 20 naargelang het station; globaal staan ze in voor 5 à 50 % van de globale algale biomassa.

e) Uit dit alles volgt dat de meerderheid der soorten (80 % van het aantal species) samen niet een 1 % van de totale algale biomassa bereiken.

3.2.2.- Analyse quantitative du phytoplancton et espèces dominantes (J. STEYAERT)

3.2.2.1.- Etude qualitative

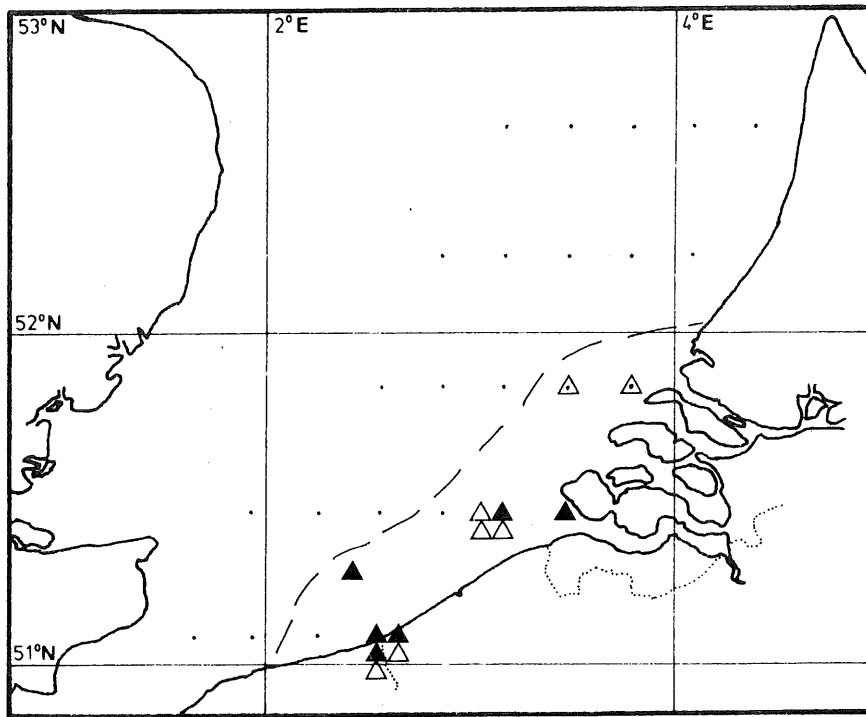
A l'exception de la campagne juin-juillet 1972, une bande côtière riche se détache nettement d'une zone plus pauvre au large. La frontière entre les deux zones (I : côtier; II : large) est fluctuante suivant l'époque de l'année.

Les plus fortes concentrations cellulaires sont observées en avril et en septembre, correspondant aux blooms printanier et automnal. Elles se manifestent davantage à ces époques dans la zone côtière qu'au large. Les accroissements importants du nombre de cellules dans la zone II sont observés en été.

Les différentes périodes de l'année ne sont pas superposables d'une année à l'autre. Il est par conséquent impossible de faire des moyennes valables en groupant des valeurs par mois. Néanmoins en examinant les successions quantitatives et qualitatives du phytoplancton, une régularité d'évolution peut être observée.

a) En hiver et au début du printemps (janvier, février, mars) les maxima de densité sont observés aux points MO1, MO2, MO5, MO6, M55, M11.

De l'ensemble des observations portant sur les campagnes janvier 1972, janvier 1973, janvier, février, mars 1974, janvier, février, mars 1975 (avec la restriction que plusieurs campagnes ne recouvrent que quelques points du réseau), il découle que c'est essentiellement la partie sud du réseau qui détient la quantité maximale de cellules.



▲ : maximum très accusé △ : maximum

01/1972 - 1973 - 1974

02/1974 - 1975

03/1974 - 1975

L'augmentation va de janvier vers mars.

fig. 13.

b) Le printemps (avril-mai) est caractérisé par une augmentation générale de la quantité phytoplanctonique sur l'ensemble du réseau. Si la

démarcation de la bande côtière est encore très marquée, il existe une zone intermédiaire où le nombre de cellules est néanmoins élevé.

La figure 14 se référant aux campagnes avril 1972, avril 1973, avril 1974 schématise la situation.

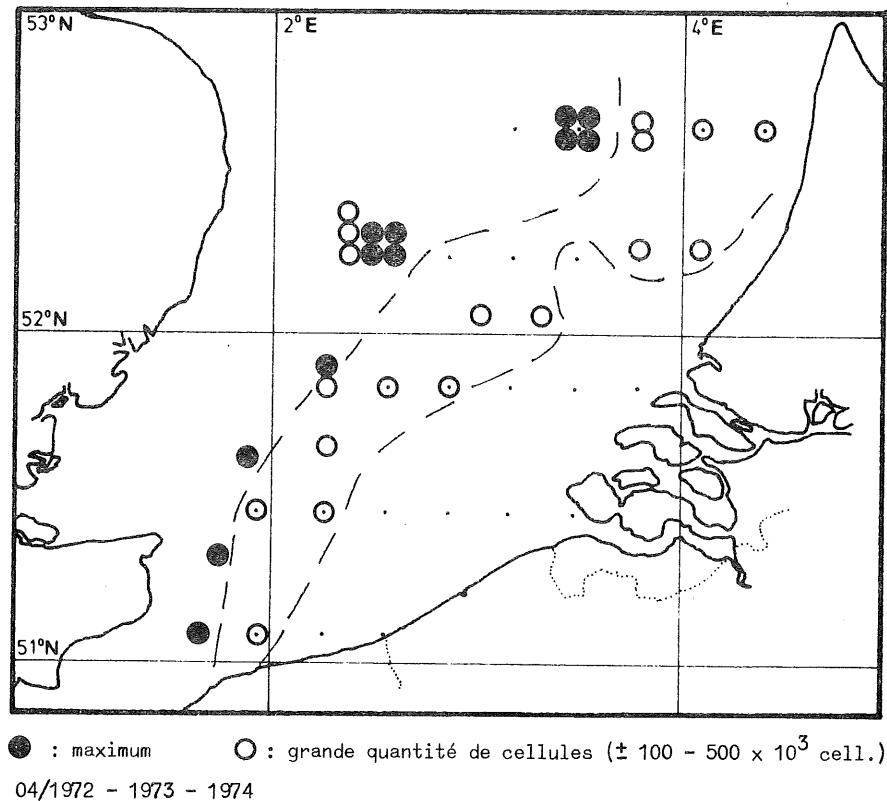


fig. 14.

c) L'été (juin, juillet, août) voit une diminution de l'ampleur des maxima côtiers et l'apparition de nombres élevés de cellules en des points plus au large (par exemple, M14, juillet 1972; M08, août 1971) et dans l'extrême nord-ouest du réseau (M25, juillet 1974; M25, juin-juillet 1975).

Sur base des campagnes juin-juillet 1971 - juillet-août 1972 et des balayages partiels des campagnes juillet 1974 - juin-juillet 1975,

on ne peut pas établir un schéma général car les situations sont évolutivement différentes. Par contre de grandes similitudes quantitatives existent entre la situation juillet-août 1971 et septembre 1972 (fig. 1 et 6 du rapport de synthèse 1973), où une scission apparaît au niveau des points qui font face à l'estuaire, divisant ainsi la zone côtière en nord et sud bien distincts.

d) L'automne (septembre, octobre) voit réapparaître (fig. 2 et 7, rapport 1973) une situation similaire à celle rencontrée en début de printemps.

e) Points particuliers

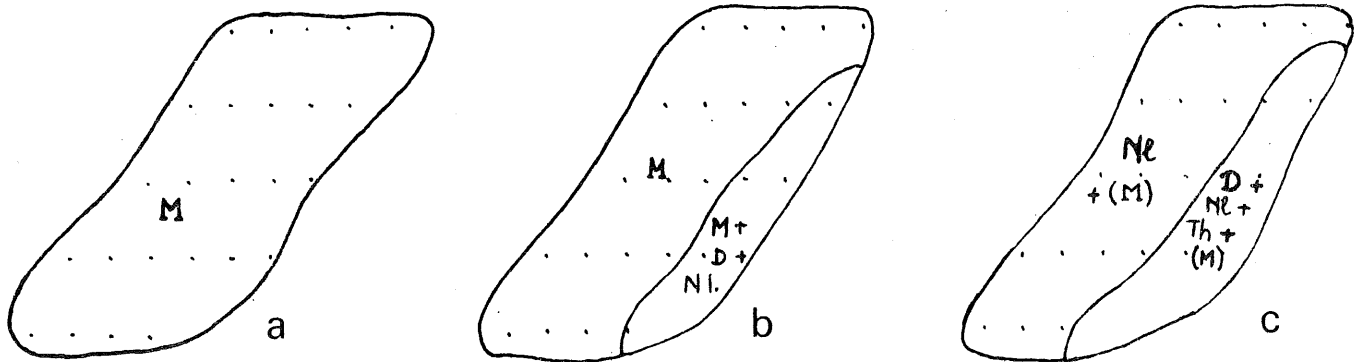
Une remarque : de manière constante, et ceci en toute saison, des quantités de cellules particulièrement faibles sont à relever en certains points du réseau. Ce phénomène concerne les stations MO7, MO8, M12, M17, M1348, M1693, M22. Aucune relation n'a pu être établie avec le taux de cellules mortes/cellules vivantes. Le nombre de flagellées, tantôt bas, tantôt élevé, exclut toute corrélation de ce phénomène avec le taux de chlorophylle.

3.2.2.2.- Etude spécifique

La quasi totalité des espèces phytoplanctoniques - mis à part les Flagellées - est constituée de Diatomées.

Les Flagellées sont de toute évidence très importantes dans le bilan de la biomasse et de la productivité mais la difficulté de leur dénombrement n'a permis qu'une approximation limitée (Rapport de synthèse 1973).

a) En hiver, l'espèce prédominante au départ est *Melosira sulcata* (janvier 1972) sur l'ensemble du réseau. Ensuite une différenciation apparaît le long des côtes où *Melosira* toujours présente, plus rarement dominante, se trouve mélangée à de grandes quantités de *Dimerogramma minor*, *Nitzschia longissima* et de *Thalassiosira decipiens* (janvier-février 1974 - janvier, février, mars 1975) (fig. 15a,b,c). En mars-avril *Asterionella japonica* et *Skeletonema costatum* se développent en co-dominantes, devenant dominantes dans les parties nord et sud du réseau.



M = *Melosira sulcata* ; D = *Dimerogramma minor* ; NI = *Nitzschia longissima* ; Th = *Thalassiosira decipiens*

fig. 15.

b) Au printemps, ce sont essentiellement *Nitzschia seriata*, *Skeletonema costatum* et *Asterionella japonica* qui forment les espèces dominantes. Cette situation est illustrée par la campagne avril 1973, figure 16.



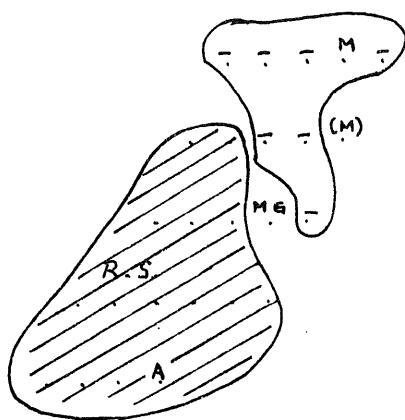
Aire de dominance et de sub-dominance :

- *Nitzschia seriata*
- - - - - *Skeletonema costatum*
- *Asterionella japonica*
- ▨▨▨▨▨ aucune espèces dominante

fig. 16.

On remarque que *Skeletonema* caractérise en tant que dominante l'aire côtière nord, alors que *Asterionella japonica* est davantage prépondérante dans le centre et le sud.

c) L'été est dominé par la présence de la dominance de *Rhizosolenia Stolterfothii*. Cette espèce apparaît principalement en grande quantité au large (fig. 17).



----- : aucune espèce dominante
//////// : aire à dominance de Rh. Stolterfothii
M : Melosira sulcata
G : Guinardia flaccida

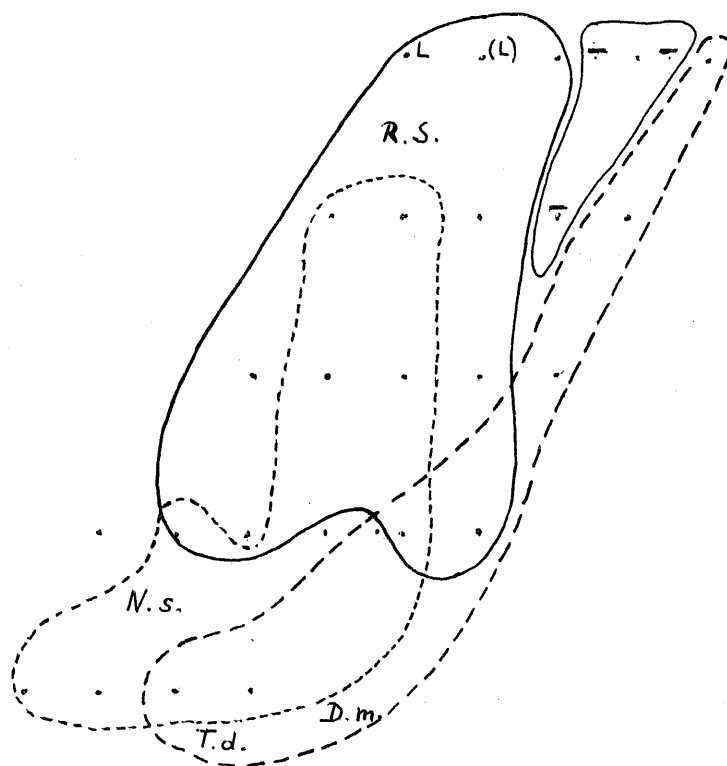
6-7-1972

fig. 17.

Une situation intermédiaire fin printemps-été se retrouve dans les données récoltées au mois d'avril, début mai 1974 (fig. 18).

On y retrouve la répartition de *Nitzschia seriata* et celle de *Rhizosolenia Stolterfothii* semblable respectivement à celles des figures 17 et 18. On y remarque la régression des dominances de *Skeletonema* et d'*Asterionella*.

De nombreuses anomalies sont enregistrées au niveau de MO9-MO8 tant du point de vue quantitatif et spécifique que du point de vue indice. MO9 agit en partie comme une station côtière alors que MO8 forme parfois la limite de la zone côtière (mars 1973) mais est surtout caractérisée



Aire de dominance :

- Rhiz. Stolterfothii
- - - Thal. decipiens + Dimerogramma minor
- Nitzschia seriata
- absence de toute dominance

avril-début mai 1974

fig. 18.

par une grande salinité (*Rhizosolenia Stolterfothii* : juillet 1971, avril 1974; *Leptoc. dan.* : juillet 1971) qui se traduit par une baisse de l'indice de diversité.

L'espèce *Rhizosolenia Shrubsolei* apparaît en fin d'été comme dominante dans les points côtiers de la campagne juin-juillet 1974. En avril 1972 par contre, elle a été relevée avec une distribution très similaire à celle de *Rhizosolenia Stolterfothii*. Signalons aussi en fin d'été l'apparition d'espèces telles que *Lauderia borealis*, *Guinardia flaccida* dans le nord-ouest du réseau.

Peu de données répétées existent quant à l'époque automnale. Les espèces *Asterionella japonica*, *Skeletonema costatum*, *Nitzschia seriata* et *Nitzschia longissima* réapparaissent massivement le long des côtes.

L'indice de diversité donne en réalité la résultante de tous les phénomènes.

Les variations de l'indice dues aux superpositions de populations différentes sont plus importantes que celles dues à la succession d'une même population. L'indice mesure donc ici principalement le degré de mélange et non le degré de "maturité". Il en résulte une zone côtière à indice élevé ($\pm I > 3$). En début de printemps les points M05, M11 accusent néanmoins le bloom d'espèces telles que *Dimerogramma*, *Thalassionema*, *Meliosira*, ... par un abaissement de l'indice. Avec l'évolution saisonnière l'apparition d'autres espèces a comme conséquence l'augmentation de l'indice dans cette zone. L'apparition au large d'espèces dominantes telles que *Nitzschia seriata*, *Rhizosolenia Stolterfothii*, *Lauderia*, ... s'y traduit par une diminution de l'indice (fig. 19).

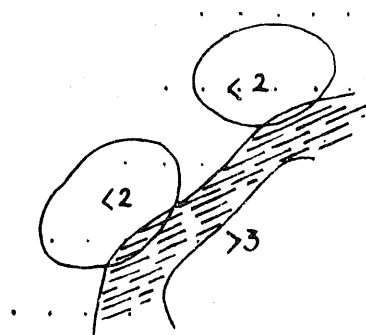


fig. 19.

3.2.2.3.- Conclusions

De l'étude quantitative et qualitative il découle :

- que la richesse constante de l'aire côtière (centrale et sud) est due à la présence permanente d'espèces qui lui sont propres,

- les points qui se trouvent face aux embouchures sont en quelque sorte les points de départ des différentes espèces qui domineront dans les autres aires,

- nous pouvons résumer cette évolution très schématiquement par la figure 20.

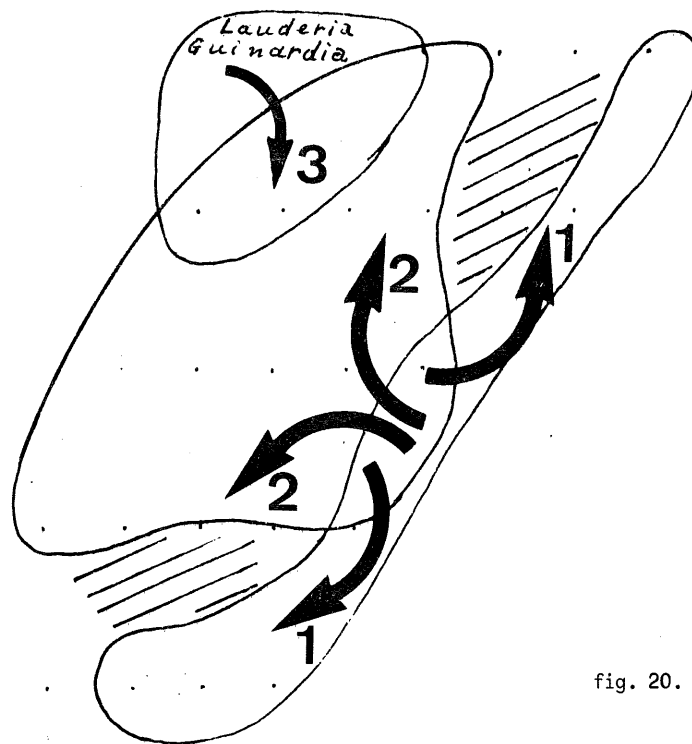


fig. 20.

Cette figure explique la richesse constante des points côtiers. Elle fait également apparaître une zone (hachurée) où aucune dominance n'existe. De manière variable elle correspond aux points MO7, MO6, M12, M17 qui ont été mentionnés plus haut. Ces points associent souvent un indice de diversité relativement élevé et un nombre d'espèces réduit.

3.2.3.- Analyse quantitative du phytoplancton côtier (C. van der BEN)

Introduction

L'étude du phytoplancton a été abordée à travers des analyses régulières de chlorophylle-a et de phaeopigments effectuées entre avril 1974 et décembre 1975.

Le programme de recherche a d'abord porté, jusqu'en décembre 1974, sur quatre points fixes situés par deux dans des régions non contiguës (sud-ouest et nord-est). Les résultats obtenus cette année-là ont montré que les méthodes employées pouvaient mettre en évidence des masses d'eau de caractères différents. Les mêmes principes de travail ont donc été repris en 1975, et le programme a été étendu à un plus grand nombre de points répartis à intervalles réguliers entre Nieuwpoort et la frontière hollandaise, sur une largeur d'environ 4 km à partir de la côte. La profondeur moyenne des eaux est de l'ordre de 10 mètres.

3.2.3.1.- Méthodes

a) Emplacement des points de récolte

Les stations de récolte ont été réparties sur trois lignes grossièrement parallèles à la côte, ce qui permet de distinguer :

- les points situés sur la côte même, dits "points brise-lames" (6 points). Les prélèvements y ont été faits en surface;
- les points situés près de la côte, à une distance approximative de 1 à 2 km, dits "points côtiers" (9 points). Les prélèvements y ont été faits en surface et à mi-profondeur;
- les points situés à environ 4 km de la côte, dits "points 4 km" (7 points). Les prélèvements n'y ont été faits qu'en surface.

La région étudiée a été quadrillée en disposant régulièrement ces points dans des travées longitudinales successives de 8 à 12 km de largeur.

b) Rythme des récoltes

Chaque station a été visitée tous les mois au cours de campagnes s'étalant sur une demi-journée pour les points "brise-lames" et sur

trois jours consécutifs pour les autres stations. La campagne "brise-lames" a toujours été faite avec un écart maximal de 8 jours par rapport aux autres prélèvements.

c) Echantillonnage

Les échantillons d'eau (5 litres), additionnés dès la récolte de quelques gouttes de suspension fraîche d'hydroxycarbonate de magnésium à 1 %, ont été acheminés à Bruxelles le jour même pour permettre la filtration immédiate des sous-échantillons.

Les sous-échantillons ont été filtrés sur membranes Sartorius GMBH de 0,8 μm en présence d'une pincée de poudre d'hydroxycarbonate de magnésium, et les filtres stockés jusqu'à l'analyse dans un congélateur à - 20 °C, à l'abri de la lumière et de l'humidité.

Les analyses ont eu lieu généralement dans la semaine qui suivait.

d) Analyses

On a recherché la chlorophylle-a sur des échantillons de plancton total et de nanoplancton, ce dernier étant défini comme la fraction du phytoplancton inférieure à 25 μm . La chlorophylle du netplancton (phytoplancton inférieur à 25 μm) est obtenue par différence entre les deux mesures.

Les méthodes qui ont été employées sont celles du SCOR-UNESCO (1966) et de Lorenzen (1967).

Afin de placer les échantillons dans des conditions rigoureusement identiques, les analyses ont toujours été effectuées par séries complètes d'échantillons comparables.

Le temps d'extraction des pigments, dans 10 ml de solution à 90 % d'acétone pour analyse redistillé, a été fixé à 20 heures (au réfrigérateur et à l'obscurité).

3.2.3.2.- Résultats

Les résultats caractérisent des états instantanés dans lesquels se sont trouvées les eaux étudiées aux moments et aux endroits où elles ont été récoltées. L'étude du déroulement, dans l'espace et dans le

temps, de ces états instantanés fait apparaître certaines règles et similitudes qui montrent que la région intéressée doit être décomposée en trois zones distinctes :

- zone sud-ouest : de Nieuwpoort à Oostende,
- zone intermédiaire : d'Oostende à Zeebrugge,
- zone nord-est : de Zeebrugge à la frontière hollandaise.

La zone sud-ouest offre dans le temps de grandes variations de teneur en chlorophylle, qui revêtent un aspect d'évolution saisonnière normale. Les maxima de printemps et d'automne sont bien marqués partout. En profondeur aux points côtiers les quantités de chlorophylle sont parfois plus élevées qu'en surface, mais ce phénomène reste limité dans le temps et il n'atteint jamais une amplitude très grande.

La zone intermédiaire a été le siège, au printemps, d'hétérogénéités particulières. En profondeur, aux points côtiers, la chlorophylle du netplancton a augmenté de façon régulière et prolongée, pendant plus longtemps que celle du nanoplancton. En surface au contraire, aux mêmes points, les maxima de chlorophylle du netplancton sont restés synchrones par rapport à ceux du nonoplancton. Il en résulte que la chlorophylle du netplancton a été plus abondante en profondeur qu'en surface pendant toute la saison et qu'elle a fini par y atteindre des valeurs 2 à 6 fois plus élevées (SCOR-UNESCO). Les mesures selon la méthode de Lorenzen montrent qu'il s'agit d'une augmentation de chlorophylle non dégradée, sans accumulation excessive de phaeopigments.

D'autre part, si l'évolution printanière de la chlorophylle de surface est restée comparable à celle de la zone sud-ouest aux points côtiers, il n'en a pas été de même aux autres points où elle se présente comme celle des couches profondes des points côtiers.

Aux points situés à 4 km, l'amplitude de l'accroissement est restée faible. Au point "brise-lames", elle est très élevée et le maximum définitif a été retardé jusqu'en début de juin.

A la fin du printemps, les concentrations ont brusquement baissé partout. En automne, les événements sont restés comparables à ceux de

la zone sud-ouest, sauf que le maximum atteint au point "brise-lames" est nettement plus élevé que ceux des points homologues sud-ouest. Il s'agit encore ici de chlorophylle non dégradée.

La zone nord-est se caractérise par des concentrations en chlorophylle nettement moins grandes que celles des autres zones, surtout au printemps. Les points brise-lames eux-mêmes n'offrent que de faibles teneurs printanières, sans maximum bien caractéristique. Leur maximum de début d'automne est mieux dégagé, mais il reste inférieur à celui des autres points brise-lames.

Tableau 9

Printemps	Zone sud-ouest	Zone intermédiaire	Zone nord-est
Points brise-lames	85 - 100	105	20 - 35
Points côtiers surface	35 - 55	25 - 30	15 - 20
Points côtiers $\frac{1}{2}$ profondeur	35 - 70	30 - 90	15 - 20
Points à 4 km	25	30 - 35	10 - 20
Septembre			
Points brise-lames	110 - 165	205	20 - 65
Points côtiers surface	25 - 35	35	15 - 30
Points côtiers $\frac{1}{2}$ profondeur	30 - 50	40 - 45	25 - 30
Points à 4 km	25 - 30	20 - 25	10 - 15

3.2.3.3.- Conclusions

Les teneurs en chlorophylle de la région étudiée se sont montrées liées à deux grandes règles :

i) Elles sont nettement plus faibles dans la zone nord-est que dans les deux autres zones.

ii) En profondeur, à moins de 1 % de luminosité, elles sont presque toujours égales et souvent plus élevées que celles de surface. Cette hétérogénéité entre surface et profondeur se marque surtout dans la zone intermédiaire au printemps.

L'existence de ces fortes concentrations de profondeur va à l'encontre des nécessités de la photosynthèse. On remarque pourtant que le mécanisme qui en est responsable n'est pas totalement indépendant de tous les facteurs qui limitent habituellement la production du phytoplancton. Il respecte les règles des minima saisonniers et aussi, au printemps du moins, celle des minima de distribution spatiale de la zone nord-est. On pourrait penser à des populations enrichies en chlorophylle par réaction contre l'obscurité. Si cette hypothèse était vérifiée, elle n'expliquerait cependant pas pourquoi ces populations se trouveraient de préférence dans des masses d'eau importantes mais localisées. L'étude approfondie des facteurs du milieu et de la physiologie du phytoplancton qu'on y rencontre serait nécessaire.

Chapitre VI

Inventaire et zonation des organismes sur les brise-lames de la côte belge

par

C. van der BEN, D. van der BEN, J. van GOETHEM et M.H. DARO

1.- Introduction

En 1969 et 1970 l'un de nous (Daro) publiait une étude écologique générale d'un brise-lames de la région de Knokke (Belgique). Quelques années auparavant, Lefevere (1965) avait déjà fait paraître un bref article sur le recouvrement biogène des substrats durs le long de la côte belge.

Ce genre de travaux prend de plus en plus d'importance à l'heure actuelle. En effet, il existe de nombreux projets pour construire à la côte belge des centrales nucléaires, des stations de dessalement de l'eau de mer, une île artificielle, etc.; ces travaux risquent de perturber gravement les milieux côtiers naturels. L'établissement d'un inventaire qualitatif et quantitatif prend ainsi un intérêt accru.

Pour cette raison, il nous a paru intéressant de reprendre les deux études citées, de les compléter dans la mesure du possible et de les mettre à jour, ceci d'abord pour essayer d'établir une définition plus complète et précise des zones et ceintures reconnues, en combinant les données zoologiques antérieures avec les renseignements algologiques et malacologiques réunis par le présent travail. La zonation que nous proposerons est surtout basée sur le niveau occupé par les organismes

macroscopiques fixés (algues, *Mytilus*, Cirripèdes); malgré cela, elle ne doit pas être considérée comme immuable; certaines zones subissent des modifications parfois importantes au cours des saisons.

D'autre part, une description aussi complète que possible de la zonation des populations sur les brise-lames belges devait servir de base à des études ultérieures concernant la contamination éventuelle de ces milieux par les métaux lourds et les pesticides, et sur le fonctionnement de l'écosystème considéré.

Cette étude a été réalisée avec l'aide technique de M. DESIRANT, A. LIEVROUW et D. SLEEUWAGEN.

2.- Le milieu

2.1.- Les trois brise-lames étudiés

i) le brise-lames de Knokke est situé non loin de la frontière des Pays-Bas et présente une surface d'un hectare environ. Daro (1969) en donne une description détaillée. Il porte des populations animales et végétales beaucoup plus riches que les deux autres.

ii) Le brise-lames de Raversijde se trouve à 4 km au sud-ouest d'Oostende. Il est presque aussi long que le précédent (300 m) mais beaucoup plus étroit (10 m) et présente donc une surface beaucoup plus réduite.

iii) Le brise-lames de Nieuwpoort constitue en fait une des deux jetées qui longent et protègent l'entrée du port. Il est fortement bombé. Sa face exposée au sud-ouest plonge vers l'intérieur du chenal du port et n'a pas été étudiée. Ses dimensions sont les suivantes : longueur totale 466 m ; largeur (du sommet jusqu'à la base côté nord-est) 4 m . La surface du flanc nord-est est donc d'environ 2100 m² .

Chacun des trois brise-lames étudiés s'étend dans les quatre étages du milieu côtier : l'extrémité supérieure pénètre dans l'étage subterrestre jamais atteint par les marées (même de vives eaux); ensuite, vient une bande étroite se trouvant dans l'étage supralittoral (l'étage des vagues et des embruns, atteint exceptionnellement par les marées les

plus fortes de vives eaux); puis, la plus grande partie des brise-lames couvre la totalité de l'étage eulittoral (l'étage soumis au balancement des marées, appelé aussi médilittoral, littoral ou intertidal); enfin, l'extrémité inférieure se trouve dans le haut de l'étage infralittoral (l'étage toujours immergé appelé aussi sublittoral).

2.2.- Les facteurs physiques

a) Courants

Les courants de marée sont parallèles à la côte et se dirigent alternativement vers le sud-ouest et le nord-est; la résultante ou courant de dérive coule vers le nord-est, avec des perturbations au voisinage de l'estuaire de l'Escaut. A cause de ce courant et des *vents dominants* de sud-ouest, le flanc ouest est plus battu que le flanc est (sauf à Nieuwpoort où la jetée sud-ouest protège celle que nous avons étudiée). Les populations qui colonisent les brise-lames sont sensibles à ce facteur et se développent mieux sur les flancs exposés au nord-est.

b) Température

La pente longitudinale des brise-lames est faible; elle correspond à celle de la plage qui est de l'ordre de 2 %. La faune et la flore de ces ouvrages sont très exposées, pendant les périodes d'émersion, aux vents et au rayonnement solaire. Elles subissent d'importantes variations de température, surtout dans les hauts niveaux où la dessiccation est de longue durée et peut devenir quasi totale en été. D'autre part, pendant les hivers rigoureux, l'action abrasive de la *glace* peut être considérée comme un facteur important lié à la température.

c) Marées

Sur la côte belge, l'amplitude des marées varie, en moyenne, d'environ 2,7 m pour les marées de mortes eaux à environ 4,6 m pour les marées de vives eaux. C'est de toute évidence le facteur le plus important du milieu considéré, responsable, entre autres, des fortes variations de la température et des chutes brutales de la *salinité* lors de fortes pluies en période de marée basse.

d) Turbidité

Les eaux qui baignent les brise-lames sont peu transparentes; en plus du plancton, elles charrient de grandes quantités de vase et de débris organiques ou même, lors des tempêtes, de sable. Elles exercent donc une action abrasive certaine, action que le vent chargé de sable sec peut continuer pendant les marées basses. A cause de la forte turbidité, la plus grande partie des brise-lames se trouve, à marée haute, en-dessous du point de compensation; la photosynthèse des algues se fait principalement pendant les périodes d'émersion.

Ces quelques remarques concernant le milieu physique permettent de conclure que d'une façon générale, les populations étudiées sont souvent soumises à des conditions extrêmes.

2.3.- Quelques données chimiques

Des dosages de phosphates, nitrates et nitrites ont été effectués, dans les eaux qui baignent les brise-lames, en 1971-1972 par l'équipe du professeur Elskens (Vrije Universiteit Brussel) que nous remercions vivement. Les résultats permettent de faire les remarques suivantes :

i) la quantité de *nitrites* était, en moyenne, inférieure à 50 µg N/l et n'a que peu varié au cours des saisons;

ii) à Nieuwpoort et Raversijde, les *phosphates* et les *nitrates* ont présenté une concentration minimum en mai-juin, suivie d'une remontée assez brutale en juillet-août; à Knokke, ce déroulement était fortement perturbé;

iii) les moyennes obtenues sont les suivantes (en µg N/l et en µg P/l , tableau 1;

Tableau 1

	NO ₂	NO ₃	PO ₄
Nieuwpoort	43	354	444
Raversijde	23	238	312
Knokke	49	663	170

iv) le rapport nitrates/phosphates est de 0,8 à Nieuwpoort et à Raversijde, et de 3,9 à Knokke.

3.- La zonation à Knokke (fig. 1)

C'est sur le brise-lames de Knokke que la zonation est la plus complète; il est possible d'y distinguer huit zones.

3.1.- Etage subterrestre

Cet étage n'est jamais atteint par les marées, même de vives-eaux, mais subit l'action des embruns par mauvais temps. Une seule zone :

Zone (1) à lichens

Elle est caractérisée par la présence de deux lichens, *Xanthoria parietina* et *Caloplaca marina*; ces deux espèces ne couvrent ensemble que 3 à 4 % de la surface disponible. Daro (1969) signale que dans les joints entre les pierres du brise-lames et de la digue qui lui fait suite s'accumulent de petits amas de sable et de poussière qui abritent un petit Oligochète balnc : *Enchytraeus albidus*. D'autre part, c'est dans la partie inférieure de cette zone que l'on trouve le crustacé Iso-pode *Ligia oceanica*. Cette zone correspond à la "Caloplaca-formation" signalée au Pays-Bas par Den Hartog (1959).

3.2.- Etage supralittoral

Cet étage de faible étendue est atteint exceptionnellement par les plus fortes marées de vives eaux. Il subit fortement l'action des vagues et des embruns, même par temps assez calme. Deux zones :

3.2.1.- Zone (2) à *Prasiola stipitata*

L'écologie de *Prasiola stipitata* a fait l'objet de nombreuses remarques. Cette espèce pourrait coloniser, sur les côtes très exposées, des rochers situés à 25 m au-dessus du niveau de la mer [Kornmann et

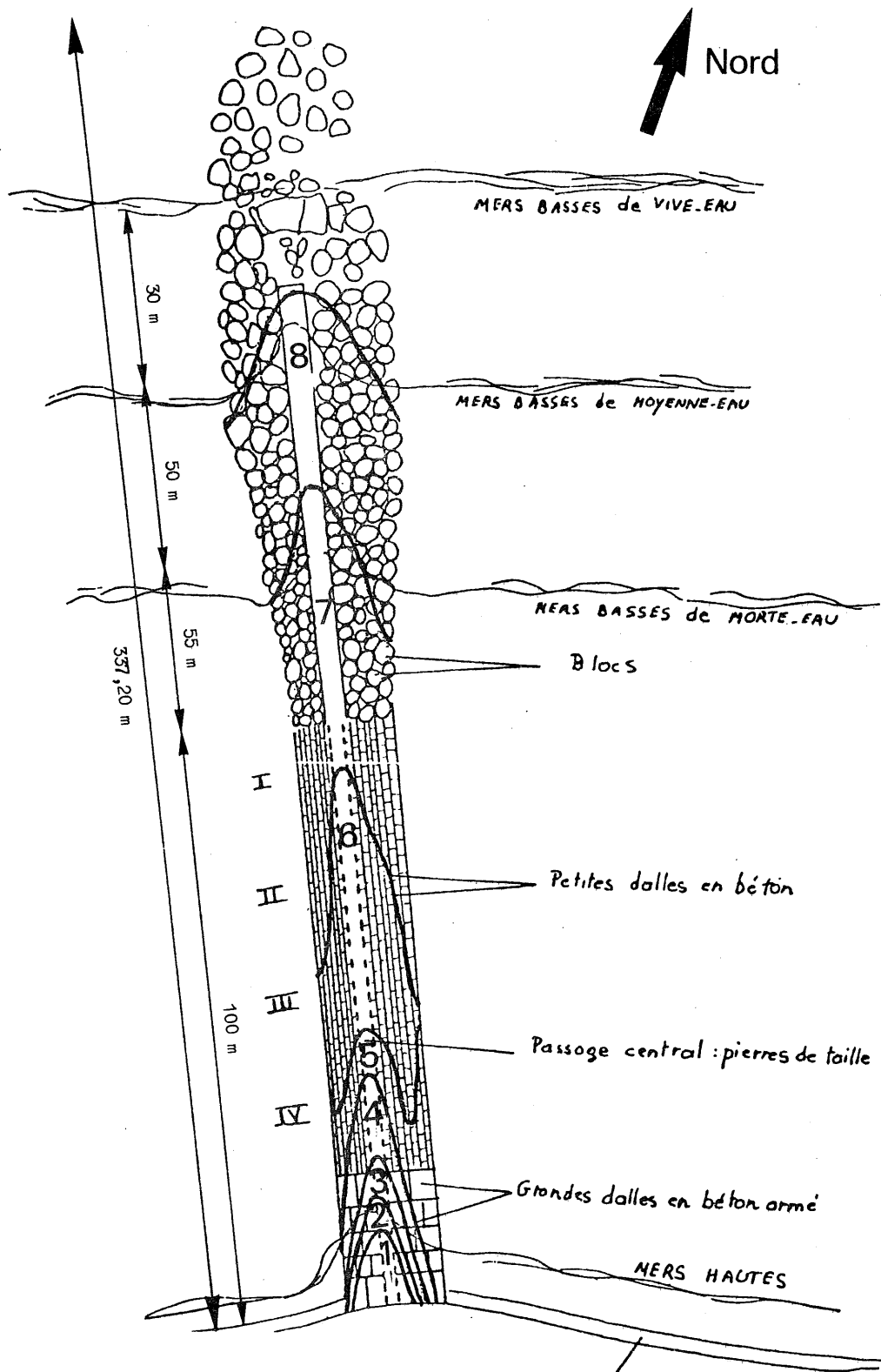


fig. 1.

La zonation sur le brise-lames de Knokke

DIGUE

Sahling (1974)]; d'autre part, elle peut pénétrer profondément dans les estuaires, que ceux-ci soient pollués ou non [Edwards (1972)]. Sur la côte belge, elle se comporte comme une espèce saisonnière surtout fréquente au printemps et que l'on peut récolter aussi bien en milieu battu sur les brise-lames qu'en mode calme à l'intérieur des ports de pêche. Sa préférence pour les milieux riches en azote n'a pas été vérifiées. Selon l'étude de Kornmann et Sahling déjà cité, plusieurs espèces pourraient être réunies sous le nom de *Prasiola stipitata*.

A Knokke, *Prasiola* forme, sur la digue surtout, une ceinture très étroite (quelques centimètres) et très verte où l'espèce se développe en formation très serrée. Elle y est souvent seule. Parfois cependant, d'autres espèces se rencontrent dans cette zone, soit trois *Ulothrix* (*U. flacca*, *U. pseudoflacca*, *U. subflaccida*) et *Urospora wormskjoldii*. Nous avons là un exemple de quatre algues, très proches sur le plan systématique et morphologique, occupant la même niche écologique, ce qui ne se produirait jamais en écologie terrestre. Cette "niche" est d'ailleurs très grande; ces quatre espèces montrent toutes la même indifférence pour l'agitation de l'eau; elles peuvent former des revêtements importants sur les rochers très battus du Cap Gris-Nez (Pas de Calais, France), mais pénètrent aussi dans les estuaires [Edwards (1972)]. Elles auraient donc un comportement écologique très proche de celui de *Prasiola stipitata*. Den Hartog (1959) les considère cependant comme des immigrants venus d'une zone plus bas.

3.2.2.- Zone (3) à *Gloeocapsa crepidinum*

Rappelons d'abord que *Gloeocapsa crepidinum* BORN. et THUR. a été placé, par Drouet et Daily (1956), dans l'ensemble taxonomique beaucoup plus vaste que ces auteurs décrivent sous le nom d'*Entophysalis deusta* (MENEUGH.) DR. et D.

Cette espèce forme un fin revêtement, souvent continu et presque noir, qui s'étale sur une hauteur de 5 - 30 cm. Elle peut pénétrer dans la zone précédente et dans la suivante, qui fait partie de l'étage eulittoral.

3.3.- Etage eulittoral

C'est l'étage — appelé encore médiolittoral, littoral ou intertidal — soumis au balancement des marées. Cinq zones :

3.3.1.- Zone (4) à *Blidingia minima*

Sur les brise-lames de la côte belge, la zone supérieure de l'étage eulittoral est caractérisée par l'abondance de *Blidingia minima*; sur ces ouvrages, dont la pente longitudinale est d'environ 2 %, cette zone présente une largeur de 50 cm à 1 m. On la considère généralement comme une végétation pionnière qui, dans des conditions moins défavorables, serait remplacée par des Fucacées (*Pelvetia canaliculata*). Il est possible d'y distinguer deux ceintures, la supérieure où *Blidingia minima* est la seule espèce dominante (et souvent la seule espèce macroscopique présente), et l'inférieure où *Porphyra umbilicalis* joue un rôle important. Cette dernière espèce adopte une forme trapue et dressée, ce qui l'expose régulièrement à une dessiccation quasi totale (la période d'émer-sion de cette zone est de plus de 11 h à chaque marée). Ceci ne l'empêche nullement de prospérer.

Vers le bas de la zone considérée, *Enteromorpha compressa* fait son apparition. Den Hartog (1959) signale qu'aux Pays-Bas, *Ulothrix flacca* est abondant dans cette zone; nous ne l'y avons rencontré que rarement, pendant de courtes périodes à la fin de l'hiver ou au début du printemps.

Pour ce qui est des Diatomées, les hauts niveaux du brise-lames sont caractérisés par *Nitzschia lanceolata* SM. var. *minor* V.H., qu'on trouve associé avec *Achnanthes parvula* KUETZ. et des Cyanophycées Oscillatoriaceae, dans les cuvettes d'eau résiduelle. Il est assez fréquent de rencontrer aussi dans ces cuvettes quelques cellules isolées de *Navicula* (*Schizonema*) *grevillei* AG. var. *comoides* AG. Les *Blidingia* peuvent être épiphytées par *Achnanthes parvula* KUETZ. et même par *Achnanthes brevipes* AG. et *Achnanthes subsessilis* KUETZ.

En ce qui concerne la faune, des Halacariens — restés indéterminés — y ont été fréquemment rencontrés.

3.3.2.- Zone (5) à *Fucus spiralis*

La végétation à *Fucus spiralis* est bien connue et couvre des étendues considérables sur les côtes françaises, britanniques, norvégiennes, etc. Sur le brise-lames de Knokke, elle se développe assez vigoureusement sur le flanc exposé à l'est; sur le flanc ouest, plus battu, les *Fucus* sont plus petits et un peu plus clairsemés.

Un Gastéropode amphibie, *Littorina littorea*, est fréquent dans cette zone, et devient même très abondant vers le bas, ainsi que dans la zone suivante. Une espèce voisine plus petite, *L. saxatilis*, se rencontre de temps en temps.

En sous-strate se développent surtout les balanes (qui dominent dans la zone suivante); il s'agit surtout de *Balanus balanoides*, avec quelques *Elminius modestus*, qui recouvrent ensemble de 60 - 80 % de la surface disponible. Comme autres algues, on trouve dans le haut de la zone *Enteromorpha compressa*; plus bas, c'est *Ulva lactuca* qui joue un certain rôle, avec un recouvrement moyen de l'ordre de 10 %. Dans le bas de la zone, les premières moules font leur apparition.

Il faut signaler encore la présence d'une troisième espèce de Gastéropode, *Nucella lapillus* qui, en août 1972, a été trouvé en petit nombre (quelques spécimens adultes, isolés ou par deux).

Fucus, *Ulva* (ainsi que *Porphyra*) sont des algues peu épiphytées. *Enteromorpha compressa* porte au contraire de nombreuses Diatomées dont les plus caractéristiques sont les trois *Achnanthes* déjà cités (*A. parvula* KUETZ., *A. brevipes* AG. et *A. subsessilis* KUETZ.), qui tous trois ne semblent pas s'étendre beaucoup en-dessous de la zone à *Fucus*.

On trouve aussi sur *Enteromorpha compressa* différentes variétés de *Synedra affinis* KUETZ., et des *Licmophora* qu'on retrouve bien représentés dans la zone à moules (voir plus loin).

On peut également trouver en épiphytes ou fixés directement sur le brise-lames *Navicula* (*Schizonema*) *ramosissima* AG. et, en hiver surtout, *Navicula* (*Schizonema*) *grevillei* AG. Ce dernier régresse au prin-

temps vers les bas niveaux et ne persiste guère dans cette zone qu'à travers quelques éléments de sa var. *comoides* AG.

3.3.3.- Zone (6) à *Balanus balanoides* et *Ulva lactuca*

Au sens strict du terme, il n'est pas possible de parler de zone à Balanes et à Ulves; *Balanus balanoides* est abondant dans la zone (5) à *Fucus spiralis* et pénètre même dans la zone (4) à *Blidingia*; l'espèce joue aussi un rôle important dans la zone (7) à moules. *Ulva lactuca* débordé largement dans la zone à *Fucus* et dans le haut de la zone à moules.

Cependant, il existe une zone très étendue où les balanes (*B. balanoides* surtout, avec un peu d'*Elminius modestus*) et les Ulves constituent pour ainsi dire les seules espèces macroscopiques fixées ou sédentaires présentes; à peine y rencontre-t-on quelques jeunes *Fucus spiralis* ou, dans les joints entre les dalles, quelques moules. Le grand absent, ici, c'est *Fucus vesiculosus* qui, sur les côtes rocheuses du Pas de Calais par exemple, caractérise la zone en question.

Par contre, *Littorina littorea* est très abondant, surtout dans les joints des petites dalles (à certains endroits plus de 500 individus/m²). La hauteur de la coquille des plus grands spécimens est de l'ordre de 15 à 18 mm (août 1972) alors que la hauteur maximale connue est de 36 mm (activité de ramasseurs de bigorneaux?). *Littorina saxatilis* est beaucoup plus rare. Les jeunes de ces deux espèces de Littorines se trouvent fréquemment dans ou entre les squelettes de balanes mortes. En 1969, Daro signalait aussi la forme *jugosa* de *L. saxatilis*. Aujourd'hui nous pensons qu'il s'agissait plutôt de très jeunes spécimens (± 3 mm) de *L. littorea*, possédant un apex aigu et des rebords spiralés très prononcés.

D'autre part, *Nucella lapillus* semble être le plus abondant dans cette zone; les spécimens se disposent par petits groupes ou par deux.

Les principales Diatomées colonisant cette zone sont celles de type *Schizonema* déjà citées dans la zone à *Fucus spiralis*.

Il est possible de distinguer deux ceintures dans cette zone; elles ont apparemment la même faune malacologique :

a) Vers le haut de la zone, une petite surface en forme de pointe de flèche (très visible sur les photos) ne porte pas d'algues pluricellulaires. Les dimensions de cette surface varient avec les saisons, et même, sans doute avec les années; son étendue était beaucoup plus considérable ($\pm 325 \text{ m}^2$) en 1969 qu'actuellement. Comme faune accessoire, Daro signalait en 1969 de petits Halacariens rouges (indéterminés), et des larves de la Chironomide *Smittia thalassophilia*, ainsi que quelques moules vivant surtout dans les joints entre les dalles.

b) Tout le reste de la zone considérée est caractérisé par l'abondance d'*Ulva lactuca* se développant toujours sur les carapaces des balanes. La faune accessoire y est plus riche que dans la ceinture précédente; en plus des espèces déjà citées sous (a), Daro (1969) signale la présence d'un Halacarien appartenant au genre *Rhombognathus* et d'un Crustacé Amphipode Talitridae *Hyale nilsonni*. Les moules deviennent plus abondantes.

Cette zone est la dernière se trouvant au-dessus de la ligne de mi-marée. La durée d'émersion à chaque cycle de marée y est en moyenne d'environ 8 heures pour la ceinture (6a) et d'environ 7 heures pour la ceinture (6b).

3.3.4.- Zone (7) à moules

Comme la précédente, cette zone couvre une partie importante du brise-lames (fig. 1). Elle porte aussi la plus grande quantité de matière vivante par unité de surface. Le niveau de la mi-marée (*Mean sea level*) passe dans le haut de cette zone.

Les moules y couvrent presque toutes les surfaces disponibles. Il est possible d'y distinguer trois ceintures : la supérieure, où *Ulva lactuca* est encore abondant, la moyenne, presque dépourvue d'algues macroscopiques, et l'inférieure où *Enteromorpha intestinalis* joue un rôle assez important.

a) Les populations de la ceinture supérieure sont encore très proches de celles de la ceinture précédente (6b), tant par la présence d'*Ulva lactuca* que par la faune associée : *Rhombognathus* sp., *Hyale nilsonni*,

Smittia thalassophila, *Littorina littorea*, *Nucella lapillus*, espèces auxquelles il faut ajouter pour cette zone-ci [Daro (1969)], *Spio filicornis*, *Carcinus maenas*, l'Isopode *Jaera marina* et, bien entendu, *Balanus balanoides*, abondant, ainsi qu'*Elminius modestus*, plus clairsemé. Parmi les algues autres que les Ulves, on peut citer deux Entéromorphes, *E. prolifera* (5 %) et *E. intestinalis* (recouvrement de 1 - 2 %), ainsi qu'un *Porphyra* à grandes lames non frisées qui n'a pu être déterminé. Cette ceinture (7a) et la précédente (6b) correspondent ensemble à la "Ulva-sociation" de Den Hartog (1959). Nous avons renoncé — non sans hésitation — à cette "zone à Ulva" par suite des variations saisonnières parfois importantes qui affectent la surface occupée par *Ulva lactuca*.

b) La ceinture moyenne n'est caractérisée que par l'absence quasi totale des algues pluricellulaires, à l'exception de quelques *Enteromorpha intestinalis*. La faune interstitielle et superficielle est semblable à celle de la ceinture précédente. Cependant, c'est dans cette zone, mais uniquement sur le flanc oriental du brise-lames, que se développe un faciès particulier caractérisé par la présence de deux Algues rouges, *Polysiphonia nigrescens* et *Ceramium deslongchampsii*. A part l'abondance de ces deux algues, ce faciès ne diffère en rien du reste de cette ceinture moyenne.

c) Enfin, la ceinture inférieure est limitée dans le bas par le niveau moyen des marées basses de mortes eaux. Elle peut être caractérisée par l'abondance d'*Enteromorpha intestinalis*. La faune interstitielle est identique à celle des deux ceintures précédentes; dans la faune, la différence se marque plutôt par l'abondance des prédateurs des moules : Etoiles de mer (*Asterias rubens*), Anémones (*Actinia equina*) et Pourpres (*Nucella lapillus*). Cependant, *Littorina littorea* et *Nucella lapillus* ne sont représentés que dans la partie supérieure de cette zone.

La zone à moules est riche en Diatomées : sur les pierres, on trouve de nombreuses formes de *Schizonema* présentes en toute saison : *Berkeleya rutilans* TRENT., *Navicula grevillei* AG., *Navicula grevillei* AG. var. *comoides* AG., *Navicula ramosissima* AG. Les Diatomées non coloniales y sont bien représentées aussi. On peut citer *Navicula ammophila*

GRUN., *Navicula britannica* HUST. et al., *Navicula cincta* EHR., *Nitzschia angularis* SM., *Cocconeis scutellum* EHR. var. *parva* GRUN.

Les épiphytes obligatoires les plus fréquents sont : *Grammatophora marina* KUETZ., *Grammatophora oceanica* EHR., *Licmophora* sp., *Rhabdonema arcuatum* (LYNGB.) KUETZ., *Synedra barbatula* KUETZ. On trouve aussi plus accidentellement certains épiphytes facultatifs comme *Melosira nummuloides* BORY, *Odontella aurita* (LYNGB.) AG., *Cocconeis scutellum* EHR. var. *parva* GRUN (cette dernière espèce a été observée sur la paroi des cellules pericentrales de *Polysiphonia nigrescens*), *Amphora coffeaeformis* GREG. et *Amphora exigua* GREG. (vivent volontiers autour des filaments de Diatomées de type *Schizonema*), *Nitzschia lanceolata* var. *minima* (peut coloniser l'intérieur des filaments de *Schizonema*).

3.3.5.- Zone (8) à Tubulaires

La zone à *Tubularia larynx* est pratiquement dépourvue de végétation macroscopique, à l'exception, dans le haut, d'un peu d'*Enteromorpha intestinalis* et d'un petit *Porphyra* resté indéterminé. Daro (1969), (1970) y a distingué trois ceintures :

- a) La ceinture à *Polydora ciliata*. Remarquons que ces derniers temps, les Polydores prennent beaucoup d'extension; à certains moments de l'année, la boue à Polydores recouvre tout jusqu'au niveau de la mi-marée.
- b) La ceinture à *Balanus crenatus*.
- c) La ceinture à *Metridium senile*.

Dans ces trois ceintures, la faune associée aux Tubulaires est considérable; sa description figure dans les travaux de Daro (1969), (1970).

3.4.- Etage infralittoral

Les derniers 40 m du brise-lames sont toujours immergés; par suite du ressac et de l'absence de visibilité, cette partie n'a pas pu être étudiée.

4.- La zonation à Raversijde

Des trois brise-lames étudiés, celui de Raversijde est de loin le plus pauvre; il est colonisé par un petit nombre d'organismes dont certains restent de petite taille. La zonation s'y trouve considérablement simplifiée :

Zones 1, 2 et 3

Aux niveaux qui correspondent à ces trois zones on ne trouve (pour ainsi dire) pas d'organismes.

Zone 4

Les deux ceintures a et b de la zone à *Blidingia* sont confondues. Les seules espèces macroscopiques présentes sont *Porphyra umbilicalis* et *Blidingia minima* avec, vers le bas, l'apparition des Balanes.

Zone 5

La zone à *Fucus spiralis* est remplacée par une simple ceinture à *Enteromorpha compressa*, espèce qui peut être considérée comme pionnière [Den Hartog (1959)], se développant vigoureusement là où les Fucacées ne parviennent pas à s'installer. Quelques *Fucus spiralis* germent dans cette ceinture mais ne dépassent jamais le stade de plantules. *Littorina littorea* est très abondant. Les Balanes sont souvent présentes.

Zone 6

La zone à Balanes occupe une surface importante. Les Balanes s'y développent avec vigueur; les *Ulva lactuca*, par contre, restent très petits. Ici encore, *Littorina littorea* est très abondant. *Littorina saxatilis* est beaucoup plus rare et généralement représenté par des spécimens jeunes se trouvant, en mélange avec de nombreux jeunes de *L. littorea*, dans ou parmi les squelettes vides de Balanes.

Zone 7

Même la zone à moules est moins développée qu'ailleurs. L'espèce dominante ne couvre en moyenne que 25 % de la surface disponible (de 80 à 90 % dans les joints entre les dalles). Les Balanes, souvent installées sur les moules, couvrent une surface ne dépassant pas 5 % .

Les trois ceintures décrites à Knokke se retrouvent plus ou moins ici, avec la présence d'*Ulva lactuca* (max. 1 %) et de *Littorina littorea* dans le haut (ce dernier abondant), et d'*Enteromorpha intestinalis* (1 - 2 %) dans le bas. La partie la plus battue de la zone à moules abrite quelquefois des populations abondantes mais temporaires de Diatomées à caractère planctonique, comme *Achnanthes groenlandica* CLEVE (janvier et mars 1972) et *Pleurosigma* sp. (mai-juillet 1972).

Zone 8

Signalons, dans la ceinture inférieure à *Metridium senile* de la zone à *Tubularia larynx* (niveau marée basse : + 5) la récolte d'un exemplaire du Mollusque nudibranche *Aeolidia papillosa*.

5.- La zonation à Nieuwpoort

Pour ce qui est de la richesse de la flore et de la faune, le brise-lames de Nieuwpoort est intermédiaire entre celui de Raversijde et celui de Knokke. Comme à Raversijde, les trois zones de l'étage subterrestre et du supralittoral ne sont le plus souvent représentées par aucun organisme. Au printemps cependant (mois de mars) on assiste parfois au développement rapide mais fugace tantôt de *Prasiola stipitata*, tantôt des Algues vertes filamenteuses : les trois *Ulothrix* (*U. flacca*, *U. pseudoflacca*, *U. subflaccida*) et *Urospora wormskjoldii*.

Dans l'étage eulittoral, par contre, la zonation est bien développée, et toutes les zones et ceintures décrites à Knokke se retrouvent ici (à l'exception du faciès à Algues rouges dans la ceinture 7b de la zone à moules). Quelques remarques.

Seul le flanc exposé au nord-est de ce brise-lames a été étudié, l'autre étant soumis à des conditions très particulières (chenal du port). *Fucus spiralis* y est peu développé alors qu'il est très abondant et vigoureux sur le flanc sud-ouest. *Littorina littorea* est très abondant dans la zone à *Fucus* et dans la zone à Balanes, ainsi que dans la

ceinture supérieure de la zone à moules (vers le bas, cette espèce a donc la même limite inférieure que les Ulves). *Littorina saxatilis* est peu fréquent et n'a été trouvé que dans la zone 6 à Balanes.

La zone à Mytillus est très développée, malgré le fait que le public vient y récolter fréquemment des quantités parfois importantes de moules. Ici encore, la partie la plus battue abrite quelquefois des populations abondantes mais temporaires de Diatomées à caractère planctonique (exemple : *Chaetoceros armatum* WEST en août 1971-1972).

La boue à Polydores se montre souvent envahissante et peut atteindre la ceinture 7a à *Ulva lactuca*; elle peut recouvrir jusqu'à 40 % de la surface de la zone à moules.

Signalons pour terminer la récolte d'un exemplaire de *Lamellidoris bilamellata* dans la zone 8 à *Tubularia larynx* (niveau marée basse : + 6).

6.- Résumé et conclusions

Dans le but de faire un inventaire un peu détaillé de la flore et de la faune des brise-lames de la côte belge, nous avons repris le travail de zoologie générale de l'un d'entre nous [Daro (1969), (1970)] et avons essayé de le compléter par des renseignements algologiques et malacologiques. La zonation proposée diffère un peu de la précédente; elle est basée sur les organismes fixés les moins sujets aux variations saisonnières.

La flore et la faune de ces milieux sont pauvres. La zonation la plus complète a été trouvée à Knokke, où huit zones ont été distinguées. Du haut vers le bas on peut observer (fig. 1) :

6.1.- Etage subterrestre

Cette étage n'est jamais atteint par les marées, mêmes de vives eaux. Soumis aux embruns et parfois aux vagues à marée haute. Une seule zone :

Zone 1 à Lichens

- flore : deux lichens, *Xanthoria parietina* et *Caloplaca marina*, couvrent ensemble 3 - 4 % de la surface disponible;
- faune : *Enchytraeus albidus* et *Ligia oceanica*.

6.2.- Etage supralittoral

Cette étage est atteint de temps en temps par les plus fortes marées de vives eaux. Soumis à chaque marée haute aux vagues et aux embruns. Deux zones :

Zone 2 à *Prasiola stipitata*

Il s'agit d'une végétation printanière. *Prasiola* est parfois accompagné de trois *Ulothrix* (*U. Flacca*, *U. pseudoflacca* et *U. subflaccida*) et d'un *Urospora* (*U. wormskjoldii*).

Zone 3 à *Gloeocapsa crepidinum*

L'Algue bleue *Gloeocapsa crepidinum* forme un fin revêtement continu et presque noir. Elle peut pénétrer dans la zone précédente et dans la suivante (qui fait partie de l'étage eulittoral).

Signalons l'absence du lichen *Verrucaria maura*.

6.3.- Etage eulittoral

Cette étage est soumise au balancement des marées. Cinq zones, dont trois au-dessus de la ligne de mi-marée et deux en-dessous.

Zone 4 à *Blidingia minima*

Deux ceintures : 4a où *Blidingia* est la seule espèce dominante et 4b où *Porphyra umbilicalis* joue (avec *Blidingia*) un rôle important.

Les cuvettes de cette zone abritent une flore caractéristique de Diatomées avec comme espèces les plus fréquentes *Nitzschia lanceolata* var. *minor* et *Achnanthes parvula*; cette dernière se développe aussi comme épiphyte sur les *Blidingia*.

La durée moyenne d'émersion à chaque cycle de marée est d'environ 11 h 30 pour la ceinture 4a et d'environ 11 h pour la ceinture 4b.

Zone 5 à *Fucus spiralis*

Cette végétation est bien connue sur les côtes rocheuses des pays environnants. A Knokke, les espèces dominantes sont :

- Algues macroscopiques : *Fucus spiralis* et *Enteromorpha compressa*
- Diatomées : a) Epiphytes sur Entéromorphes, *Achnanthes parvula* et *Synedra affinis*; b) Type Schizonema (sur pierres ou épiphytes), *Navicula ramosissima*, *Navicula grevillei*.

- Faune : *Littorina littorea* (abondant), *Balanus balanoides* (assez abondant), *Elminius modestus* (plus rare), *Littorina saxatilis* (idem) etc. Durée moyenne de la période d'émersion : environ 10 h.

Zone 6 à *Balanus balanoides* et *Ulva lactuca*

D'abord deux absents : l'Algue brune *Fucus vesiculosus* et la Diatomée *Achnanthes longipes* sont fréquents, à ce niveau, sur les côtes rocheuses des pays voisins.

Principales espèces à Knokke : *Balanus balanoides*, *Ulva lactuca*, *Littorina littorea*, *Nucella lapillus*. On peut encore citer : *Elminius modestus*, *Littorina saxatilis*, larves de *Smittia thalassophila*, *Mytilus edulis* (surtout vers le bas).

On peut distinguer deux ceintures : la supérieure 6a sans *Ulva* et l'inférieure avec *Ulva* (plus un Halacarien *Rhombognathus* sp. et un Amphipode *Hyale nilsonni*. Les deux ceintures possèdent la même faune malacologique et la même flore de Diatomées.

Durée moyenne d'émersion : environ 8 h pour 6a et 7 h pour 6b.

Zone 7 à *Mytilus edulis*

La ligne de mi-marée passe dans le haut de cette zone à moules. Le principal absent est ici *Fucus serratus*. Trois ceintures :

- 7a : Présence d'*Ulva lactuca*. Organismes associés très proches de

6b, avec en plus *Enteromorpha prolifera*, *E. intestinalis*, *Spio filicornis*, *Carcinus maenas*, *Jaera marinus*.

- 7b : Absence d'Algues pluricellulaires, avec toutefois sur une partie du flanc le plus abrité un faciès particulier portant en abondance deux Algues rouges : *Ceramium deslongschampsii* et *Polysiphonia nigrescens*. Faune semblable à 7a.

- 7c : Cette dernière ceinture a comme limite inférieure le niveau moyen des basses mers de mortes eaux. Elle est surtout caractérisée par l'abondance d'*Enteromorpha intestinalis*, et par la fréquence des prédateurs des moules : *Asterias rubens*, *Actinia equina*, *Nucella lapillus*.

La zone à moules est riche en Diatomées de toutes sortes en toute saison. Aucune n'est vraiment liée à cette zone; les formes les plus caractéristiques sont les épilithes de type Schizonema comme *Berkeleya rutilans*, *Navicula grevillei*, *Navicula grevillei* var. *comoides*, *Navicula ramosissima*, *Navicula mollis*.

Durées moyennes d'émersion : 7a, 6 h 30; 7b, 6 h; 7c, 5 h.

Zone 8 à *Tubularia larynx*

Trois ceintures [voir Daro (1969) et (1970)] :

- 8a : Ceinture à *Polydora ciliata*;
- 8b : Ceinture à *Balanus crenatus*;
- 8c : Ceinture à *Metridium senile*.

Durées moyennes d'émersion : 8a, 4 h; 8b, 3 h; 8c, 1 h.

Les deux autres brise-lames étudiées montrent la même zonation mais appauvrie (à Nieuwpoort) à très appauvrie (à Raversijde). La faune et la flore des étages subterrestre et supralittoral ont pratiquement disparu. Les autres zones peuvent être retrouvées sur ces deux ouvrages, mais elles sont toujours plus pauvres en espèces et parfois en biomasse (Raversijde).

Ce travail devait poursuivre un triple but :

i) Etablir un inventaire de la faune et de la flore des brise-lames belges, ainsi qu'une description aussi précise que possible de la zonation.

tion des organismes sur ces ouvrages. Les résultats concernant ce point sont exposés ci-dessus.

ii) Essayer de nous faire une idée de la contamination éventuelle des organismes dominants de ce milieu par les métaux lourds, les pesticides, etc. Les résultats, élaborés en collaboration avec des équipes de l'I.H.E., de l'I.R.C. et de la station de Phytopharmacie de Gembloux, sont publiés dans un chapitre du volume 6, Inventaire des polluants.

iii) Enfin, essayer de réunir quelques éléments susceptibles de mieux nous faire comprendre le fonctionnement de l'écosystème très particulier et très ouvert qu'est celui des brise-lames. Par suite de circonstances indépendantes de notre volonté nous n'avons pu qu'effleurer ce problème; les résultats actuellement disponibles sont trop fragmentaires pour être publiés ici. L'opportunité de compléter cette partie de l'étude serait à discuter.

Références

- DARO, M.H., (1969, 1970). Etude écologique d'un brise-lames de la côte belge, *Annales de la Soc. Roy. Zool. de Belgique*, 99, 111 et 100, 159.
- DROUET, F. et DAILY, W.A., (1956). Revision of the coccoid Myxophyceae, *Butler Univ. Botan. Stud.*, XII.
- EDWARDS, P., (1972). Benthic algae in polluted estuaries, *Mar. Pollut. Bull.*, 3/4, 55.
- HARTOG, C. den, (1959). The epilithic algal communities occurring along the coast of the Netherlands, *Wentia*, I.
- KORNMANN, P. et SAHLING, P.H., (1974). Prasiolales (Chlorophyta) von Helgoland, *Helgol. wiss. Meeresunters.*, 26/2, 99.
- LEFEVERE, S., (1965). Le recouvrement biogène le long de la côte belge, *Bull. Inst. Roy. des Sc. Natur. de Belgique*, XLI/26.

Hoofdstuk VII

Vissen

door

J. VAN DE VELDE en R. DE CLERCK

1.- Embryonale en larvale fase

1.1.- Inleiding

Visplankton (viseieren en -larven) vormt een belangrijke schakel in de voedselketen in ligt, samen met andere biotische en abiotische factoren, aan de basis van het behoud van een soort.

Het visplankton is bovendien zeer gevoelig voor wijzigingen van het ecosysteem.

De densiteit en de distributie van het visplankton zijn daarenboven determinerend voor de jaarklassensterkte.

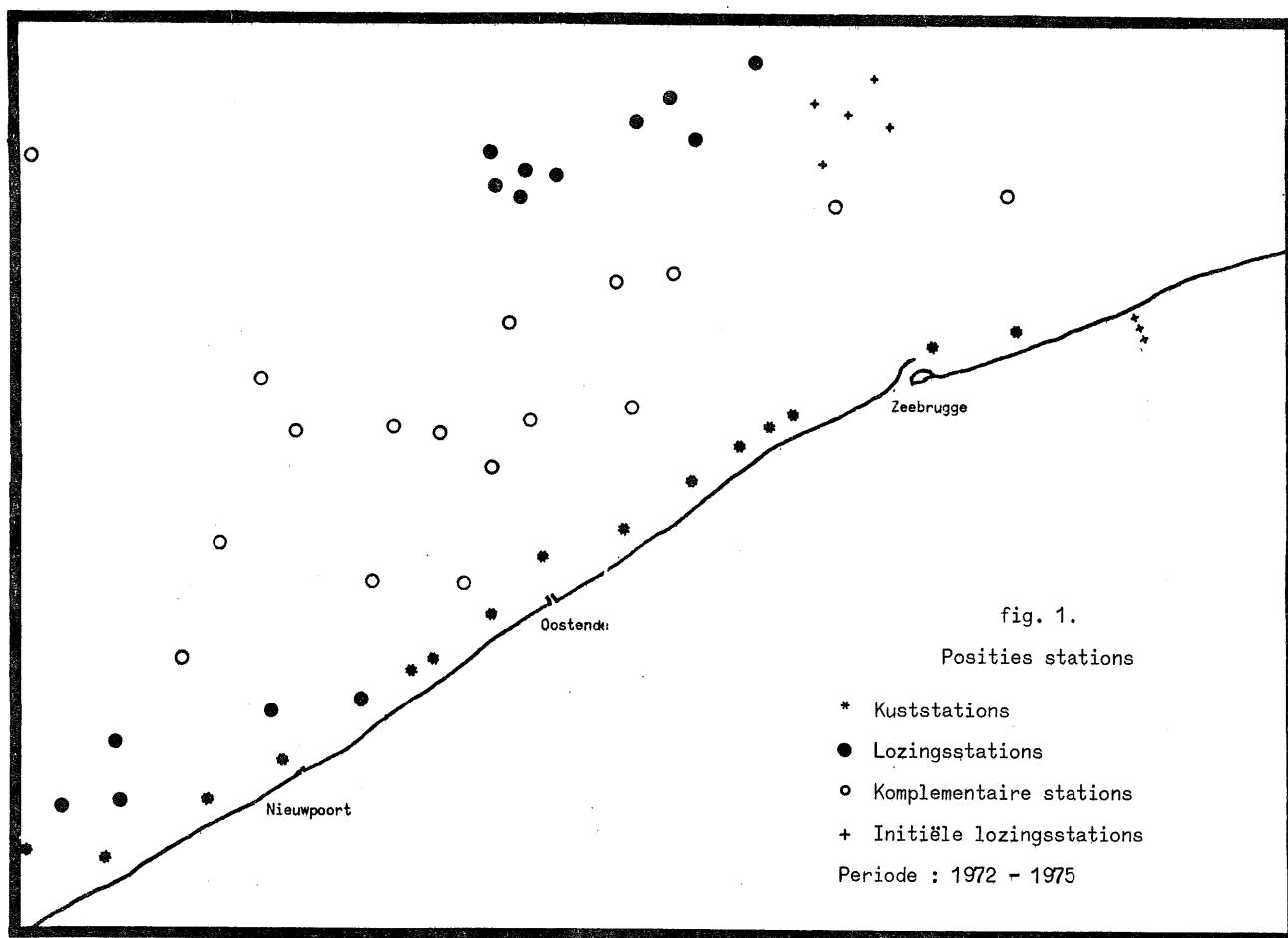
De eerste levensstadia van de vissen kunnen in twee fazen worden onderverdeeld, nl. een embryonale en een larvale fase.

De embryonale fase strekt zich uit vanaf het ogenblik van de bevruchting tot aan het tijdstip van de externe voeding. Het embryo voedt zich in die periode uitsluitend met de dooier. Deze embryonale fase kan op haar beurt worden opgesplitst in een ei-stadium en een vrijlevend larvaal (of prelarvaal) stadium.

In de larvale fase schakelt het individu over van een interne naar en externe voeding. Door deze ingrijpende wijziging in het voedingspatroon van het individu treden in deze fase zeer hoge mortaliteiten op.

In dit onderzoek werd geen onderscheid gemaakt tussen bevruchte en onbevruchte eieren. Zowel de prelarvalen als de larven *sensu stricto* werden tot de groep van de larven gerekend.

Er werd gepoogd een zo duidelijk mogelijk chorologisch en chronologisch beeld van het visplankton langsheen de Belgische kust te verkrijgen. Op regelmatige tijdstippen en op diverse plaatsen langsheen de Belgische kust werden dan ook planktonstalen genomen (figuur 1).



Alle bemonsterde viseieren behoorden integraal tot de groep van de pelagofielen.

De larvenstalen daarentegen bevatten zowel pelagofiele, fytofiele, psammofiele als ostracofiele soorten.

1.2.- Methodiek

De staalname van het plankton geschiedde bij middel van een Gulf-Sampler met volgende karakteristieken :

neusopening : 20,3 cm ,

netopening : 50,8 cm ,

maaswijdte van het net : 60,0 mesh .

De staalnamesnelheid bedroeg 5 knopen [Hempel en Nellen (1969); Nellen en Hempel (1969)].

Alle resultaten werden uitgedrukt in aantallen per 1000 m³ .

Bij de interpretatie van de resultaten dient evenwel rekening te worden gehouden met bepaalde tekortkomingen, die intrinsiek zijn aan de staalnametechniek.

Bij de staalname beschrijft de Gulf-Sampler een V-vormige koers waardoor een homogeen staal van geheel de waterkolom wordt bekomen. Om veiligheidsredenen werden de onderste waterlagen echter niet bemonsterd; hierdoor werd dan ook slechts een onvolledig beeld van de densiteit en de distributie van het visplankton in deze waterlagen bekomen.

Bovendien werden bepaalde soorten vislarven, behorende tot het neuston, slechts gedeeltelijk bemonsterd.

Typische vertegenwoordigers van het neuston zijn : *Belone belone* (L.) (geep), *Onos* sp. (meun), *Trachurus trachurus* (L.) (horsmakreel), *Trachinus vipera* Cuvier (kleine pieterman), *Ammodytes lancea* Cuvier (zandspiering), *Agonus cataphractus* (L.) (harnasmannetje) en *Scophthalmus maximus* (L.) (tarbot).

Bovendien werden eieren van niet-pelagofiele soorten, zoals *Belone belone* (L.) (geep), *Ammodytes lancea* Cuvier (zandspiering), *Pomatoschistus minutus* Pallas (zeegrondel), *Agonus cataphractus* (L.) (harnasmannetje) en *Liparis liparis* (L.) (slakdolf), evenmin bemonsterd [Hempel en Nellen (1969); Müller (1974)].

De monsternamen-frekwentie werd in de loop van de periode 1972-1975 stelselmatig opgevoerd.

Tabel 1

Semi-kwantitatieve faunistische lijst van de species waargenomen
in het visplankton (eieren en larven)

	Eieren	Larven
Phylum CHORDATA		
Classis TELEOSTOMI		
Order Clupeiformes		CCD
Clupeidae		
<u>Sprattus sprattus</u> (L)	CCD	
Engraulidae		
<u>Engraulis encrasicolis</u> (L)	CCD	
Belonidae		
Belone belone (L)		RR
Gadidae		
<u>Trisopterus luscus</u> (L)		RR
<u>Merlangius merlangus</u> (L)	RR	RR
<u>Onos</u> sp.	CC	R
Syngnathidae		
<u>Syngnathus</u> sp.		RR
Carangidae		
<u>Trachurus trachurus</u> (L)	CC	C
Trachinidae		
<u>Trachinus vipera</u> Cuvier	RR	
Ammodytidae		
<u>Ammodytes lancea</u> Cuvier		CC
Callionymidae		
<u>Callionymus lyra</u> L.	C	C
Gobbiidae		
<u>Pomatoschistus minutus</u> Pallas		CCD
Triglidae		
<u>Eutrigla gurnardus</u> (L)	R	
Agonidae		
<u>Agonus cataphractus</u> (L.)		RR
Liparidae		
<u>Liparis liparis</u> (L)		R
Bothidae		
<u>Scophthalmus maximus</u> (L)	R	
Pleuronectidae		
<u>Limanda limanda</u> (L)	RR	R
<u>Platichthys flesus</u> (L)	CC	R
Soleidae		
<u>Solea solea</u> (L)	CC	CC

In 1972 werden enkel in de maanden februari en mei monsternamen verricht.

In 1973 werden maandelijks monsters genomen met uitzondering evenwel van de maand juli wanneer het onderzoekingsvaartuig onbeschikbaar was.

De resultaten gedurende de periode 1973 toonden aan dat het hoogtepunt van de paaiperiode praktisch uitsluitend in het eerste halfjaar gelegen was. Dit resulteerde dan ook in een beperking van de monsternamen tot het eerste halfjaar van 1974.

In 1975 tenslotte werd de monsternamen toegespitst op de paaiperiode van de belangrijkste commerciële vissoorten nl. *Sprattus sprattus* (L.) (sprot), *Engraulis encrasicolus* (L) (ansjovis) en *Solea solea* (L.) (tong).

1.3.- Kwalitatieve samenstelling van het visplankton

In de periode 1972-1975 werden in de stalen in totaal 19 verschillende species, behorende tot 16 verschillende families, aangetroffen.

In de eierfractie werden 12 verschillende soorten en in de larvenfractie 15 verschillende soorten waargenomen.

Zoals blijkt uit de faunistische lijst (tabel 1), werden de eieren van niet-pelagofiele soorten, alsmede de larven van soorten behorende tot het neuston in de stalen niet genoteerd.

Deze gegevens hebben betrekking op het eerste halfjaar van de periode 1971-1974. Verklaring van de symbolen, cf. bladzijde 178.

1.4.- Kwantitatieve samenstelling van het visplankton

Het visplankton van de Belgische kust wordt bijna uitsluitend door soorten van de orde der Clupeiformes (eieren : 83 % , larven : 83 %) gedomineerd.

In 1972 werd voor de eieren van *Sprattus sprattus* (L.) een maximale densiteit van 110.000 exemplaren/1000 m³ genoteerd. Eieren van

Engraulis encrasicolus (L.) kwamen slechts zeer kortstondig (juni) in de stalen voor, doch bereikten in juni 1975 een maximale dichtheid van 100.000 eieren/1000 m³.

Als tweede belangrijkste groep dienen de eieren van *Solea solea* (L.) te worden vermeld (12 %).

De larven van *Solea solea* (L.) (4 %) waren evenwel geringer in aantal dan de larven van *Pomatoschistus minutus* Pallas (zeegrondel) (27 %).

Evenmin te verwaarlozen waren de eieren van *Onos* sp. (3 %) en de larven van *Ammodytes lancea* Cuvier (2 %). Hun maximale aantallen schommelden steeds rond 1000 - 2000 exemplaren/1000 m³.

De overige soorten waren, kwantitatief bekeken, omzeggens te verwaarlozen.

De associatie tussen de visplanktonspectra op de voornaamste staalnameplaatsen werd bepaald door middel van de Sørensen-associatie index [Sørensen (1948)] :

$$S = \frac{2C}{A + B}$$

waarbij A is het aantal species in staalnamegebied a, B het aantal species in staalnamegebied b, C het aantal gemeenschappelijke species in de staalnamegebieden a en b.

Uit tabel 2 blijkt duidelijk dat de associatie-index aan grote schommelingen (0,50 - 0,89) onderhevig is.

Op één enkele uitzondering na zijn de associatie-indexen van de eierfractie hoger dan deze van de larvenfractie. Dit is het gevolg van een geringer aantal soorten eieren dan larven.

De diversiteit, die in verband staat met het aantal soorten en de verdeling van het aantal individuen over deze soorten, werd berekend aan de hand van Shannon-Wiener index [Lloyd en Ghelardi (1964)] (tabel 3) :

$$H = - \sum_{i=1}^S \frac{n_i}{N} \ln \frac{n_i}{N}$$

Tabel 2

Waarden van Sprengens-associatie-index voor viseieren en -larven in vijf belangrijke staalnamegebieden in de periode 1973

EIEREN	Westdiep	Vlakte van de Raan	Thornton bank	Oostelijke kuststations	Westelijke kuststations
Westdiep		0,82	0,89	0,67	0,82
Vlakte van de Raan			0,80	0,66	0,86
Thorntonbank				0,77	0,80
Oostelijke kuststations					0,83
Westelijke kuststations					
LARVEN	Westdiep	Vlakte van de Raan	Thornton bank	Oostelijke kuststations	Westelijke kuststations
Westdiep		0,63	0,50	0,57	0,80
Vlakte van de Raan			0,50	0,57	0,53
Thorntonbank				0,80	0,55
Oostelijke kuststations					0,62
Westelijke kuststations					

Tabel 3

Waarden van de Shannon-Wiener index voor viseieren en -larven in vijf belangrijke staalnamegebieden voor de periode 1973-1974

	1973				1974			
	N	Eieren	N	Larven	N	Eieren	N	Larven
Westdiep	7	1,039	4	0,957	7	2,374	6	1,276
Vlakte van de Raan	4	0,139	5	0,705	4	0,743	4	1,046
Thorntonbank	5	0,212	4	0,525	5	0,394	5	1,068
Oostelijke kuststations	5	0,493	6	0,813	5	0,921	3	0,807
Westelijke kuststations	7	0,787	7	0,769	8	1,215	8	0,966

N : gemiddeld aantal soorten viseieren of vislarven

waarbij S is het aantal soorten, n_i het aantal individuen van soort i en N het totaal aantal individuen.

De dominantiediversiteit, d.i. de maat van gelijkwaardige verdeling van de soorten in het staal, werd berekend door middel van Simpson's dominantie index [Simpson (1949)] (tabel 4) :

$$e = \sum_{i=1}^S \left(\frac{n_i}{N}\right)^2$$

waarbij S is het aantal soorten, n_i het aantal individuen van soort i en N het totaal aantal individuen.

Tabel 4

Waarden van de Simpson-dominantie index voor viseieren en -larven in vijf belangrijke staalnamegebieden voor de periode 1973-1974

	1973		1974	
	Eieren	Larven	Eieren	Larven
Westdiep	0,459	0,556	0,304	0,368
Vlakte van de Raan	0,957	0,702	0,594	0,428
Thorntonbank	0,993	0,764	0,852	0,427
Oostelijke kuststations	0,764	0,540	0,529	0,473
Westelijke kuststations	0,604	0,582	0,327	0,448

Aan de hand van tabellen 3 en 4 kunnen de volgende konklusies worden getrokken :

- De diversiteitsindexen lagen hoger in de periode 1974 dan in de periode 1973. Dit is hoofdzakelijk het gevolg van een hogere dominantie van de eieren (> 60 %) en larven (> 72 %) van de orde der *Clupeiformes* in de periode 1973.

De hogere diversiteitsindex van larven in de oostelijke kuststreek in de periode 1973 ten opzichte van de periode 1974, werd evenwel veroorzaakt door een relatieve toename van het aantal larven van *Pomatoschistus minutus* Pallas in 1974.

- Op enkele uitzonderingen na zijn de waarden van de dominantieindexen steeds hoger voor eieren dan voor larven; dit is het gevolg van een grote dominantie van de eieren van *Sprattus sprattus* (L.).

- De hogere diversiteitsindexen van eieren in het Westdiep in de periode 1973-1974 in vergelijking tot deze van de respectievelijke larvenfractie dient te worden toegeschreven aan een hogere dominantie van de larven van de orde der Clupeiformes enerzijds en een hoger aantal soorten eieren dan larven anderzijds.

Eenzelfde verschijnsel deed zich eveneens voor in de westelijk gelegen kuststations (figuur 1).

- In vergelijking tot andere gebieden werden het Westdiep en de westelijk gelegen kustzone gekarakteriseerd door een stelselmatig hoge diversiteits-index enerzijds en een lage dominantie-index anderzijds. In beide gebieden worden tevens het grootste aantal soorten gevonden.

1.5.- Chronologische en chorologische distributie van eieren en larven van de dominante species

1.5.1.- Clupeiformes

Clupeidae - *Sprattus sprattus* (sprot)

Het paaien van *Sprattus sprattus* (L.) geschiedde in het eerste halfjaar met een duidelijke piek in de maanden april-mei.

In de periode 1972-1974 kon een geleidelijke daling van het aantal eieren worden waargenomen. In 1975 werd evenwel een stijging van het aantal genoteerd (figuur 2).

De hoogste ei-densiteiten werden voornamelijk in de nabijheid van de kust en meer bepaald in de strook tussen de Belgisch-Franse grens en Oostende genoteerd.

Gedurende de topmaanden was het aantal eieren van *Sprattus sprattus* (L.) in de Vlakte van de Raan en de Thornton niet onaanzienlijk (fig. 8).

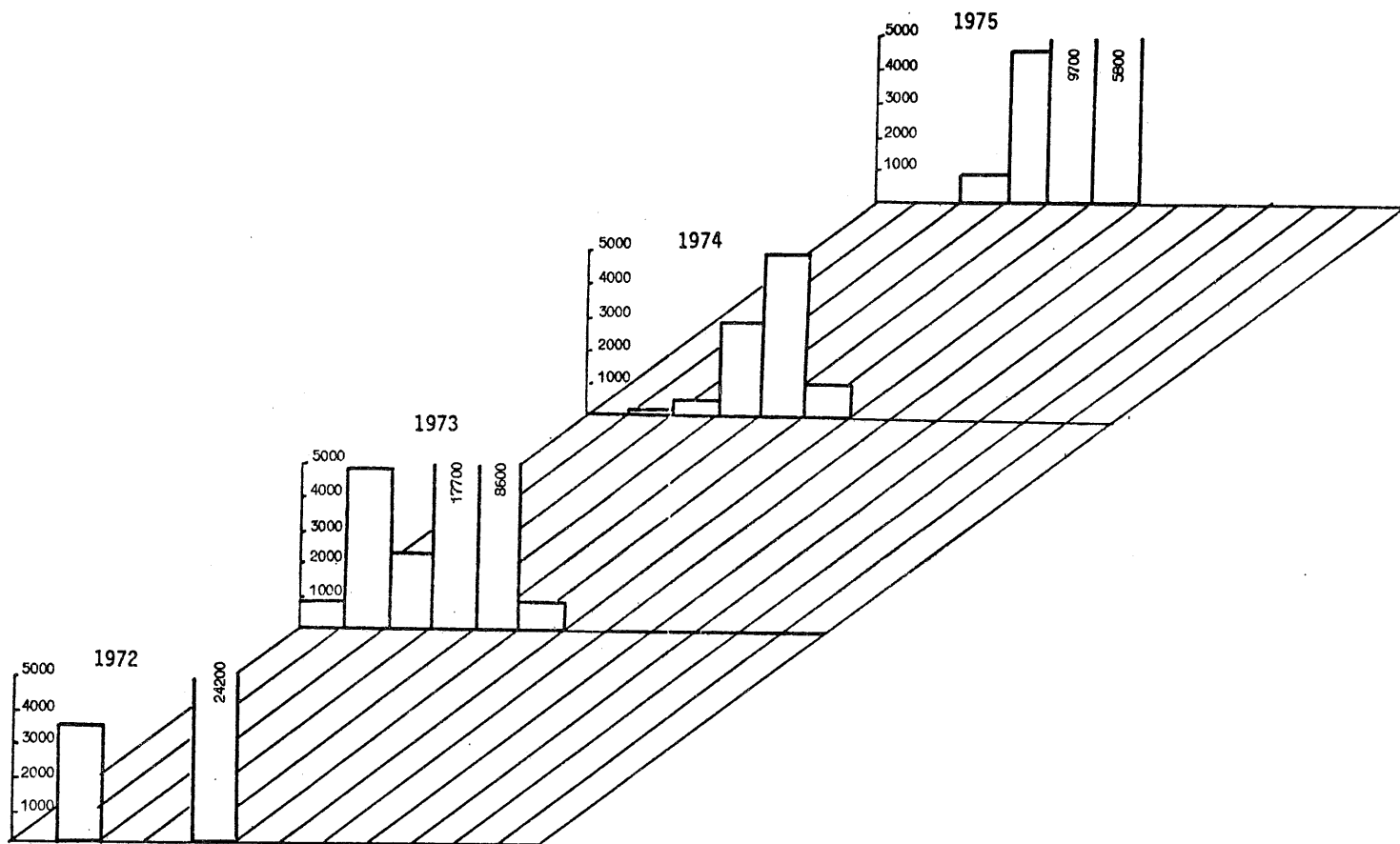


fig. 2.

Chronologische distributie van sprateieren - *Sprattus sprattus* (L.) - in de periode 1972-1975
Resultaten uitgedrukt in gemiddelde aantallen per station en per 1000 m³

Engraulidae - *Engraulis encrasicolus* (L.) (ansjovis)

In tegenstelling tot *Sprattus sprattus* (L.) verhoogde het aantal eieren van *Engraulis encrasicolus* (L.) van 1972 tot 1975 stelselmatig. De paaiperiode vertoonde een uitgesproken top in de maand juni (fig. 3).

Bovendien werden de eieren van *Engraulis encrasicolus* (L.) zeer tijdelijk en bijna uitsluitend in de nabijheid van de kust aangetroffen (fig. 9).

Bij de aanvang en het einde van de paaiperiode concentreerden de *Clupeiforme* larven zich praktisch uitsluitend in het westelijk deel van

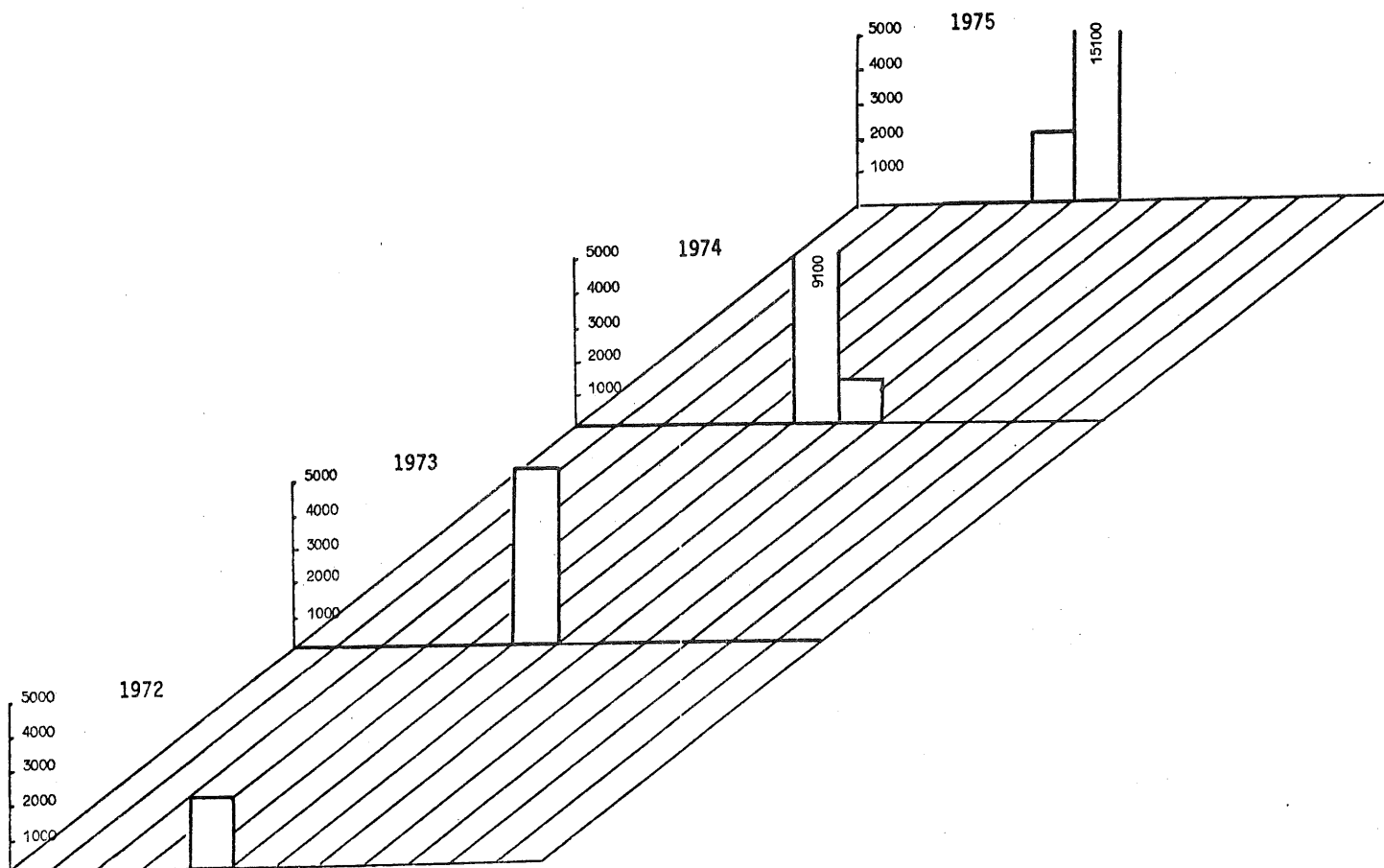


fig. 3.

Idem voor ansjoviseieren - Engraulis encrasicolus (L)

de kust. Gedurende de topmaanden werd het verdelingspatroon evenwel homogener en werden tevens hoge densiteiten in het oostelijk deel gencoteerd (figuren 4 en 10).

1.5.2. - Gobiidae

Pomatoschistus minutus Pallas (zeegrondel)

Aangezien de eieren van *Pomatoschistus minutus* Pallas onder de ledige schelpen van Lamellibranchia worden afgezet, en dan ook tot de groep van de ostracofielen behoren, werden geen eieren in de planktonstalen aangetroffen.

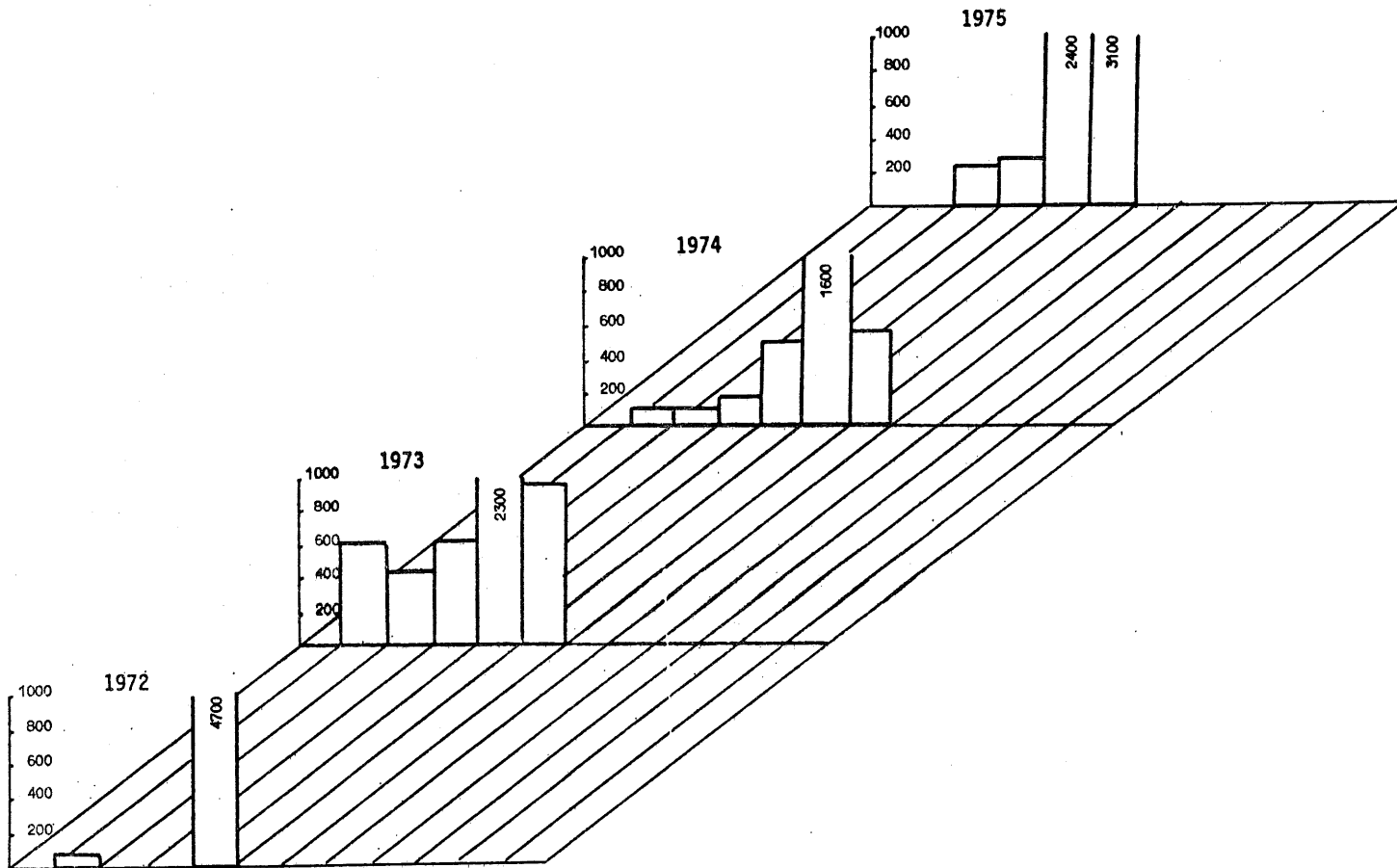


fig. 4.
Idem voor Clupeiforme larven

De larven daarentegen werden in groten getale in het eerste halfjaar gevonden, met een maximum in de maanden juni-juli.

In de periode 1972-1974 kon een stijgend verloop worden waargenomen. In 1975 waren deze hoge densiteiten evenwel verdwenen (fig. 5).

Spijts een tamelijk homogeen verdelingspatroon bleken de larven een voorkeur voor de kustzone te vertonen (figuur 11).

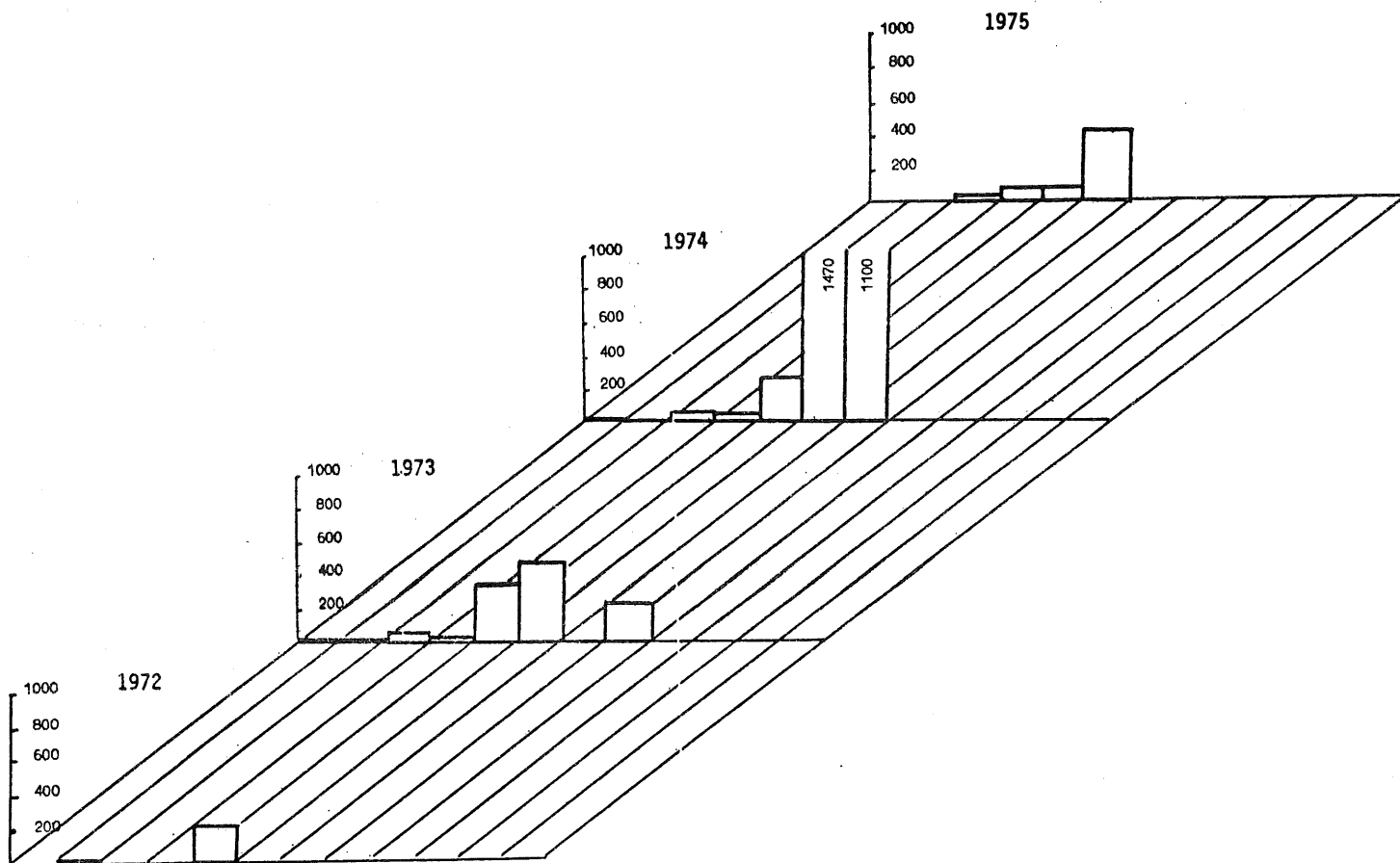


fig. 5.

Idem voor zeegronde larven - Pomatoschistus minutus Pallas

1.5.3.- Soleidae

Solea solea (L.) (tong)

Het paaien van *Solea solea* (L.) geschiedde in de periode maart-mei met een maximum in april.

In de periode 1972-1974 verliep de frekwentiekurve van de eieren in stijgende lijn. In 1975 bedroegen de eidensiteiten echter nog slechts 20 % van de waarden in 1974 geregistreerd (figuur 6).

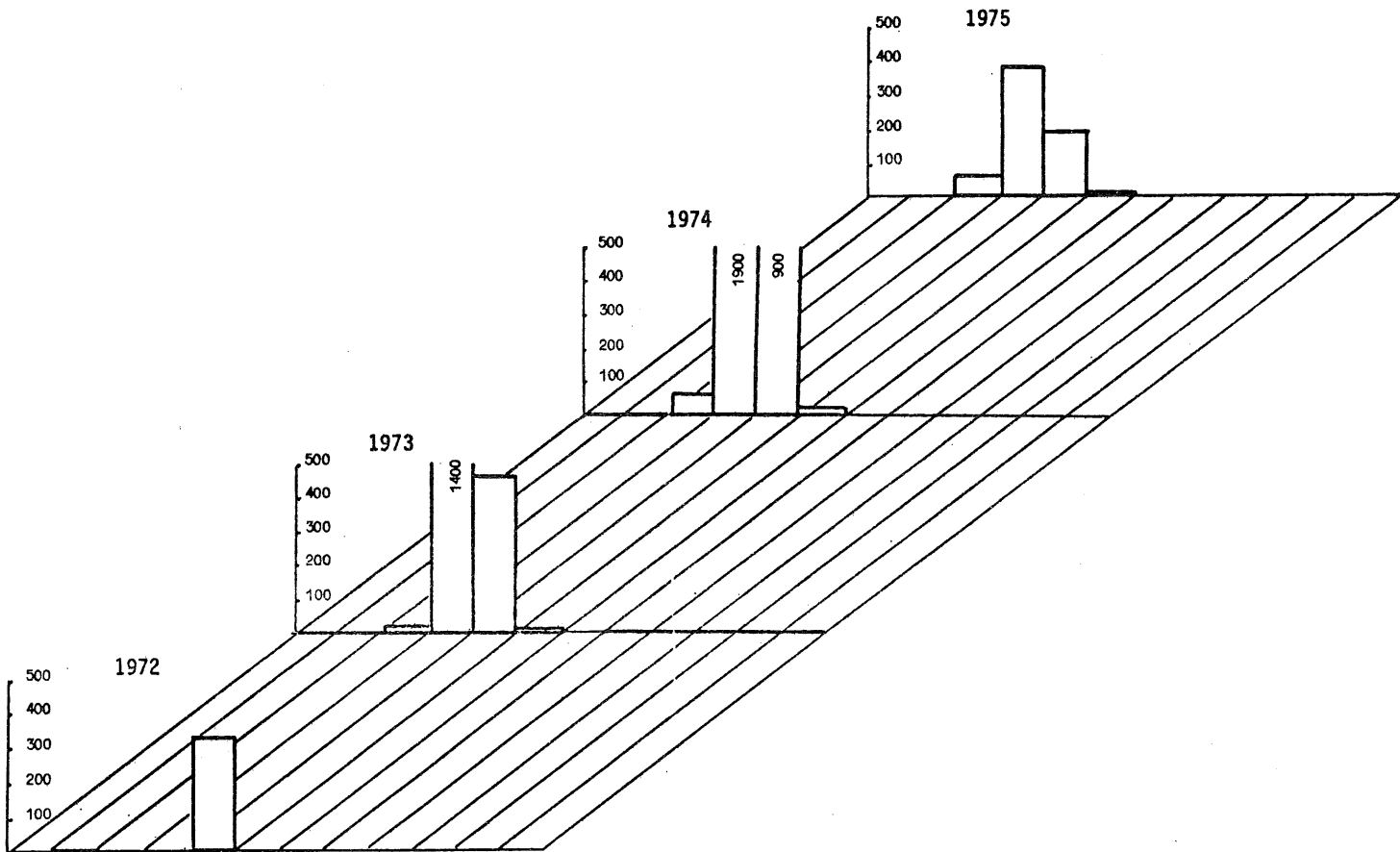


fig. 6.

Idem voor tongeieren - Solea solea (L)

Dit verloop was omzeggens helemaal verdwenen in de frekwentiekurven van de larven (figuur 7).

Opvallend was het bijna exclusief voorkomen van eieren en larven in het westelijk deel van de kuststrook en meer bepaald in de nabijheid van de Belgisch-Franse grens (figuren 12 en 13).

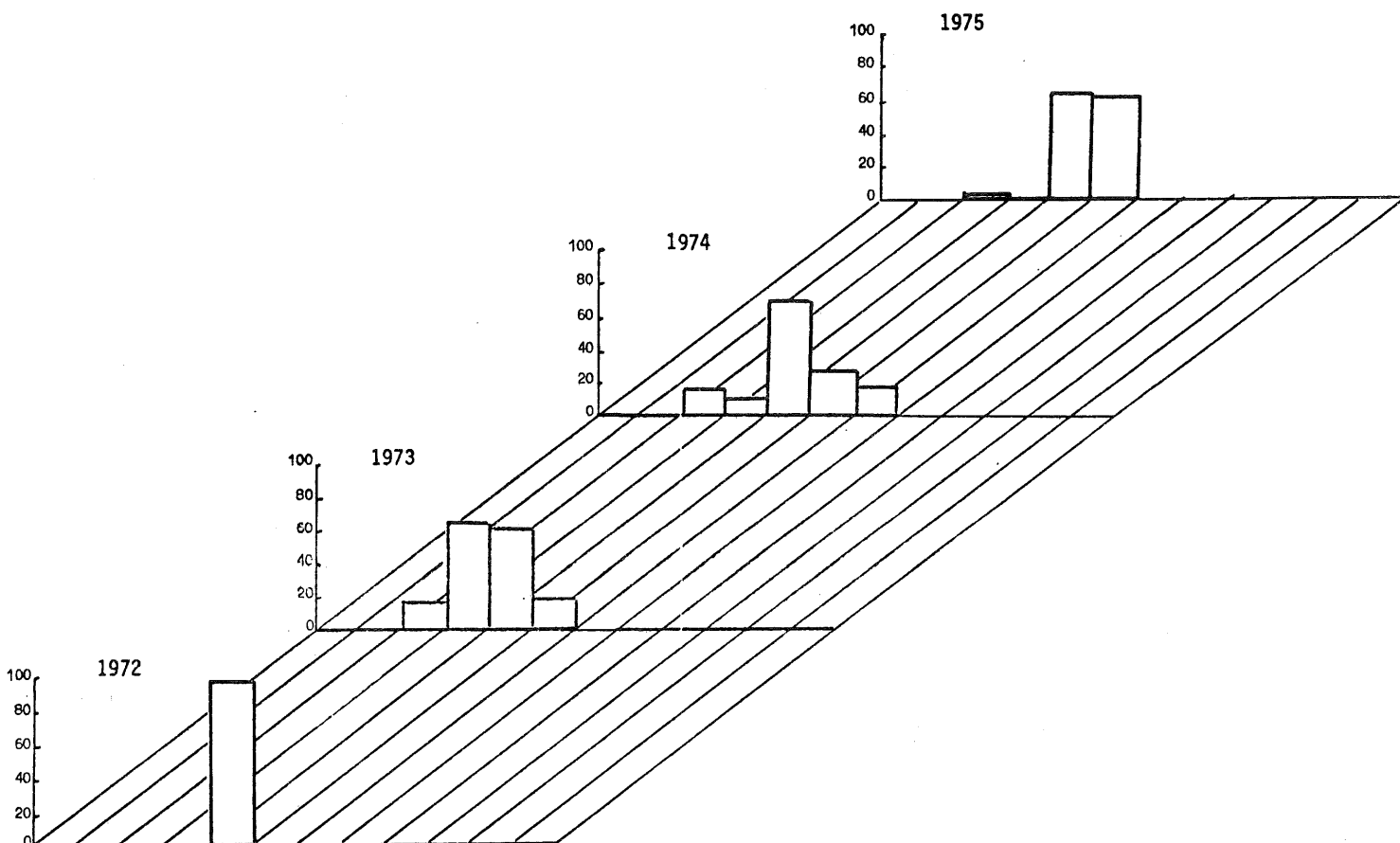


fig. 7.

Idem voor tonglarven - Solea solea (L)

1.6.- Besluit

De planktonstaalname langsheen de Belgische kust in de periode 1972-1975 heeft de aanwezigheid van 19 verschillende viseieren en of -larven aangetoond.

Eieren en larven behorende tot de orde van de *Clupeiformes* domineerden in ruime mate de planktonstalen. Deze dominantie was meer uitgesproken bij de eierfraktie dan bij de larvenfraktie. Dit resulteerde dan ook meestal in een lagere diversiteitsindex bij de eierfraktie.

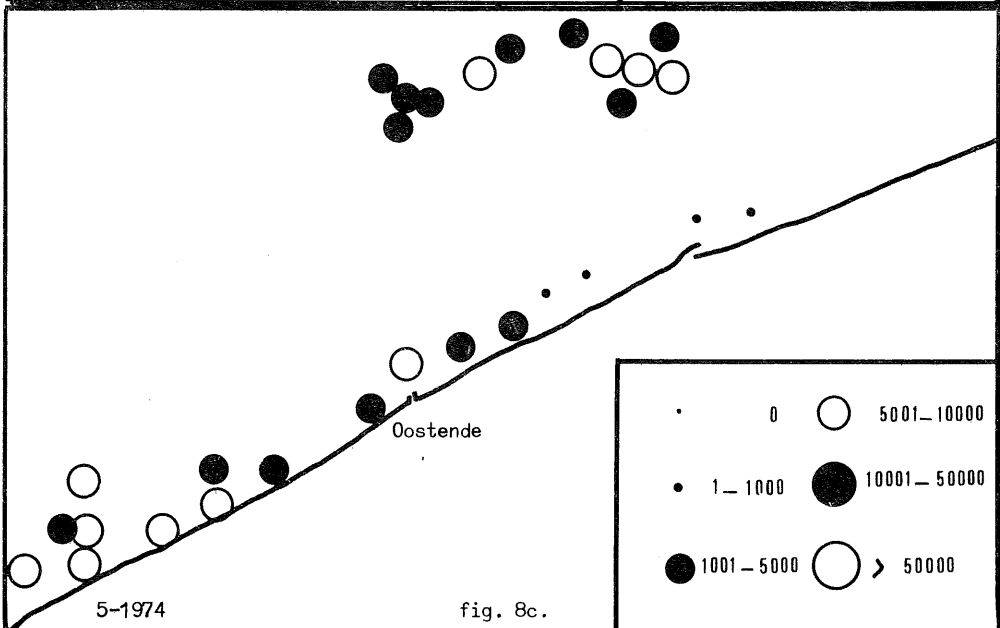
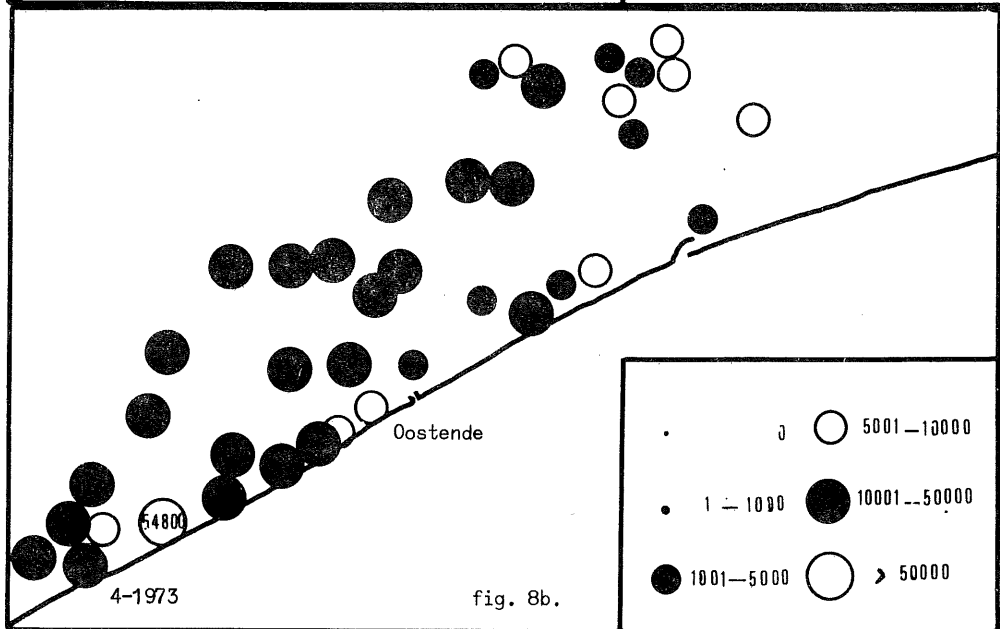
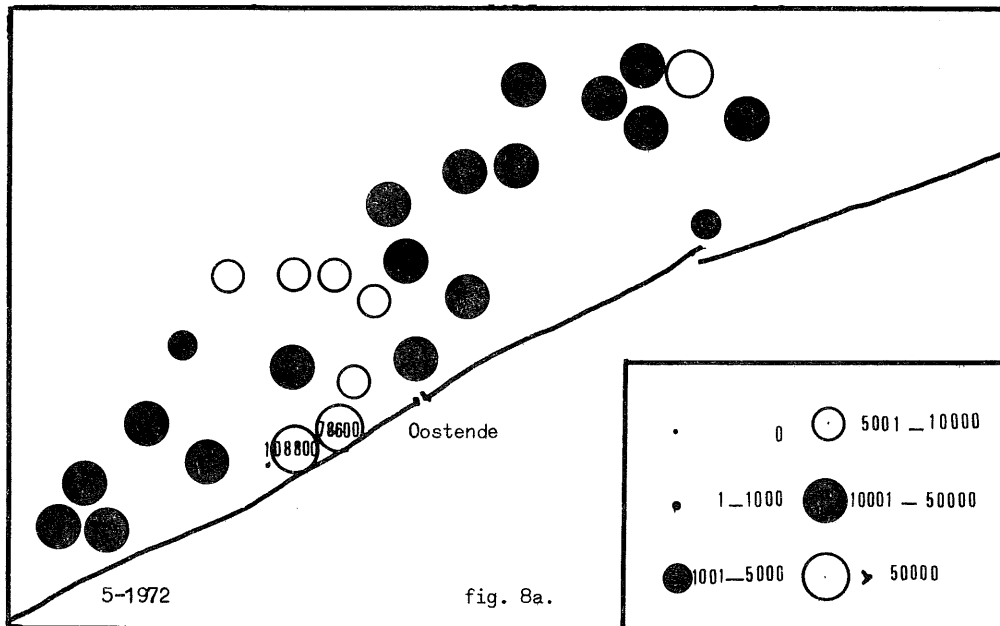
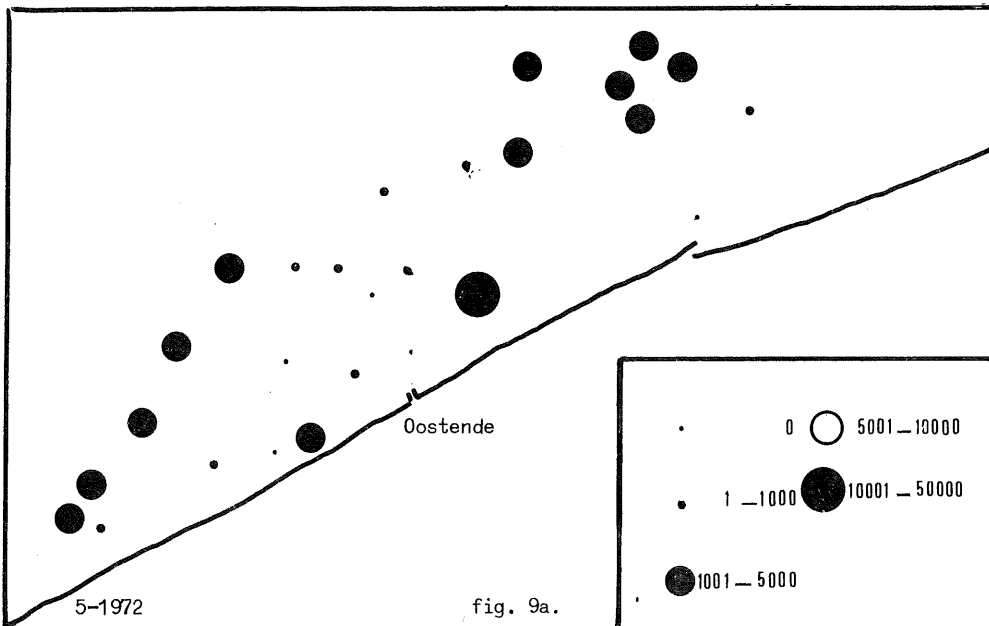
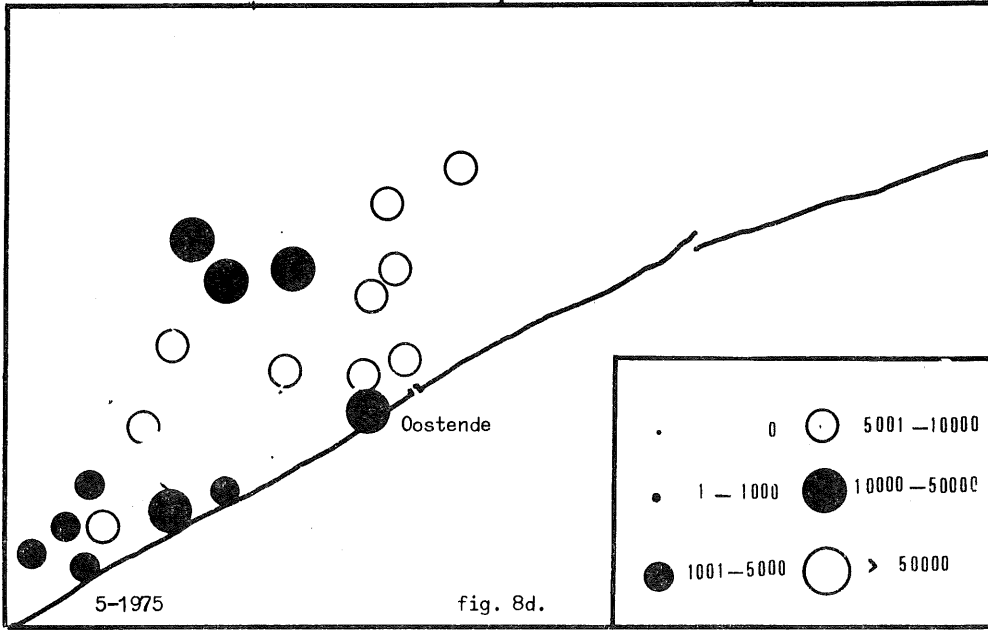


fig. 8.
Ruimtelijke distributie van sprotteieren - Sprattus sprattus (L) - in de periode 1972-1973



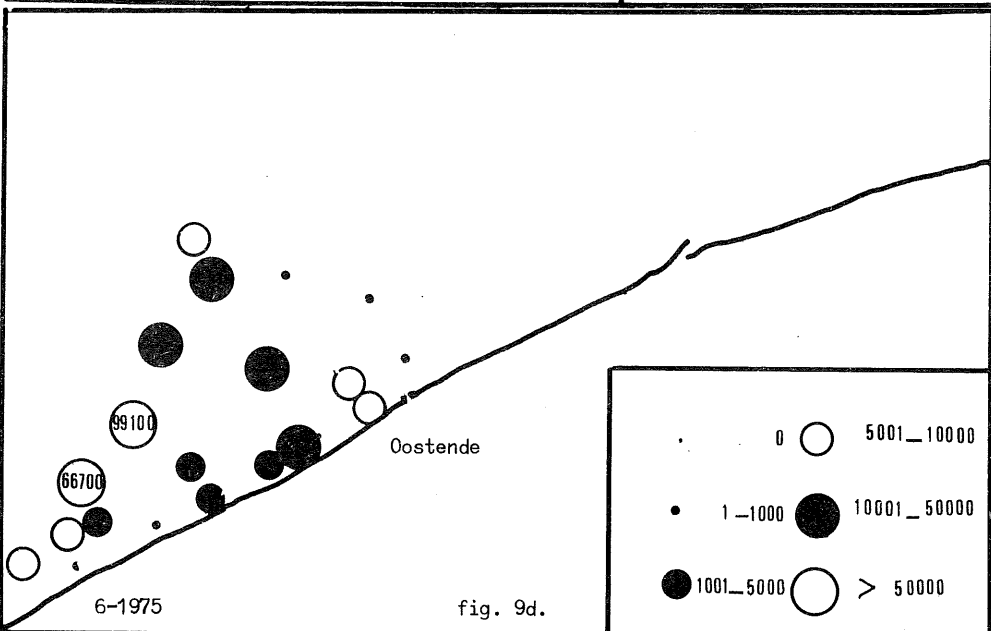
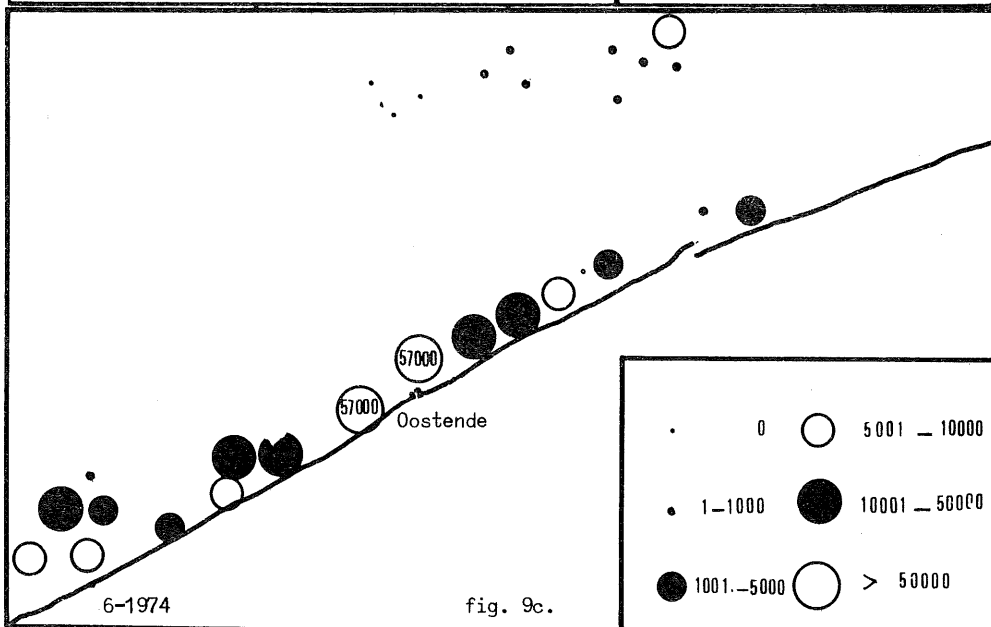
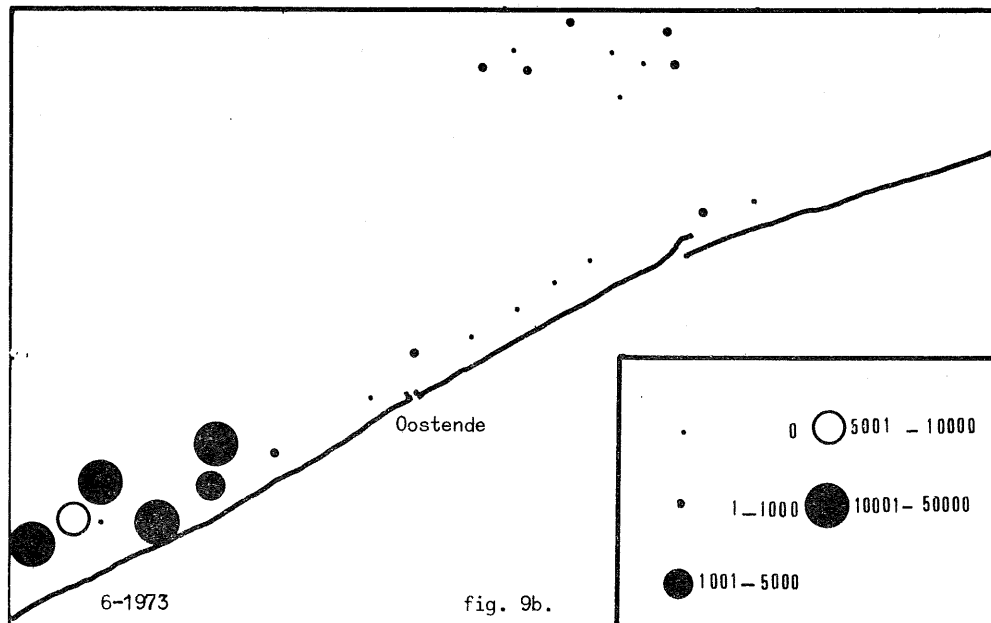


fig. 9.
Idem voor ansjoviseieren - Engraulis encrasicolus (L)

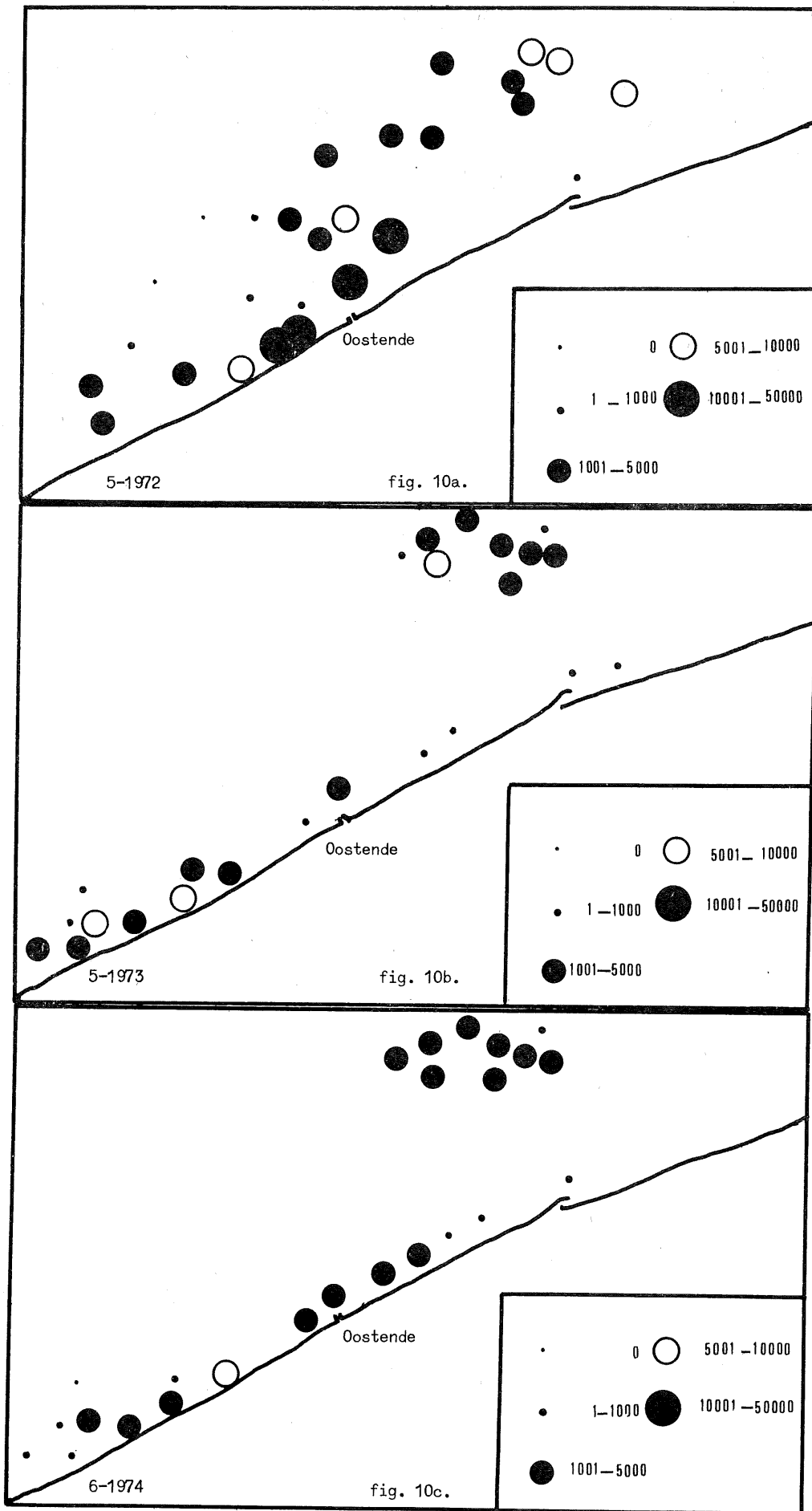
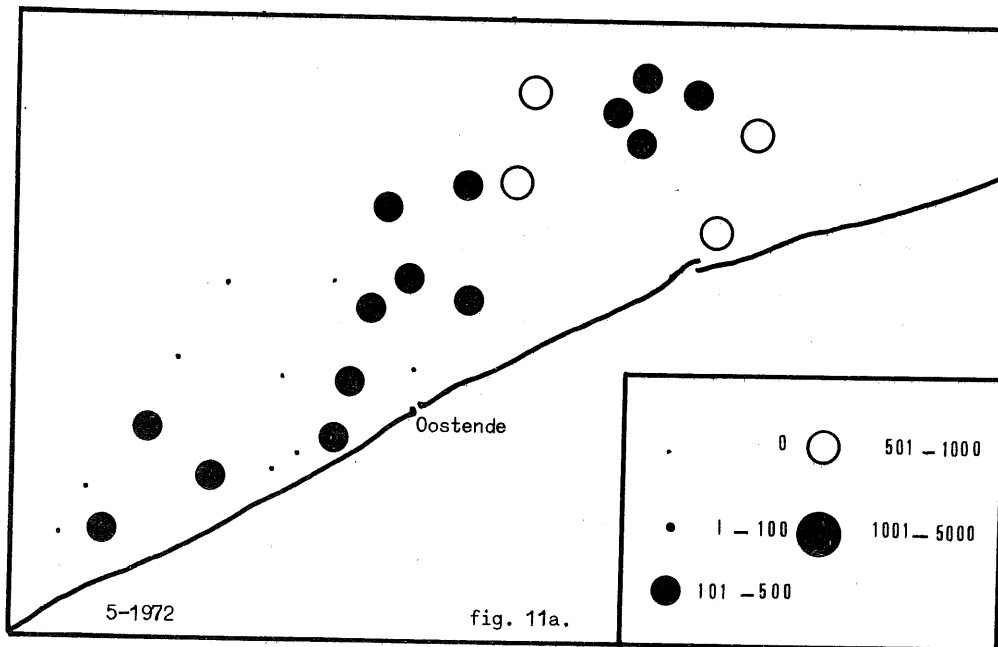
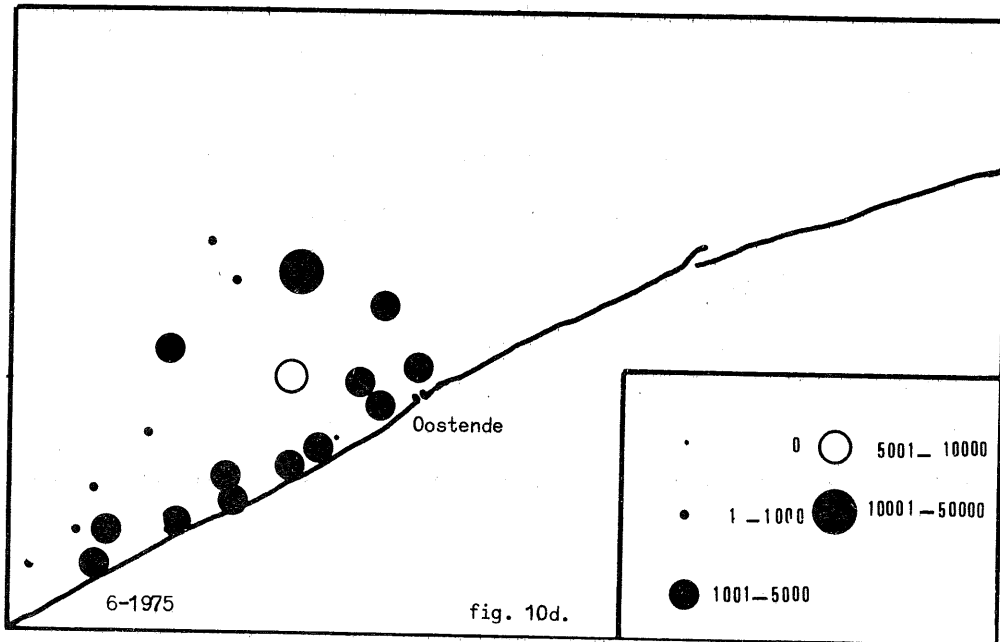


fig. 10.
 Idem voor Clupeiforme larven



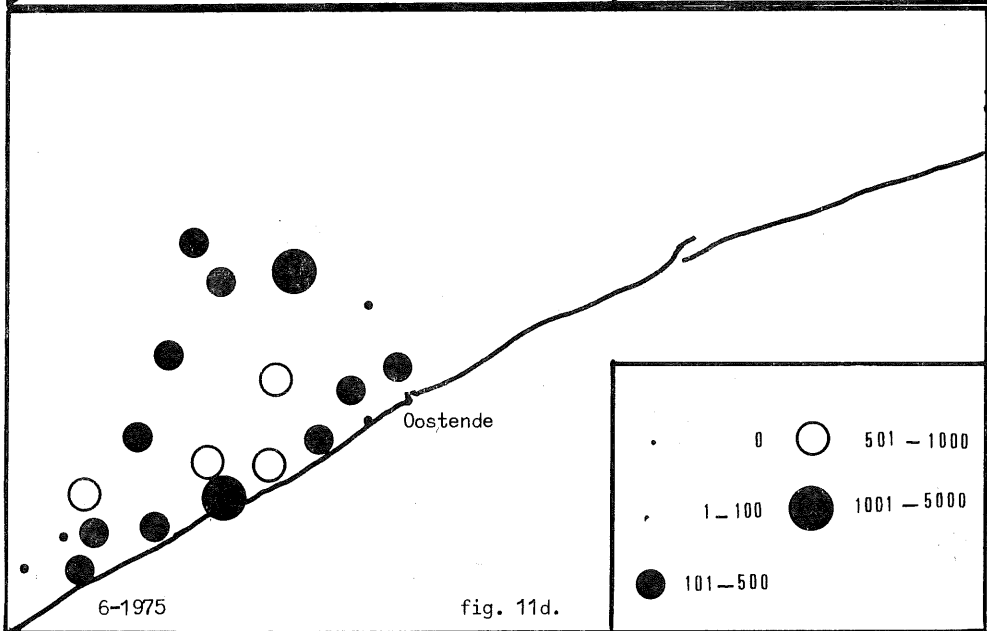
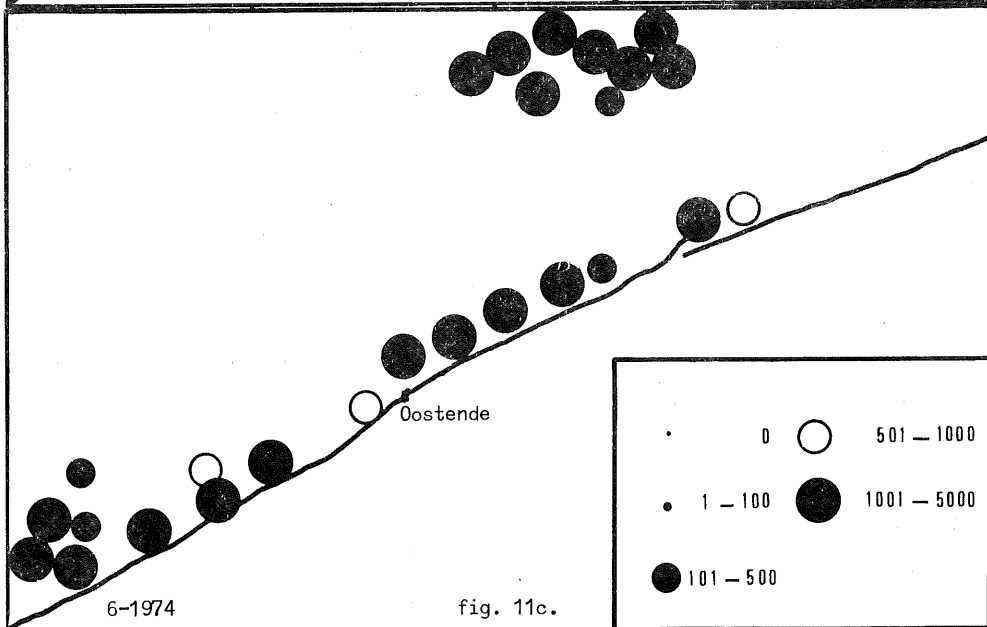
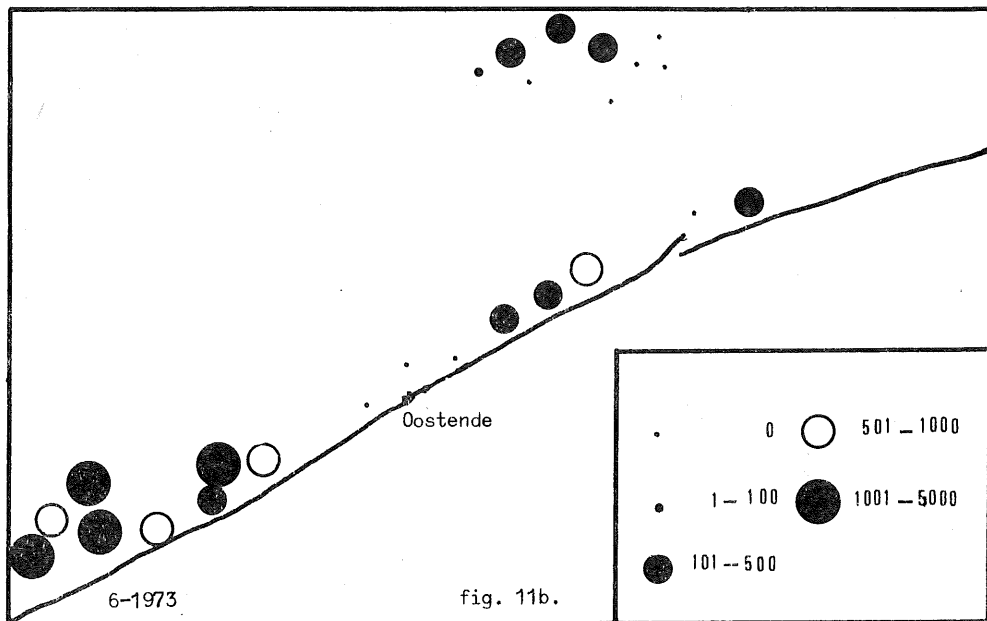


fig. 11.

Idem voor zeegrondlarven - Pomatoschistus minutus Pallas

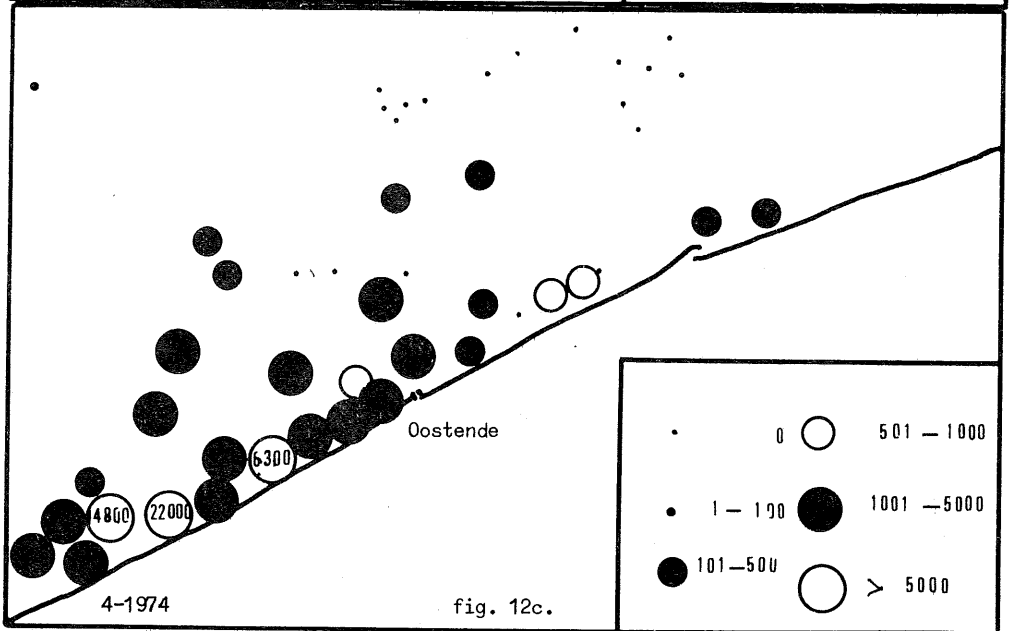
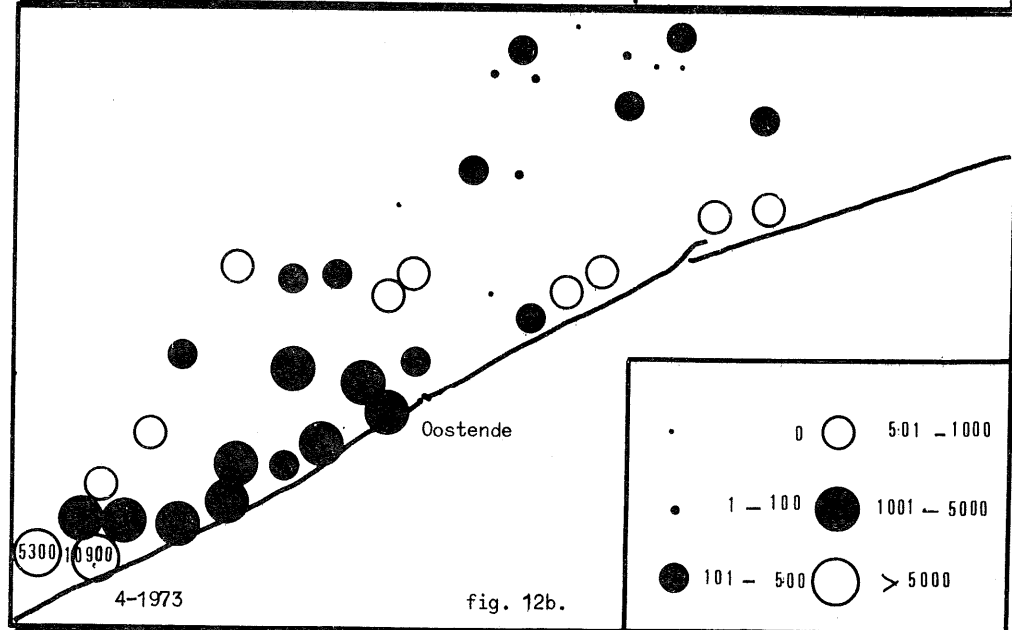
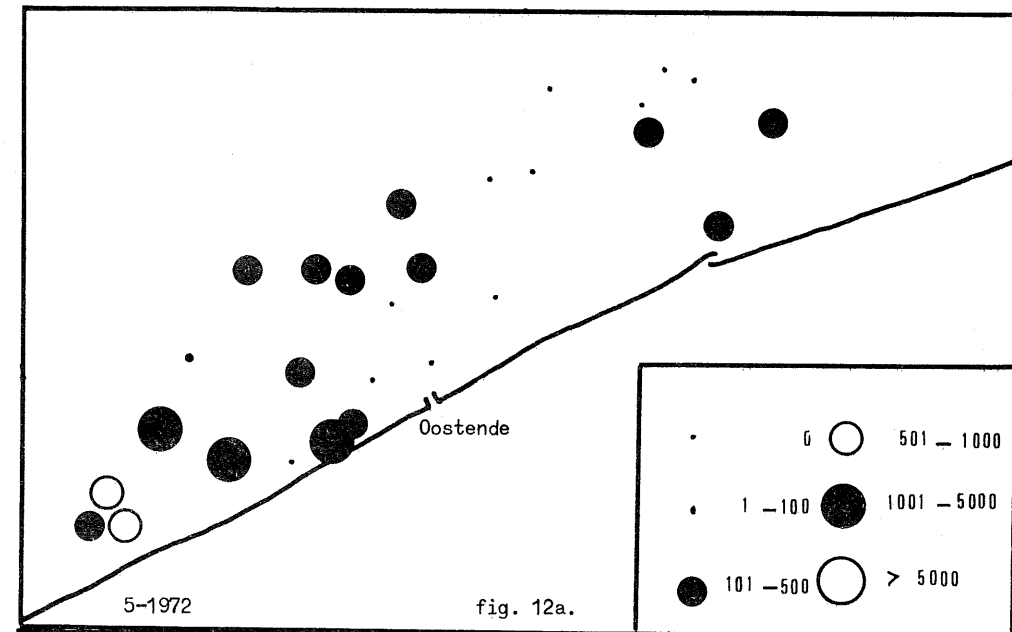
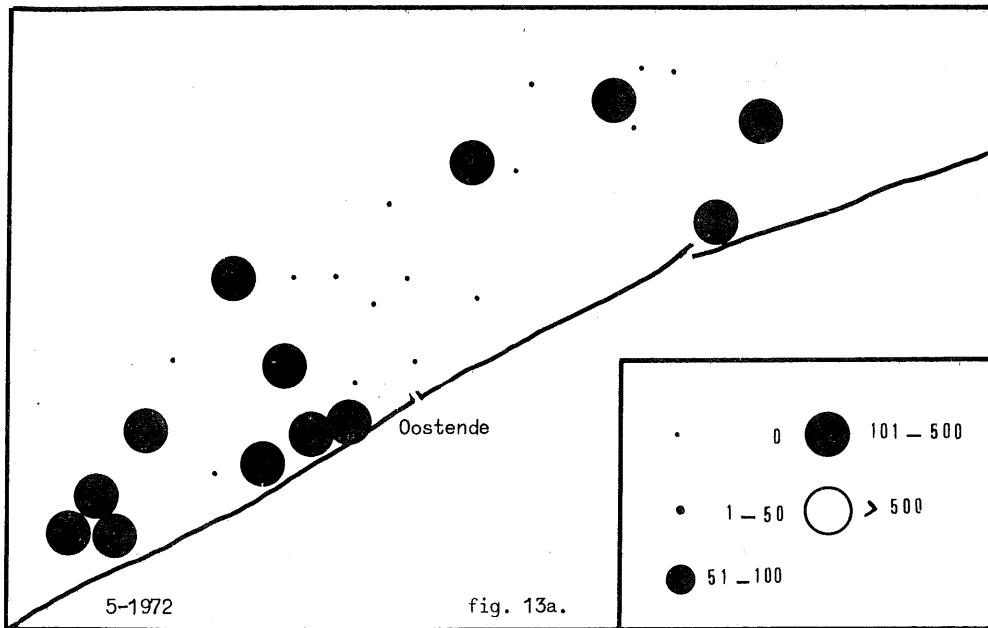
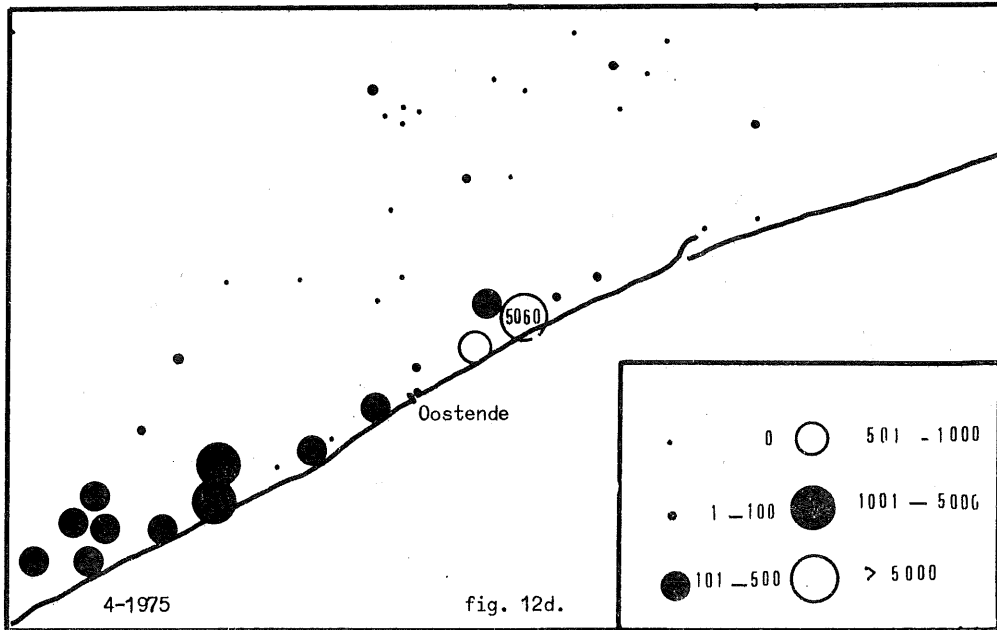


fig. 12.
Idem voor tongeieren - Solea solea (L)



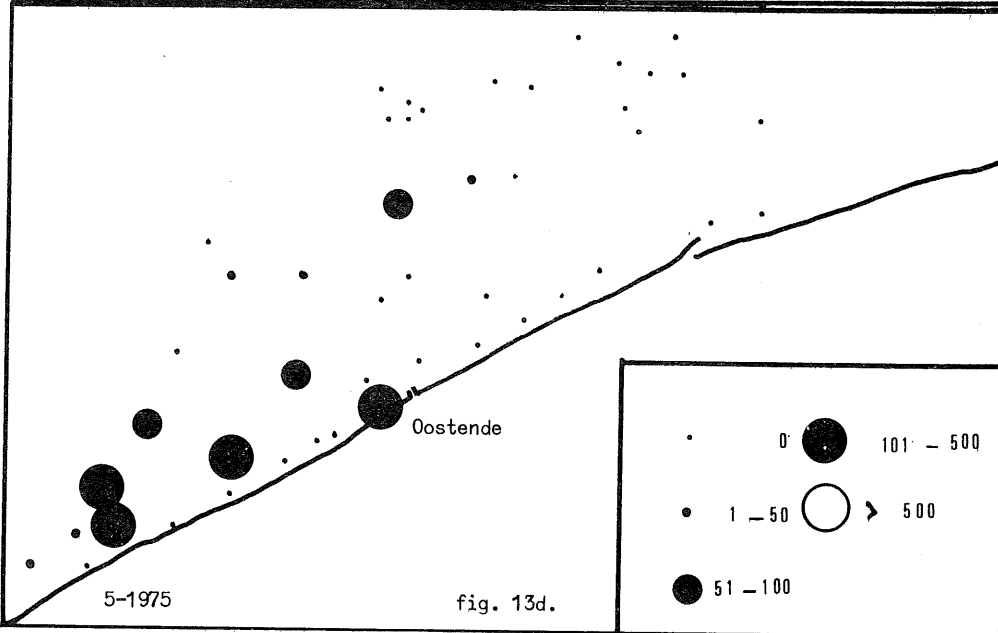
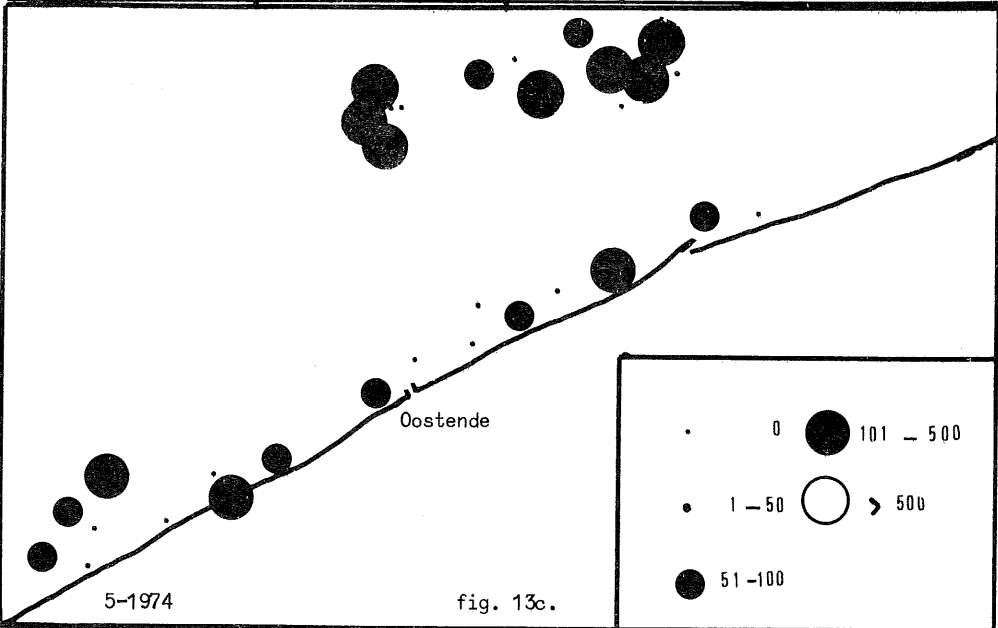
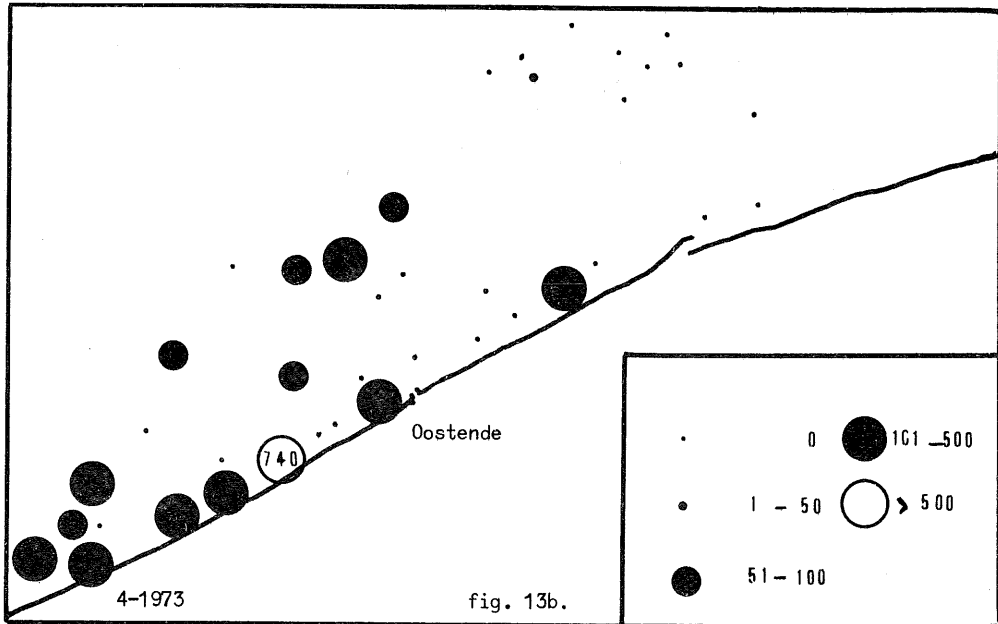


fig. 13.
 Idem voor tonglarven - Solea solea (L)

Eieren van *Solea solea* (L) bekleedden in de stalen de tweede plaats.

Larven van *Pomatoschistus minutus* Pallas werden in aanzienlijke hoeveelheden in de stalen teruggevonden.

Evenmin onbelangrijk waren de eieren van *Onos* sp en de larven van *Solea solea* (L) en *Ammodytes lancea* Cuvier.

De overige soorten kwamen meestal in kleine hoeveelheden voor, zodat geen besluiten aangaande hun ruimtelijke en chronologische distributie konden worden getrokken.

Opvallend was eveneens de grotere diversiteit van het westelijk kustgebied. Een grotere soortenrijkdom en een veelal geringere dominantie vanwege de *Clupeiformes* lagen aan de basis van dit verschijnsel.

2.- Pre- en postrekruteringsfase

2.1.- Inleiding

De meeste adulte visstocks die in het gebied van het Math. Model voorkomen, kunnen als een van de eindschakels van de voedselketen in zee worden beschouwd. De jaarlijkse vangsten, onder de vorm van commerciële aanvoer door de visserij, hebben niet alleen een economisch belang voor het bedrijfsleven, maar vormen ook een niet onaanzienlijk consumptiegoed. Anderzijds zijn uit wetenschappelijk oogpunt de vispopulaties waardemeters omtrent de primaire en sekundaire voedselreserves. De fluctuaties die zich regelmatig in de stockbiomassa's voordoen, en die onafhankelijk blijken van wijzigingen in de visserijinspanning, zijn immers steeds in verband te brengen met onderlinge predatie en competitie om het beschikbaar voedsel.

In onderhavige bijdrage zullen van de visstocks achtereenvolgens verschillende punten worden behandeld, nl. de kwantitatieve samenstelling, de chronologische en chorologische distributies van de dominante species en de evolutie.

2.2.- Methodiek

2.2.1.- Kwantitatieve samenstelling

2.2.1.1.- Gebied kustzee

De resultaten van de zesmaandelijke bestandsopnamen over de periode 1971-1974 werden als representatief aan zien voor het bepalen van de dichtheid van de ondermaatse visstand in de kustwateren De Clerck en Cloet (1971a,b, 1972, 1973); De Clerck, Cloet en Redant (1973, 1974a,b, 1975) .

De verwerking van de gegevens bestond in het omzetten van de jaarlijkse gemiddelde dichtheid (uitgedrukt in aantallen per 1000 m²) in jaarlijkse biomassa door middel van het jaarlijks gemiddeld gewicht per leeftijdsklasse. Voor *Limanda limanda* (schar), *Solea solea* (tong) en *Trisopterus luscus* (steenbol), die paaien in de periode april-mei, werden de resultaten van de voorjaarsbestandsopname als representatief beschouwd voor $\frac{4}{12}$ van de jaarlijkse dichtheid van de leeftijdsklassen en de resultaten van de herfstbestandsopnamen als representatief voor $\frac{8}{12}$. Verder werd voor tong een conversiefactor 2 gebruikt bij de omrekening van waargenomen naar geschatte totale dichtheden [De Clerck en Hovart (1972)]. De dichtheid van de juveniele stock - bemonsterd op een oppervlakte van 1.250 km² - werd getransformeerd over de volledige 10 mijl zone van het gebied kustzee met een totale oppervlakte van 2.550 km² (figuur 14). Tenslotte werd er ook van uitgegaan dat de juveniele stock aanwezig in de 2.550 km² als de totaliteit van de juveniele stand in het volledige gebied kustzee mag worden beschouwd (tabel 5 en 6). De meeste van de 0- en 1-jarige beschouwde vissoorten komen immers in de 10 mijl zone voor [Anon (1975)] en de migraties zijn eerder beperkt. Bij de omzetting tot drooggewicht werd rekening gehouden met de onderscheidelijke droge stof gehalten per vissoort [Souci, Fachmann en Kraut (1969)].

Voor het bepalen van de biomassa van de volwassen stand van de bijzonderste species, nl. de demersale soorten als *Pleuronectes platessa*

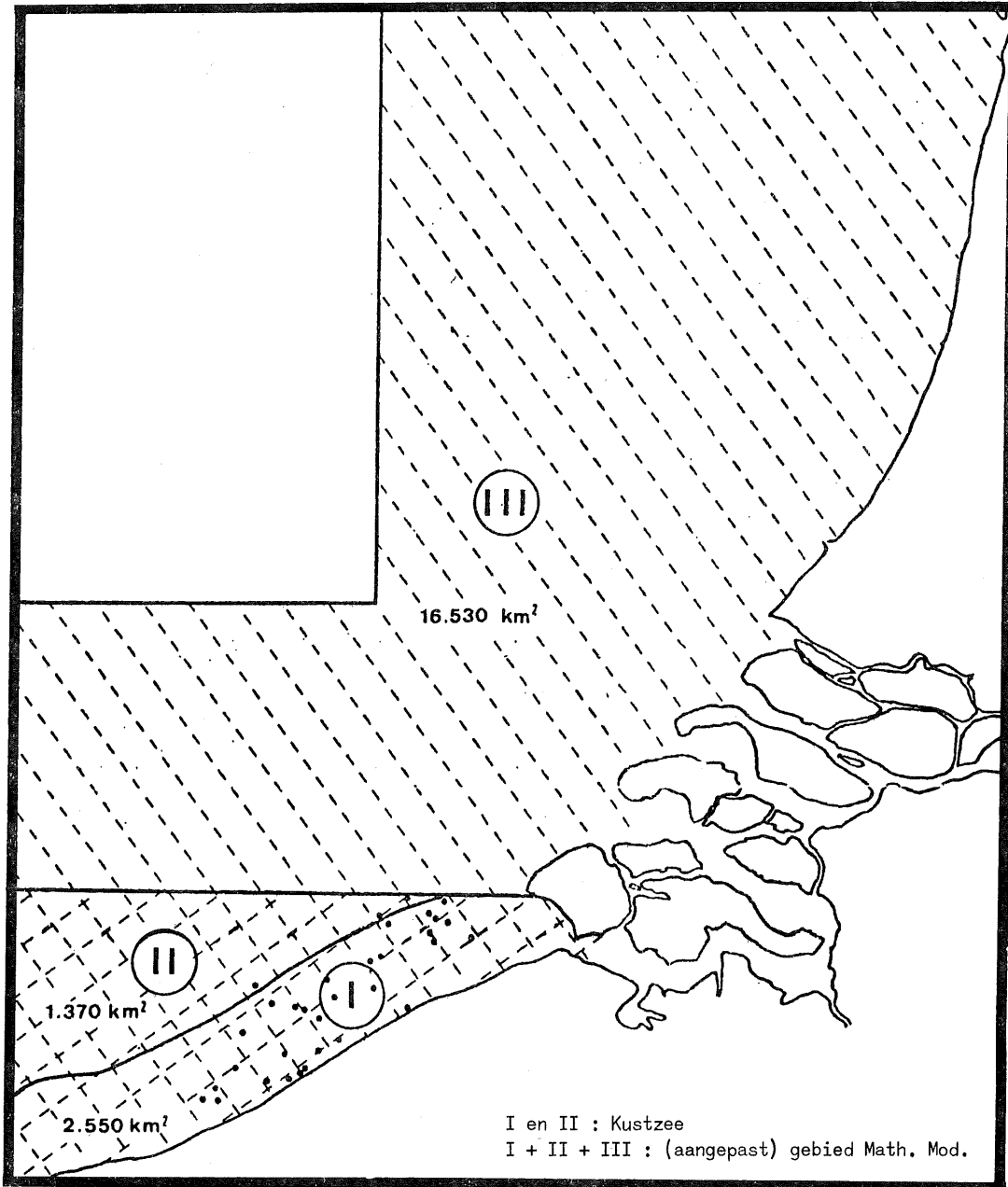


fig. 14.

De bestudeerde gebieden

Tabel 5

Dichtheid van de juveniele demersale visstocks in de kustwateren (1971-1974)

	Cm-klasse	Gemiddeld gewicht in gram	1971		1972		1973		1974	
			Aantal per 1.000 m ²	mg droge stof per m ²	Aantal per 1.000 m ²	mg droge stof per m ²	Aantal per 1.000 m ²	mg droge stof per m ²	Aantal per 1000 m ²	mg droge stof per m ²
<i>Pleuronectes platessa</i>	< 13	10	0,110	0,603	0,155	0,849	0,475	2,600	0,145	0,795
	13-19	80	0,080	3,507	0,170	7,453	0,125	6,576	0,170	7,453
	20-24	150	0,100	8,220	0,135	11,097	0,050	4,110	0,170	13,974
<i>Limanda limanda</i>	< 11	10	6,627	36,700	0,383	2,099	2,253	12,346	4,807	26,342
	11-14	25	0,060	0,822	0,063	0,866	0,020	0,274	0,067	0,921
	15-19	50	0,403	11,042	0,337	9,233	0,113	3,096	0,407	11,152
<i>Platichthys flesus</i>	< 13	10	0,004	0,022					0,005	0,027
	13-20	25	0,020	0,274	0,035	0,482			0,005	0,071
<i>Gadus morhua</i>	< 31	200	0,069	7,501	0,012	1,301	0,020	2,168	0,005	0,542
	31-40	350			0,010	1,897	0,035	6,540		
<i>Merlangus merlangus</i>	< 21	50	1,335	36,179	0,300	8,190	0,370	10,101	1,290	35,217
	21-29	130	0,215	15,149	0,305	21,649	0,320	22,714	0,485	34,425
<i>Solea solea</i>	< 13	10	30,014	129,660	1,586	6,852	8,000	34,560	8,000	34,560
	13-19	60			0,314	8,139	0,154	3,992	0,140	3,629
	20-23	130	0,026	1,160	0,086	4,830	0,060	3,370	0,034	1,909
<i>Triglidae</i>	< 25	30	0,450	7,371	0,070	1,147	0,190	3,112	0,035	0,573
<i>Trisopterus luscus</i>		25	1,757	23,986	0,133	1,818	0,933	12,738	1,030	14,060
Andere soorten				6,640		3,261		2,831		0,756
Totaal kweekgebied				289,136		91,163		131,228		186,406
Totaal gebied kustzee (in ton)				737		233		335		475

Tabel 6

Dichtheid van de juveniele pelagische visstocks in de kustwateren (1971-1974)

	Cm-klasse	Gemiddeld gewicht in gram	1971		1972		1973		1974	
			Aantal per 1.000 m ²	mg droge stof per m ²	Aantal per 1.000 m ²	mg droge stof per m ²	Aantal per 1.000 m ²	mg droge stof per m ²	Aantal per 1000 m ²	mg droge stof per m ²
<i>Sprattus sprattus</i>	< 10		4,965	14,997	5,120	15,462	3,660	11,053	3,985	11,675
<i>Clupea harengus</i>	< 15		0,350	3,171			0,800	7,248	0,440	3,986
<i>Trachurus trachurus</i>	< 15		2,080	6,228						
Totaal kweekgebied				24,450		15,462		18,301		15,661
Totaal gebied kustzee (in ton)				62		39		47		40

Tabel 7

Biomassa en output van de volwassen demersale visstand in het gebied kustzee
(levend gewicht en drooggewicht in ton)
(1971-1974)

	<i>Pleuronectes platesea</i> L.	<i>Solea solea</i> L.	<i>Gadus morhua</i>	<i>Merlangius merlangus</i> L.	<i>Melanogrammus aeglefinus</i>	Andere rondvissen	Rest demersale vissen	Totaal
Drooggewicht (%)	54,8	43,2	54,2	54,6	53,9	54,6	54,8	
1971								
Biomassa levend gewicht	5307	3244	22499	1750	83	259	4439	37581
Biomassa drooggewicht	2908	1401	12194	956	45	141	2433	20078
Output levend gewicht	1551	1137	8135	885	27	94	1295	13124
Output drooggewicht	850	491	4409	483	15	51	710	7009
1972								
Biomassa levend gewicht	4834	2703	19381	4218	49	368	4467	36020
Biomassa drooggewicht	2649	1168	10505	2303	26	201	2448	19300
Output levend gewicht	1607	916	8090	1416	14	154	1485	13682
Output drooggewicht	881	396	4385	773	8	84	814	7341
1973								
Biomassa levend gewicht	3033	1629	12932	5550	62	635	3854	27705
Biomassa drooggewicht	1662	704	7009	3036	33	347	2112	14903
Output levend gewicht	1239	639	4308	1827	19	212	1574	9818
Output drooggewicht	679	276	2335	998	10	126	863	5287
1974								
Biomassa levend gewicht	3922	1511	9151	5423	44	836	4392	25279
Biomassa drooggewicht	2149	653	4960	2961	24	456	2407	13610
Output levend gewicht	1688	586	2879	1792	9	263	1890	9107
Output drooggewicht	925	253	1660	978	5	144	1036	5001

(schol), *Solea solea*, *Gadus morrhua* (kabeljauw), *Merlangius merlangus* (wijting) en *Melanogrammus aeglefinus* (schelvis) en de pelagische soort *Clupea harengus* (haring) (tabel 7 en 8), werd de relatie vangst-biomassa voor de jaren 1971 tot en met 1974 berekend aan de hand van de internationale schattingen [Anon (1976a,b,c)]. De vangst voor de visvakken 102 en 103 werd berekend aan de hand van de aanvoercijfers van de Belgische data enerzijds [Anon (1972, 1973, 1974, 1975b)] en de Nederlandse data anderzijds (De Veen, pers. med.). De omzetting tot drooggewicht werd

Tabel 8

Biomassa en output van de volwassen pelagische visstand in het gebied kustzee (levend gewicht en drooggewicht in ton) (1971-1974)

	<i>Clupea harengus</i>	Andere pelagische vissen	Totaal
Droog gewicht (%)	60,4	60,4	
1971			
Biomassa levend gewicht	1582	541	2123
Biomassa drooggewicht	956	327	1283
Output levend gewicht	1356	463	1819
Output drooggewicht	819	280	1099
1972			
Biomassa levend gewicht	1705	311	2016
Biomassa drooggewicht	1030	188	1218
Output levend gewicht	1583	289	1872
Output drooggewicht	956	175	1131
1973			
Biomassa levend gewicht	2492	294	2786
Biomassa drooggewicht	1505	178	1683
Output levend gewicht	2302	271	2573
Output drooggewicht	1390	164	1554
1974			
Biomassa levend gewicht	777	154	931
Biomassa drooggewicht	469	93	562
Output levend gewicht	614	122	736
Output drooggewicht	371	74	445

Tabel 9
Drooggewicht, gram koolstof en gram koolstof per m² van de totale visstand in het gebied kustzee (1971-1974)

	1971			1972			1973			1974		
	Droog gewicht	Gram C	Gram C per m ²	Droog gewicht	Gram C	Gram C per m ²	Droog gewicht	Gram C	Gram C per m ²	Droog gewicht	Gram C	Gram C per m ²
1. Biomassa												
Adulte stock Demersaal	20078	4015,6	1,02	19300	3860,0	0,98	14903	2980,6	0,76	13610	2722,0	0,69
Pelagisch	1283	256,6	0,07	1218	243,6	0,06	1683	336,6	0,09	562	112,4	0,03
Juvenile stock demersaal	737	147,5	0,038	233	46,5	0,012	335	66,9	0,017	475	95,1	0,025
Pelagisch	62	12,4	0,003	39	7,8	0,002	47	9,3	0,002	40	8,0	0,002
TOTAAL			1,131			1,054			0,869			0,747
2. Output												
Demersaal	7009	1401,8	0,36	7341	1468,2	0,37	5287	1057,4	0,27	5001	1000,2	0,26
Pelagisch	1099	219,8	0,06	1131	226,2	0,06	1554	310,8	0,08	445	89	0,02
TOTAAL	8108	1621,6	0,42	8472	1694,4	0,43	6841	1368,2	0,35	5446	1089,2	0,28

uitgevoerd volgens de gehalten per vissoort [Souci, Fachmann en Kraust (1969)]. De resultaten werden vervolgens omgerekend per m^2 , uitgaand van de totale oppervlakte van het gebied, nl. $3.920 km^2$.

De eindresultaten die zowel de juveniele als de adulte stocks van de demersale en pelagische vissoorten omvatten, werden tenslotte in tabel 9 samengevat.

2.2.1.2.- Gebied Math. Model

Van het totale gebied van het Math. Model werden de commerciële vangsten over de periode 1971-1974 voor *Pleuronectes platessa*, *Solea solea*, *Gadus morrhua* en *Merlangius merlangus* omgezet tot aantallen per leeftijdsklassen aan de hand van Belgische en Nederlandse gegevens van

Tabel 10a

Gemiddeld gewicht en visserijsterfte-graden per leeftijdsklassen en per geslacht van Solea solea (1971-1974)

Ouderdom	<i>Solea solea</i> ♂					<i>Solea solea</i> ♀				
	\bar{w} (kg)	F ₁₉₇₁	F ₁₉₇₂	F ₁₉₇₃	F ₁₉₇₄	\bar{w} (kg)	F ₁₉₇₁	F ₁₉₇₂	F ₁₉₇₃	F ₁₉₇₄
2	0,039	0,33	0,22	0,18	0,33	0,062	0,30	0,35	0,23	0,32
3	0,146	0,57	0,85	0,70	0,91	0,199	0,56	0,70	0,62	0,69
4	0,231	0,59	0,65	0,65	0,89	0,316	0,57	0,56	0,69	0,73
5	0,283	0,43	0,41	0,48	0,61	0,425	0,38	0,50	0,80	0,51
6	0,316	0,18	0,32	0,30	0,89	0,507	0,30	0,30	0,36	0,59
7	0,339	0,26	0,08	0,14	0,32	0,566	0,24	0,21	0,42	0,25
8	0,361	0,16	0,24	0,18	0,22	0,605	0,20	0,20	0,71	0,17
9	0,377	0,38	0,18	0,51	0,16	0,639	0,13	0,19	0,36	0,64
10	0,387	0,09	0,52	0,13	0,30	0,671	0,07	0,10	0,16	0,15
11	0,395	0,07	0,03	0,68	0,10	0,694	0,19	0,04	0,61	0,13
12	0,401	0,17	0,16	0,67	0,88	0,713	0,19	0,21	0,27	0,27
13	0,404	0,18	0,10	0,11	0,09	0,729	0,19	0,11	0,34	0,01
14	0,406	0,15	0,15	0,15	0,15	0,739	0,15	0,15	0,25	0,25
+ 15	0,406	0,15	0,15	0,15	0,15	0,739	0,15	0,15	0,25	0,25

snijmonsters (tabellen 11, 12 en 13). Aan de hand van de F schattingen per leeftijdsklassen (tabel 10a,b,c) werd de biomassa in aantallen geschat aan de hand van de formule [Beverton en Holt (1957)] :

$$N_t = C_t \frac{F_t + m}{F_t} \frac{1}{1 - e^{-Z_t}}$$

De resultaten, gekombineerd met het gemiddeld gewicht, lieten toe de biomassa in gewicht van de populaties te schatten (tabellen 11, 12 en 13). De uiteindelijke resultaten omtrent biomassa en output zijn in tabel 10 weergegeven.

Tabel 10b

Gemiddeld gewicht en visserijsterfte-graden per leeftijdsklassen en per geslacht van Pleuronectes platessa (1971-1974)

Ouderdom	<i>Pleuronectes platessa</i> ♂					<i>Pleuronectes platessa</i> ♀				
	\bar{w} (kg)	F ₁₉₇₁	F ₁₉₇₂	F ₁₉₇₃	F ₁₉₇₄	\bar{w} (kg)	F ₁₉₇₁	F ₁₉₇₂	F ₁₉₇₃	F ₁₉₇₄
1	0,030	-	0,01	-	-	0,030	-	0,01	0,01	-
2	0,070	0,10	0,08	0,11	0,08	0,070	0,12	0,10	0,12	0,11
3	0,132	0,24	0,15	0,28	0,38	0,132	0,26	0,20	0,37	0,38
4	0,210	0,35	0,32	0,51	0,48	0,210	0,31	0,31	0,53	0,45
5	0,305	0,42	0,36	0,49	0,41	0,305	0,29	0,40	0,48	0,47
6	0,413	0,43	0,50	0,33	0,35	0,413	0,27	0,42	0,40	0,43
7	0,486	0,46	0,44	0,33	0,28	0,530	0,22	0,48	0,40	0,42
8	0,524	0,35	0,44	0,45	0,38	0,654	0,18	0,60	0,48	0,50
9	0,558	0,27	0,30	0,44	0,45	0,782	0,20	0,35	0,59	0,54
10	0,590	0,22	0,38	0,37	0,45	0,885	0,16	0,47	0,39	0,67
11	0,619	0,24	0,23	0,07	0,34	0,957	0,15	0,44	0,46	0,49
12	0,646	0,18	0,35	0,14	0,15	1,026	0,12	0,58	0,32	0,50
13	0,670	0,20	0,20	0,20	0,20	1,090	0,19	0,29	0,36	0,40
14	0,691	0,20	0,20	0,20	0,20	1,152	0,11	0,58	0,50	0,39
15	0,750	0,20	0,20	0,20	0,20	1,210	0,15	0,27	0,45	0,38
16						1,260	0,07	0,44	0,22	0,49
17						1,317	0,41	0,86	0,47	0,63
18						1,360	0,06	0,54	0,29	0,10
19						1,400	0,07	0,09	0,46	0,05
+ 20						1,400	0,10	0,10	0,10	0,10

Tabel 10c

Gemiddeld gewicht en visserijsterfte-graden per leeftijdsklassen van Gadus morrhua en Merlangius merlangus (1971-1974)

Ouderdom	<i>Gadus morrhua</i>					<i>Merlangius merlangus</i>				
	\bar{w} (kg)	F ₁₉₇₁	F ₁₉₇₂	F ₁₉₇₃	F ₁₉₇₄	\bar{w} (kg)	F ₁₉₇₁	F ₁₉₇₂	F ₁₉₇₃	F ₁₉₇₄
1	0,54	0,14	0,08	0,23	0,13	0,161	0,45	0,58	0,41	0,47
2	0,92	0,94	0,91	0,68	0,68	0,230	0,38	0,63	0,73	0,83
3	2,02	0,71	0,81	0,68	0,62	0,318	0,57	0,68	0,90	0,91
4	3,82	0,62	0,59	0,63	0,42	0,384	0,68	0,40	0,98	0,92
5	5,75	0,60	0,56	0,46	0,44	0,440	0,64	0,87	0,83	0,75
6	7,64	0,50	0,63	0,50	0,45	0,484	0,58	0,78	0,90	0,66
7	9,11	0,50	0,65	0,48	0,45	0,524	0,49	0,47	1,11	0,79
8	10,37	0,52	0,83	0,48	0,34	0,560	0,80	0,80	0,80	0,80
9	11,24	0,49	1,21	0,12	0,64					
10	12,00	0,49	1,21	0,44	0,30					

2.2.2.- Chronologische en chorologische distributie van de dominante species

Van de maandelijksse dichtheden van demersale species als *Solea solea*, *Pleuronectes platessa*, *Limanda limanda* en *Merlangius merlangus* werd de chronologische en chorologische distributies bestudeerd (fig. 15, 16, 17 en 18).

2.3.- Kwantitatieve samenstelling van de visstocks

2.3.1.- Inleiding

Ramingen omtrent de visstocks in een bepaald gebied kunnen zonder meer worden uitgevoerd wanneer aan drie welbepaalde eisen wordt voldaan. In de eerste plaats moet de jaarlijkse output gekend zijn (kommerciële vangsten) en moet van deze output de samenstelling in leeftijdsklassen worden doorgevoerd. In de tweede plaats dient de juveniele (onbeviste) visstock in jaarlijkse kwantiteiten te kunnen worden gevaloriseerd. In de derde plaats moet het beschouwde gebied de visstocks in al hun migratiewegen omvatten.

Bij de studie omtrent de onderscheidelijke biomassa's in het gebied van het Math. Model (figuur 14) kwam duidelijk naar voren dat aan de derde eis niet kon worden voldaan. De meeste vissoorten migreren in de loop van het jaar in en uit het gebied naar paai- en voedselgebieden. De biomassa heeft dan ook een steeds wisselend karakter. De natuurlijke sterfte, de visserijsterfte van juveniele soorten door de garnaalvisserij en de zeer snelle groei gedurende de zomermaanden veroorzaken immers continue schommelingen in de biomassa.

Om een idee te verkrijgen omtrent deze biomassa, als een van de eindschakels van de voedselketen in zee in het globaal projekt, werden verschillende ramingen uitgewerkt. Bij deze ramingen werd vooreerst het gebied Kustzee beschouwd; vervolgens werd het volledige gebied in aanmerking genomen (figuur 14).

De filosofie bij deze benadering berustte voornamelijk op het feit dat in het gebied Kustzee, zowel van de juveniele stand als van de volwassen stand, voldoende onderzoekingsmateriaal voorhanden was om een totale schatting van de biomassa te verrichten. Voor het volledige gebied was dit evenwel niet het geval, gezien niet alle Nederlandse data beschikbaar waren. De biomassa, evenals de vangst, wordt echter hoofdzakelijk gedomineerd door de species *Merlangius merlangus*, *Gadus morrhua*, *Pleuronectes platessa* en *Solea solea*. Van het bevisbaar gedeelte van deze populaties waren wel voldoende gegevens voorhanden om de biomassa te schatten. Uit de verhouding van de onderscheidenlijke biomassa's in beide gebieden van deze vier dominante species werd dan de stand van de overige vissoorten, alsmede van de juveniele stock in gewicht geraamd. Tenslotte moet worden opgemerkt dat het statistisch materiaal omtrent de output alleen per internationaal overeengekomen visvak beschikbaar was, zodat het bestudeerd gebied in deze zin werd aangepast.

2.3.2.- Resultaten gebied Kustzee

2.3.2.1.- Prerekruteringsfase

Uit tabel 5 komt naar voren dat de jaarlijkse biomassa van de demersale soorten gevoelig schommelde. Een dieptepunt was 1972 met 233 ton levend gewicht; een maximum werd in 1971 bekomen met 737 ton levend gewicht. Deze schommelingen zijn hoofdzakelijk het gevolg van wisselende sterkten in de broedjaren. Zo was de totale juveniele biomassa in 1971 hoofdzakelijk opgebouwd door 0-jarigen *Limanda limanda* (13 %), 0-jarige *Solea solea* (45 %), 0-jarige *Merlangius merlangus* (12 %) en 0-jarige *Trisopterus luscus* (8 %).

De gerige biomassa in 1972 vertoonde geen abnormaal sterke jaarklassen en het aandeel van de diverse leeftijdsklassen was eerder zwak. De biomassa-opbouw vertoonde pieken voor 2-jarige *Pleuronectes platessa* (13 %), 2-jarige *Limanda limanda* (10 %) en 1-jarige *Merlangius merlangus* (23 %).

Het opvallendste verschijnsel van de biomassa in 1973 was het aandeel van de 0-jarige *Solea solea* ten bedrage van 26 % .

De biomassa in 1974 tenslotte was gekenmerkt door een sterke jaar-klasse van *Limanda limanda* (14 %) en 0- en 1-jarige *Merlangius merlangus* (37 %).

De totale biomassa uitgedrukt in gram C per m² is weergegeven in tabel 9 en beliep in de periode 1971-1974 achtereenvolgens 0,038 ; 0,012 ; 0,017 en 0,025 .

De densiteit van pelagische vissoorten is weergegeven in tabel 6. Grote verschillen komen niet tot uiting en algemeen gezien was het aandeel ten opzichte van de demersale stock zeer gering. Dit kan ook uit tabel 9 worden opgemaakt; uit deze tabel blijkt dat de gemiddelde biomassa in gram C per m² rond de waarden 0,002 gelegen was.

2.3.2.2.- Postrekruteringsfase

Voor de biomassa en output van de demersale vissen uit het gebied Kustzee blijkt zich over de periode 1971 tot 1974 een continue daling te hebben voorgedaan (tabel 7). De biomassa in 1974 bedroeg slechts

67 % van deze in 1971. Deze trend is hoofdzakelijk toe te schrijven aan de daling in de biomassa's van *Pleuronectes platessa*, *Solea solea* en *Gadus morrhua*. De enige vispopulatie die een omgekeerd beeld vertoonde, was deze van *Merlangius merlangus*, met een biomassa die vanaf 1972 gemiddeld drie maal hoger lag dan in 1971.

De biomassa uitgedrukt in gram C per m² (tabel 9) daalde van 1,02 in 1972 tot slechts 0,69 in 1974, terwijl de output van 0,36 tot 0,26 terugliep.

De gemiddelde biomassa en output van de pelagische stock (tabel 8) gedurende de periode 1971-1973 halveerde zich in 1974. Uitgedrukt in gram C per m² (tabel 9) werd de gemiddelde waarde van 0,07 tussen 1971-1973 gevolgd door een daling tot 0,03 in 1974.

Tabel 11

Aantallen van de output en gewicht van de biomassa per leeftijds-
groep en per geslacht van *Solea solea* (1971-1974)

Ouderdom	<i>Solea solea</i> ♂								<i>Solea solea</i> ♀							
	1971		1972		1973		1974		1971		1972		1973		1974	
	C '000	W ton	C '000	W ton	C '000	W ton	C '000	W ton	C '000	W ton	C '000	W ton	C '000	W ton	C '000	W ton
2	1905	290,1	556	120,7	2561	667,0	2327	354,3	2484	522,8	1406	323,8	2511	832,8	2341	581,7
3	3686	1353,8	8941	2480,5	5650	1787,2	5155	1369,3	3185	1615,8	4708	2029,8	2039	959,0	2841	1237,4
4	1460	826,8	2538	1338,8	4314	2275,9	1481	631,2	1628	1294,1	1589	1280,1	1382	955,8	393	261,3
5	424	375,8	1129	1041,0	804	653,3	594	402,1	557	821,4	458	541,6	319	268,1	405	471,4
6	302	638,1	325	411,7	195	261,0	150	87,5	355	763,0	443	950,7	71	130,6	14	17,4
7	723	1176,5	154	747,2	91	259,9	83	112,8	697	2031,5	75	247,7	31	56,1	36	101,2
8	2606	7001,8	839	1559,7	142	342,3	27	54,3	2503	9186,4	309	1135,2	19	24,7	12	51,1
9	81	106,3	2433	6125,1	322	332,4	55	154,3	45	258,0	618	2511,6	40	92,7	2	3,0
10	76	374,5	20	21,0	1023	3409,0	412	675,4	20	216,6	5	41,9	194	968,8	61	323,4
11	332	2139,6	114	1683,2	7	6,1	245	1120,2	170	749,0	32	630,3	9	14,9	135	846,1
12	260	735,7	108	322,0	9	8,1			48	3786,4	32	130,8	6	19,9		
13	353	951,3	60	281,5	105	448,5	28	144,7	142	657,0	5	37,0	27	74,9	2	161,6
14	195	626,8	327	1049,3	4	12,8	55	176,4	113	652,0	52	304,8	6	22,0	30	110,1
+ 15	304	976,8	250	802,6	150	481,2	103	330,4	218	1271,0	63	367,3	20	73,4	98	359,7
Totaal		17574		17985		10943		5613		23826		10533		4494		4525

Tabel 12

Aantallen van de output en gewicht van de biomassa per leeftijdsgroep en per geslacht van *Pleuronectes platessa* (1971-1974)

Ouderdom	<i>Pleuronectes platessa</i> ♂										<i>Pleuronectes platessa</i> ♀									
	1971		1972		1973		1974		1971		1972		1973		1974					
	C '000	W ton	C '000	W ton	C '000	W ton	C '000	W ton	C '000	W ton	C '000	W ton	C '000	W ton	C '000	W ton				
1	47	135,4	585	1853,3	63	200,0	404	1279,9	25	72,2	283	896,6	118	373,8	331	1048,6				
2	2810	2170,0	1902	1818,5	1787	1260,8	1430	1367,2	2305	1498,0	1157	893,6	1650	1072,3	1597	1126,7				
3	5454	3538,5	7326	7286,3	4932	2794,8	3159	1381,7	2562	1548,9	3037	2320,1	3425	1531,5	3796	1660,3				
4	2349	1750,2	4013	3225,2	3685	2026,9	886	510,8	1274	1052,0	1011	834,8	3577	1910,3	1549	939,8				
5	2076	1933,4	1780	1881,4	1471	1212,1	1105	1049,4	763	969,1	595	576,5	1807	1513,2	1542	1312,8				
6	1544	1910,5	1582	1737,7	658	1013,2	526	770,8	519	949,8	456	575,0	985	1292,4	681	842,6				
7	1505	2076,6	1271	1816,9	673	1219,5	407	849,1	517	1455,4	571	830,9	703	1183,7	406	657,0				
8	1441	2679,1	719	1108,2	674	1020,4	200	347,3	970	4040,7	551	835,1	645	1158,2	328	570,5				
9	309	764,1	970	2189,0	379	622,0	341	549,7	333	1507,1	891	1780,0	483	886,2	260	509,8				
10	271	849,2	82	160,3	830	1658,8	168	286,4	293	1840,5	248	612,6	1458	4185,0	223	422,4				
11	254	772,8	62	195,9	13	125,0	199	447,8	326	2350,7	167	470,1	237	643,9	711	1838,3				
12	43	176,9	49	112,3	12	62,3	30	146,0	136	1295,4	234	570,5	238	934,5	123	335,6				
13	87	337,4	22	85,3	20	77,6	15	60,0	220	1454,0	99	449,5	288	1087,8	149	516,0				
14			22	88,0	40	160,0	17	73,8	49	568,9	163	446,2	258	790,5	101	377,4				
15	34	147,6			40	173,6			54	802,5	26	133,5	83	290,1	107	429,0				
16									41	802,5	56	207,5	83	555,5	55	187,2				
17									48	196,8	5	12,0	52	191,2	71	209,1				
18									25	613,2	39	133,0	32	181,2	15	225,1				
19									44	1011,8	1	17,1	11	43,7	27	814,1				
20									29	448,0	15	231,7	74	1143,1	11	169,9				
Totaal		19242		23558		13627		9120		24167		12826		17254		14192				

2.3.3.- Resultaten gebied Math. Model

Van de geschatte aantallen per leeftijdsklasse en per jaar werden de visserijsterftegraden overgenomen die uit een virtuele populatie-analyse [Anon (1976a,b,c)] werden bekomen. Samen met het gemiddeld gewicht per leeftijdsklasse zijn de visserijsterftegraden in de tabellen 10a,b,c opgenomen. Er blijkt dat voor *Solea solea* de grootste visserijdruk op de leeftijdsklassen 3 tot 6 jaar voorkomt (tabel 10a). Voor *Pleuronectes platessa* is de visserijsterftegraad gelijklopend verdeeld over alle leeftijdsklassen (tabel 10b). Zowel voor *Solea solea* als voor *Pleuronectes platessa* valt evenwel een continue stijging van de visserijsterfte van 1971 tot 1974 waar te nemen. De grootste visserijsterfte van *Gadus morrhua* is gericht op de 2 en 3-jarigen (tabel 10c); zij is ook afhankelijk van de beschikbare stockomvang en verklaart aldus de daling in 1974. De visserijsterftegraad van *Merlangius merlangus* is over alle leeftijdsklassen zeer hoog (tabel 10c).

De berekende biomassa's vertonen een dalende trend voor *Solea solea* (tabel 11) en *Pleuronectes platessa* (tabel 12). De biomassa van *Gadus morrhua* kende een maximum in 1972 en werd gevolgd door een daling in 1973 en 1974 (tabel 13). Voor *Merlangius merlangus* bleken de jaarlijkse biomassa's over de volledige onderzoeksperiode stabiel te verlopen (tabel 13).

De totale biomassa van de vier dominante soorten in het gebied werd van 1971 tot 1974 tot de helft teruggebracht (tabel 14). Ook de output volgde een dalende trend. De gemiddelde waarde van de biomassa kan in de onderzoeksperiode op 0,54 gram C per m² worden gesteld, hetgeen korrespondeert met een output ten belope van gemiddeld 0,22 gram C per m².

Tabel 13
Aantallen van de output en gewicht van de biomassa per leeftijdsgroep en per geslacht van Gadus Morrhu en Merlangius merlangus (1971-1974)

Onderdom	<i>Gadus morrhua</i>										<i>Merlangius merlangus</i>					
	1971		1972		1973		1974		1971		1972		1973		1974	
	C '000	W ton	C '000	W ton	C '000	W ton	C '000	W ton	C '000	W ton	C '000	W ton	C '000	W ton	C '000	W ton
1	967	4400,0	44	340,5	51	147,3			1591	774	305	121	1567	822	692	325
2	4220	6922,3	1576	2638,0	328	667,3	1562	3177,8	2530	2018	5370	2885	2883	1395	6841	3037
3	1596	6915,9	5226	20704,0	2564	11453,2	938	4478,4	723	578	3506	2465	7744	4511	5211	3015
4	399	3602,5	1043	9768,0	1726	15402,8	665	8115,8	3427	2909	928	1185	285	190	2447	1698
5	749	10427,9	222	3254,3	284	4849,4	667	11801,3	471	479	1803	1485	549	466	439	399
6	211	4483,1	473	8442,1	82	1742,2	67	1547,0	202	243	241	235				
7	28	709,4	250	5201,4	126	3295,9	54	1486,7	112	166	45	69				
8	53	1482,7	91	1821,3	37	1101,7	1	39,5			12	13			140	146
9			43	725,1	15	1641,8										
+ 10			4	312,5												
Totaal		38944		52895		40614		30647		7167		8458		7384		8620

Tabel 14

Biomassa en output in g C/m² van Solea solea, Pleuronectes platessa, Gadus morrhua en Merlangius merlangus (1971-1974)

Jaar	<i>Solea solea</i>		<i>Pleuronectes platessa</i>		<i>Gadus morrhua</i>		<i>Merlangius merlangus</i>		Totaal	
	Biomassa gC/m ²	Output gC/m ²	Biomassa gC/m ²	Output gC/m ²	Biomassa gC/m ²	Output gC/m ²	Biomassa gC/m ²	Output gC/m ²	Biomassa gC/m ²	Output gC/m ²
1971	0,175	0,027	0,234	0,067	0,206	0,151	0,038	0,016	0,653	0,261
1972	0,121	0,021	0,195	0,064	0,280	0,129	0,045	0,021	0,641	0,235
1973	0,065	0,018	0,165	0,072	0,215	0,081	0,040	0,028	0,485	0,199
1974	0,043	0,015	0,125	0,064	0,162	0,067	0,046	0,034	0,376	0,180

2.3.4.- Algemene evolutie van de dominante stocks in de Noordzee

De daling van de biomassa van *Solea solea* is hoofdzakelijk te wijten aan het ontbreken van een sterk broedjaar na 1963. Het broedjaar 1963 in de Noordzee omvatte 544 miljoen rekruten. In de daaropvolgende jaren beliep het aantal rekruten per jaar gemiddeld 80 miljoen, hetgeen in een permanente vermindering van de stockomvang resulteerde. Deze mislukking van het broed moet worden gezocht in de ongunstige hydrografische omstandigheden gedurende de paaiperiode.

Een ander verschijnsel is de toegenomen internationale visserij-inspanning vanaf 1967, waardoor de uitdunning van de biomassa werd versneld.

Zowel de populatie als de vangsten zelf waren gedurende de laatste jaren voornamelijk opgebouwd uit drie- tot vijfjarigen.

Het min of meer stabiel karakter van de aanvoer van *Pleuronectes platessa* moet worden toegeschreven aan een weinig variërende jaarlijkse rekruterings in de orde van 170 miljoen per geslacht. Bij het beschouwen van de biomassa van de stock komt evenwel een uitgesproken dalende trend voor. De reden hiervoor ligt in een toegenomen visserijsterftegraad van 1971 tot op heden.

De verklaring van de continue vermindering van de biomassa van *Gadus morrhua* is tweeledig, nl. de zwakte van het broed en de visserij-

inspanning. In de beschouwde periode was de vangst uit de volgende broedjaren opgebouwd : 1969, 1970 en 1974 (sterke jaarklassen), 1972 (goede jaarklasse), 1971 en 1973 (zwakke jaarklasse). Een sterke jaar-klasse als bv. deze van 1969 bestond aanvankelijk uit 363 miljoen rekruten. Bij het derde levensjaar waren nog 76 miljoen stuks in de Noordzee aanwezig, hetzij nauwelijks 20 %. Bij het ingaan van het vijfde levensjaar bedroeg de stock nog slechts 8 miljoen stuks of amper 2 %. Tussen anderhalf jaar en het bereiken van het derde levensjaar wordt de grootste heoveelheid van een kabeljauwbroed weggevist.

De visserijsterfte is ook duidelijk te hoog, vnl. voor 1 en 2-jarigen.

Als voornaamste reden van de hogere vangsten voor *Merlangius merlangus* vanaf 1973 geldt de inbreng van drie opeenvolgende goede broedjaren, nl. die van 1971, 1972 en 1973. Ook de jaarklasse 1974 werd als goed bestempeld, zodat de vangsten ook in 1975 op hetzelfde hoge peil bleven.

2.3.5.- Besluiten

Gebied Kustzee

a) De biomassa (adulte en juveniele stock daalde van 1,13 gram C per m² in 1971 tot 0,75 gram C per m² in 1974.

b) De voornaamste fractie van de biomassa wordt gevormd door de adulte demersale stock, nl. gemiddeld 90 % .

c) De output bedraagt gemiddeld 40 % van de aanwezige biomassa.

Gebied Math. Model

a) De biomassa van de dominante species *Solea solea*, *Pleuronectes platessa*, *Gadus morrhua* en *Merlangius merlangus* beliep gemiddeld 0,54 gram C per m².

b) De korresponderende output van deze species bereikte gemiddeld 0,22 gram C per m².

c) De totale biomassa en de totale output van de vier soorten samen had in de onderzoeksperiode een dalende trend.

De daling van de biomassa in beide gebieden is toe te schrijven aan het ontbreken van sterke jaarklassen en aan de toegenomen internationale visserijinspanning.

2.4.- Chronologische en chorologische distributie van de dominante species

2.4.1.- Soleidae

De grootste aanvoer van *Solea solea* in de jaarcyclus komt voor in de periode maart tot mei en lokaliseert zich vnl. in de visvakken 102 en 202. De reden hiervoor moet in de paaïmigratie worden gezocht, waarbij visvak 102 het paaïgebied zelf betreft, terwijl visvak 202 gelegen is in de migratieroutes naar en vanuit de paaïplaats.

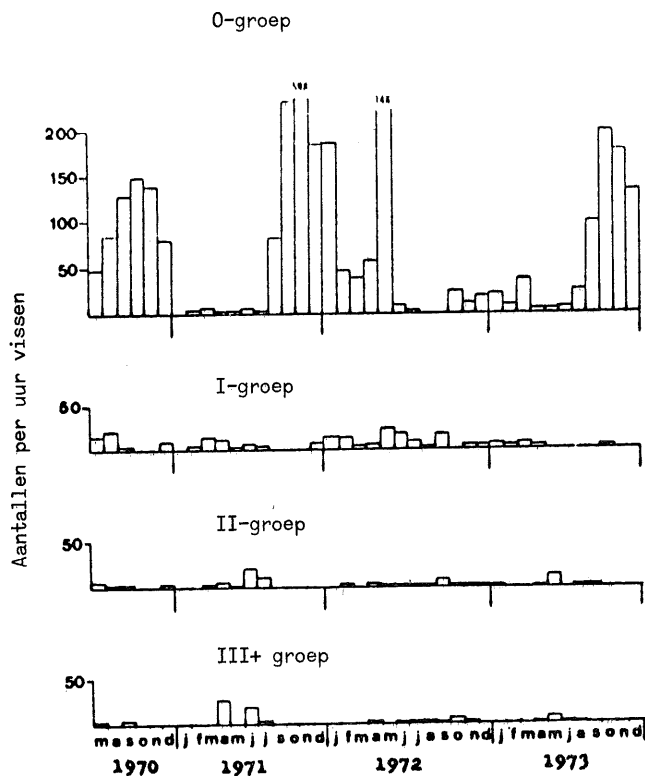


fig. 15.

Maandelijks dichtheden van Solea solea

De juveniele *Solea solea* komt voor in de kweekgebieden gelegen langsheen de kontinentale kustwateren van de Noordzee. De 0-jarigen komen reeds vanaf augustus in de experimentele vangsten : hoge pieken van 0-jarigen komen tot uiting in het najaar (figuur 15). De sterkte van de jaarklassen is niet steeds gelijklopend en vertoont vaak grote verschillen van jaar tot jaar. De distributie van de 0-jarigen is steeds homogeen verdeeld over de volledige kustlijn [De Clerck en Cloet (1971a,b, 1972, 1973); De Clerck, Cloet en Redant (1973, 1974a,b, 1975)].

2.4.2.- Pleuronectidae

2.4.2.1.- Pleuronectes platessa

De voornaamste vangstperiode van *Pleuronectes platessa* is gekooncentreerd in de maanden december tot februari overeenkomstig de paaiperiode. De twee paaigebieden welke intensief worden bevist zijn het Diepwaterkanaal (visvakken 102, 202 en 204) en het Flamborough gebied (visvakken 305, 301 en 302). Het algemeen migratiepatroon vertoont een verplaatsing van de stock na het paaien noordwaarts van de zuidelijke Noordzee, hetgeen duidelijk naar voren komt in de maandelijkse aanvoergegevens.

De grootste dichtheden van de 0-jarigen worden in de zomermaanden waargenomen (figuur 16). Van de overige leeftijdsklassen blijkt ook een kleine scholstock permanent de Belgische kust te bevolken. Alhoewel de schol over de volledige Belgische kustlijn voorkomt, worden de grootste dichtheden in het Westdiep aangetroffen. Het verblijf in het kweekgebied van de Belgische kust blijft beperkt tot de leeftijd van 2 jaar en wordt gevolgd door een migratie in noordoostelijke richting en in geringere mate in zuidwestelijke richting bij het bereiken van een lengte van ongeveer 23 cm [De Clerck (1975)].

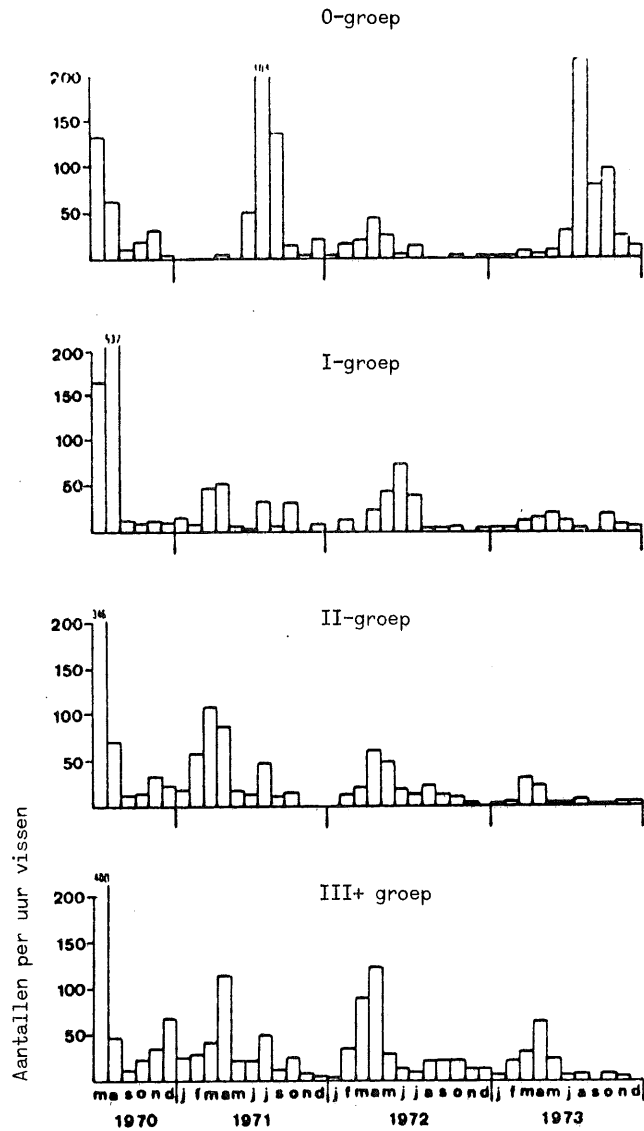


fig. 16.

Maandelijke dichtheden van Pleuronectes platessa

2.4.2.2.- Limanda limanda

De paaiperiode van *Limanda limanda* concentreert zich in het voorjaar. Geen specifieke paaiplaatsen zijn gekend [Wheeler (1969)]. De grootste concentraties worden aangetroffen op zandbanken op een diepte schommelend van 20-40 meter .

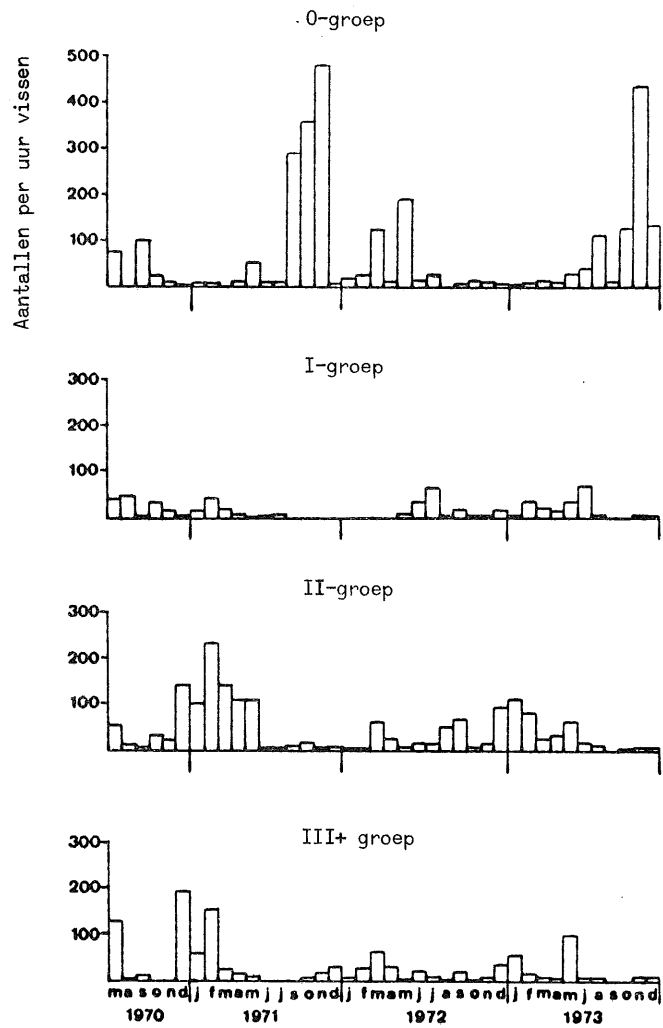


fig. 17.

Maandelijkse dichtheden van Limanda limanda

Alle leeftijdsgroepen komen regelmatig gedurende de jaarcyclus langsheen de Belgische kust voor. De grootste concentraties werden vastgesteld in het najaar en voornamelijk in het Westdiep (figuur 17). Anderzijds bestaat van de andere leeftijdsklassen geen voldoende basis om een zekere regelmaat of cyclus in de tijd te kunnen bepalen.

2.4.3.- Anacanthini

Merlangius merlangus

De grootste Belgische aanvoer van *Merlangius merlangus* komt voor in de periode oktober-april en wel uit de visvakken 102 en 202. Zoals voor kabeljauw valt aan de hand van de visserijkoncentratie een zuidwaartse wintermigratie op (paaiperiode), gevolgd door een noordwaartse lentemigratie (voedselmigratie).

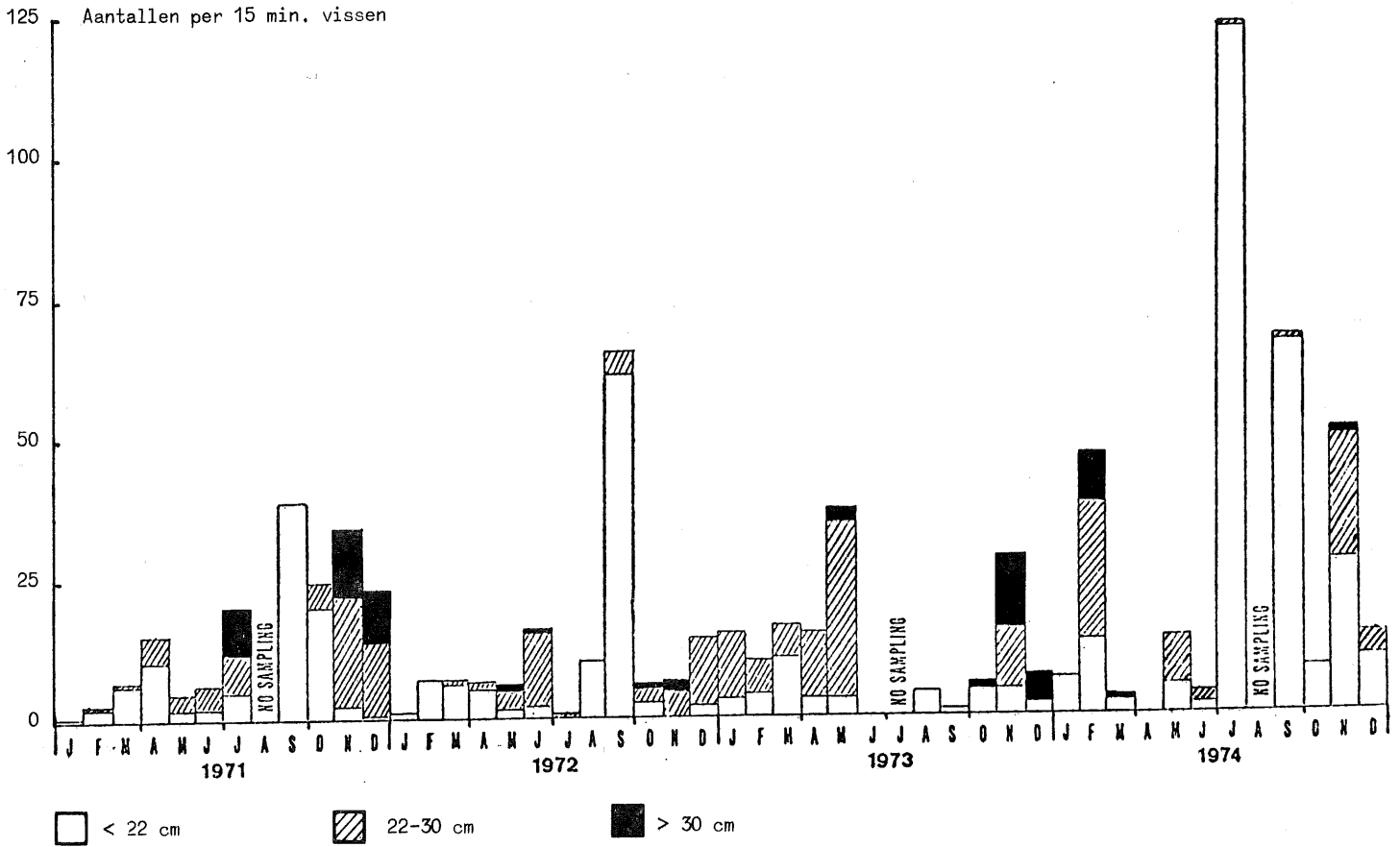


fig. 18.

Maandelijkse dichtheden van Merlangius merlangus

De onderzoekingen in de kustwateren brachten aan het licht dat een uitgesproken juveniele *Merlangius merlangus* (0- en 1-jarigen) stock de litorale zone bevolken (figuur 18). Deze stock heeft een permanent verblijf en is verspreid over de gehele Belgische kust. De volwassen *Merlangius merlangus* stock komt eerder sporadisch voor.

Referenties

- Anon, (1972). De Belgische Zeevisserij in 1971, *N.I.S. Uittreksel Landbouwstatistieken*, 4.
- Anon, (1973). De Belgische Zeevisserij in 1972, *N.I.S. Uittreksel Landbouwstatistieken*, 5-6.
- Anon, (1974). De Belgische Zeevisserij in 1973, *N.I.S. Uittreksel Landbouwstatistieken*, 5-6.
- Anon, (1975a). Report of the Flatfish working group, *ICES, C.M. 1975/F : 4*.
- Anon, (1975b). De Belgische Zeevisserij in 1974, *N.I.S. Uittreksel Landbouwstatistieken*, 5-6.
- Anon, (1976a). Report of the flatfish working group, *ICES, C.M. 1976/F : 4*.
- Anon, (1976b). Report of the roundfish working group, *ICES, C.M. 1976/F : 5*.
- Anon, (1976c). Report of the herring assessment working group for the area south of 62 °N, *ICES, C.M. 1976/H*.
- BEVERTON, R.J.H. en HOLT, S.J., (1967). On the dynamics of exploited fish population, *Fishery Investigations, Series II*, Vol. XIX.
- DE CLERCK, R. en HOVART, P., (1972). On the effects of tickler chains, *ICES, 1972/B : 15*.
- DE CLERCK, R., (1975). Tagging experiments on juvenile plaice off the Belgian coast, *ICES, C.M. 1975/F : 25*.
- DE CLERCK, R. en CLOET, N., (1971a,b; 1972; 1973). Bestandsopname langs de Belgische kust (3, 4, 5, 6), *Med. Rijksstation voor Zeevisserij (CLO)*, Publ. 46-B/5/1971; Publ. 50-B/6/1971; Publ. 54-B/7/1972; Publ. 78-B/9/1973.

- DE CLERCK, R., CLOET, N. en REDANT, F., (1973; 1974a,b; 1975). Bestandsopname langsheen de Belgische kust (7, 8, 9, 10), *Med. Rijksstation voor Zeevisserij (CLO)*, Publ. 81-B/10/1973; Publ. 98-B/13/1974; Publ. 110-B/15/1975.
- HEMPEL, G. en NELLEN, W., (1969). Ichthyoneuston in the North Sea and Baltic, *ICES-CM 1969/L 23*.
- LLOYD, M. en GHERALDI, R.J., (1964). A table for calculating the equitability component of species diversity, *J. Anim. Ecol.*, 33, 217.
- MÜLLER, A., (1974). Ichthyoneuston in the Kiel Bay, *ICES-CM 1974/L 17*.
- NELLEN, W. en HEMPEL, G., (1969). Efficiency of an unencased Gulf III Sampler, *ICES-CM 1969/L*.
- SIMPSON, E.H., (1949). Measurements of diversity, *Nature*, 163.
- SØRENSEN, T., (1948). A method of establishing groups of equal amplitude in plant society based on similarity of species content, *K. Danske Vidensk. Selsk.*, 5.
- SOUCI, S.W., FACHMANN, W. en KRAUT, H., (1969). *Die Zusammensetzung der Lebensmittel I*, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, Stuttgart.
- WHEELER, A., (1969). *The fishes of the British Isles and north-west Europe*, McMillan, London.

Hoofdstuk VIII

Studie van de heterotrofe bacteriën van de oppervlakte-sedimenten uit de Noordzee

door

A. BOEYE *

1.- Kwantitatieve studie van de heterotrofe bacteriënbevolking

1.1.-

Een vergelijkende studie van titratiemethodes voor heterotrofe kiemen uit zeeslikken werd ondernomen. Volgende punten werden onderzocht :

- Invloed voor het invriezen en bewaring bij zeer lage temperaturen op de titer (aantal kolonievormers per kubiek centimeter slik). Dit was nodig omdat de slikmonsters tijdens de croisières slechts uitzonderlijk aan boord konden behandeld worden.

- Keuze van een methode voor het homogeniseren van het slik.

- De manier van inoculeren van de vaste voedingsbodems. Twee methodes werden in uitgebreide proefnemingen vergeleken. De uitstrijkmethode bleek constant hogere titers te geven dan het inbedden in zachte agar.

Tabel 1 vat de resultaten samen.

* met de medewerking van M. WAYENBERGH (deel 1) en M. AERTS (delen 2-5) en de technische hulp van M. DE PELSMAEKER (delen 1-2) en G. CLERX (delen 3-5).

Tabel 1

Comparison of streak and pour-plate inoculation. For each sample dilution, 4 plates were seeded simultaneously : 2 by streaking and 2 by pour-plating (marine agar, aerobic). S, P : Mean log T by streak and pour-plate inoculation, respectively; T : titre = colony formers/cm³ soil.

Sampling region	July			September			October			Globalized data			
	No. of samples	S	P	No. of samples	S	P	No. of samples	S	P	No. of samples	S	P	S - P
Inshore (<30 km) (B)	9	4.09	3.16	11	4.38	3.53	3	4.80	4.69	23	4.32	3.54	+0.78
Offshore (>30 km) (C)	13	3.16	2.05	10	3.14	1.91	8	3.37	2.68	31	3.21	2.17	+1.04
Grand mean		3.48	2.50		3.79	2.76		3.76	3.23		3.68	2.75	
Difference due to method = S - P		+0.98			+1.03			+0.53			+0.93		
Standard error of difference											0.19		

1.2.-

Het overwegend obligaat aëroob karakter van de heterotrofe bacteriënbevolking werd aangetoond door twee soorten proeven :

- Aëroob en anaëroob incuberen van duplicata platen (resultaten zie tabel 2).

Tabel 2

Aerobic versus anaerobic incubation for samples collected during July, 1972 cruise. Each sample dilution was streak-inoculated onto 4 marine agar plates, 2 of which were incubated aerobically and 2 anaerobically.

Sampling region	Mean log T			
	Sam- ples (a)	Aero- bic	Anaer- obic (an)	Differ- ence a -an
Scheldt Estuary (A)	1	4.26	3.49	+0.77
Inshore (<30 km) (B)	9	4.09	2.84	+1.25
Offshore (>30 km) (C)	13	3.14	2.06	+1.08
Grand mean		3.56	2.42	+1.14
Standard error of difference				0.28

- Transfer van isolaten uit aëroob geïncubeerde platen naar platen, die dan anaëroob geïncubeerd werden, en omgekeerd. Uit de proeven bleek dat meer dan 90 % van de isolaten obligaat aëroob waren.

1.3.- Geografische- en seizoenvariatiës in de bacteriële bevolkingsdichtheid

Tabel 3

Regional differences : comparison of 3 sampling regions. NS : n° of samples;
P : mean log T by pour-plate inoculation (marine agar, aerobic incubation).

Sampling region	Jan.		March		April		July		Sept.		Oct.		Globalized data		Difference of mean (\bar{w}) and standard error of difference		
	NS	P	NS	P	NS	P	NS	P	NS	P	NS	P	NS	P		\bar{w}	σ_w
Scheldt Estuary (A)	1	5.18	8	4.81	-	-	1	3.99	-	-	5	4.17	15	4.57	1.14	(A) - (B) +1.32	0.34
Inshore (<30 km) (B)	3	3.48	9	2.32	6	3.27	9	3.16	11	3.53	3	4.69	41	3.25	0.80	(B) - (C) +1.05	0.23
Offshore (>30 km) (C)	5	2.46	19	2.08	8	2.41	13	2.05	10	1.91	8	2.68	63	2.20	0.64		
Monthly average		3.10		2.75		2.78		2.57		2.76		3.52		2.86			

Tabel 4

Seasonal variation. Titration (pour-plating on marine agar, aerobic) of samples collected at the same location in successive 1972 cruises.

Sampling region	January versus July ^a			July versus October ^a		
	Common sampling points	Mean log T		Common sampling points	Mean log T	
January		July	July		October	
Scheldt Estuary (A)	1	5.18	3.99	1	3.99	4.52
Inshore (<30 km) (B)	2	3.51	3.14	3	3.23	4.69
Offshore (>30 km) (C)	5	2.46	1.82	7	2.03	2.77
Grand mean		3.06	2.32		2.54	3.45
Difference of mean			-0.74			+1.09
Standard error of difference ^b			0.15 (0.56)			0.18 (0.40)

^a Comparison of January and October results is omitted because only 2 sampling locations were common to these cruises.

^b Computed after normalisation of data of the 3 sampling regions to the same grand mean in order to cancel out regional differences. Parentheses: no normalisation.

Het bemonsteringsgebied werd voor de statistische behandeling opgesplitst in 3 gebieden : het Schelde-estuarium (A), het gebied tot 30 km van de kust (B) en het gebied op meer dan 30 km (C). De titers waren gemiddeld zeer laag in C, ruwweg 10 maal hoger in B en nogmaals 10 maal hoger in A (tabel 3). De opsplitsing per seizoen (tabel 3 en 4) toonde een minimum in de zomer (maart-september) in vergelijking met januari en oktober.

2.- Samenstelling van de heterotrofe bacteriënvolk

2.1.-

Uit de grondige studie van enkele slikmonsters bleek dat in elk monster tientallen verschillende soorten aërobe, heterotrofe bacteriën aanwezig waren. Zo bijvoorbeeld behoorden 74 isolaten afkomstig van één slikmonster tot niet minder dan 33 verschillende types. Tabel 5 illustreert de verdeling over verschillende taxonomische groepen. De

Tabel 5

Distribution among major taxonomic groups and tentative identification of 47 different bacteria from 3 sediment samples

Group	No. of species ^a	Genus, tentative ^b
Actinomycetales	1	<i>Micromonospora</i> sp.
Sporulating Gram-positive rods	16	<i>Bacillus</i> spp.
Nonsporulating		
Gram-positive rods	6	5 <i>Brevibacterium</i> spp., 1 unidentified
Cocci	5	<i>Micrococcus</i> spp.
Gram-negative rods	8	2 <i>Achromobacter</i> spp., 4 <i>Flavobacterium</i> spp., 2 unidentified
Gram-negative pleomorphic	11	Unidentified

a : as defined by tests listed in table 6.

b : according to determinative key of Skerman (1967).

2.3.-

Indicatoren van faecale pollutie werden opgezocht in de slikmonsters. Coliforme organismen waren zeldzaam en de faecale *E. coli* nog veel zeldzamer. De resultaten zijn zijn samengevat in tabel 7. Voor een discussie van de resultaten uit delen 1 en 2 zij verwezen naar Boeyé *et al.* (1975).

Tabel 7
Occurence of coliform bacteria and *Escherichia coli*

Sampling region	Proportion of probes positive for coliform organisms ^a												Positives for <i>E. coli</i> , cumulative (10 cm ³)
	January, probe volume (cm ³)			March, probe volume (cm ³)			April, probe volume (cm ³)			Cumulative, probe volume (cm ³)			
	10	1.0	0.1	10	1.0	0.1	10	1.0	0.1	10	1.0	0.1	
Scheldt Estuary (A)	1/1	1/1	1/1	8/8	7/8	5/8	-	-	-	9/9	8/9	6/9	2/9
Inshore (<30 km) (B)	3/4	3/4	1/4	9/10	4/10	1/10	5/6	4/6	2/6	12/20	7/20	3/20	1/20
Offshore (>30 km) (C)	2/8	0/8	0/8	3/19	2/19	0/19	2/8	1/8	0/8	7/35	3/35	0/35	0/35

^aNumber of positive samples/total number of samples.

3.- Numerieke taxonomie van *Bacillus*-isolaten : groepsvorming

3.1.-

Uit 19 slikmonsters werden over een periode van meer dan twee jaar enkele honderden kiemen lukraak geïsoleerd. De isolaten behorend tot het genus *Bacillus* werden opgezocht. Na uitzuivering van de duplicaten bleven 138 *Bacillus*-isolaten over voor verder onderzoek.

3.2.-

Deze kiemen werden onderworpen aan ca 120 verschillende morfologische, fysiologische en biochemische testen. Vele van deze testen werden na enige tijd echter weer verlaten voor een van volgende redenen :

- resultaten onduidelijk of weinig reproduceerbaar,
- resultaten eenvormig of bijna eenvormig (geringe informatie-inhoud),

Tabel 8

Description of centrotype strains

Abbreviations : + positive ; + slightly positive ; - negative ; C central ;
 circul., circular ; filam., filamentous ; glist., glistening ; granul., granular ;
 irreg., irregular ; ST subterminal ; V variable

Phenon Centrotype strain no	A1 211	A2 72	B1 231	B2 73	B3 149	B4 33
<u>Morphology of vegetative cells</u>						
Average length in μm § a	4.1	2.4	3.5	5.1	3.5	3.8
Average width in μm § a	0.8	0.6	0.8	0.9	1.6	0.6
Chains of 4 or more cells in NB §	+	-	+	+	+	-
Ghosts in old NB culture §	+	+	+	+	+	+
Constancy of gram + reaction	+	+	+	+	+	+
Lipid droplets in cytoplasm §+b	-	-	+	+	-	+
Motility §+c	+,+	+,+	+,+	-,+	-, -	+,+
Flagella § d	+	+	+	+	+	+
<u>Spores and sporangia</u>						
Spore morphology : shape	oval	oval	oval	oval	oval	oval
position, wall thickness §	ST,thin	V,thin	V,thin	C,thin	C,thin	V,thin
Sporangium, average length in μm § a	2.8	2.0	2.1	1.9	2.3	2.3
bulging, chain formation §	-, -	-, -	-, -	-, -	-, +	-, -
% spores after 10 days in NB §	12 %	25 %	5 %	27 %	20 %	47 %
Spores killed at 80°, at 100° § e	-, -	-, -	-, +	-, +	-, +	-, +
<u>Macroscopic morphology</u>						
Colonies on MA : shape	irreg.	circul.	circul.	circul.	circul.	circul.
margin §	filam.	entire	entire	entire	entire	entire
elevation	raised	raised	convex	flat	flat	flat
brilliance §	dull	glist.	glist.	glist.	glist.	glist.
opacity §	opaque	opaque	opaque	opaque	opaque	opaque
color	pink	white	yellow	orange	orange	orange
color intensity §+	faint	faint	faint	medium	medium	faint
Diameter (mm) of standard colony §+f	20	7	13	10	8	7
Growth in NB : turbidity	+	+	+	+	-	-
sediment	fine	granul.	granul.	fine	fine	granul.
pellicle §	+	+	-	-	-	-
<u>Tolerances for growth in NB</u>						
Growth promoted by 3.5 % NaCl §	-	-	-	-	-	-
NaCl tolerated § +	10 %	10 %	10 %	15 %	30 %	20 %
Growth in 5 days in NB at pH 5.7, 30° §+	+	+	-	-	+	-
Growth at pH 6.0, 60° §+g	-	+	-	+	-	-
Maximum growth t° in NB (7 days) §+	57°C	57°C	37°C	57°C	44°C	70°C

<u>Substrate utilisation and modification</u>						
Anaerobic growth in glucose broth §†	+	-	-	-	-	-
Simmons' citrate : growth	+	+	+	-	-	+
alkalinization §†	-	-	-	-	-	-
Koser medium + fumarate : growth	+	+	+	-	-	-
alkalinization §† <u>h</u>	+	+	-	-	-	-
Litmus milk: coagulation in 28 days §†	+	+	+	+	+	+
peptonisation: reduction	+,†	+,†	+,†	+,†	+,†	-,†
acidification, alkalinization	-,†	-,†	-,†	+,†	-,†	-,†
<u>Enzymic activities and products (other than acid)</u>						
Digestion of casein §† <u>i</u>	+	+	+	+	+	+
Liquefaction of gelatin §† <u>j</u>	+	+	+	+	+	+
Digestion of starch §† <u>i</u> ,pectate §† <u>k</u>	+,†	-,†	-,†	-,†	-,†	+,†
Digestion of chitin §† <u>l</u>	+	-	-	-	-	-
Production of abundant catalase §† <u>m</u>	+	+	+	+	-	-
Production of oxidase §† <u>n</u>	+	-	+	+	+	+
Reduction of nitrate §† <u>o</u> ,of nitrite §† <u>w</u>	+,†	+,†	-,†	+,†	-,†	-,†
Hydrolysis of egg yolk lecithin §† <u>i</u>	+	+	+	+	+	+
Hydrolysis of Tween 80 §† <u>p</u>	-	+	-	+	-	-
Decomposition of urea §† <u>q</u>	+	-	-	-	-	-
Hydrolysis of aesculin §† <u>r</u>	+	+	+	-	+	-
Production of indole <u>o</u> , of acetoin §† <u>y</u>	-,†	-,†	-,†	-,†	-,†	-,†
Production of hydrogen sulfide §† <u>i</u>	-	-	-	-	-	-
<u>Fermentation of glucids</u>						
Methyl red test §† <u>o</u> ,gas from glucids	-,†	+,†	-,†	-,†	-,†	-,†
Anaerobic Hugh-Leifson test : growth	+	+	-	+	-	-
acidification §† <u>s</u>	+	+	-	-	-	-
Acid from glucose (NH ₄ ⁺) §† <u>t</u>	+	+	+	-	-	-
Acid production from (peptone) <u>u</u>						
arabinose,dulcitol,fructose §†	-,†	-,†	-,†	-,†	-,†	-,†
galactose§†,glucose§†,glycerol§†	-,†	+,†	-,†	-,†	+,†	-,†
inositol,lactose §†,maltose §†	-,†	-,†	-,†	-,†	-,†	-,†
mannitol §†,mannose §†,raffinose	+,†	+,†	+,†	+,†	+,†	+,†
rhamnose,saccharose §†,salicin §†	-,†	-,†	-,†	-,†	-,†	-,†
sorbitol §†,starch §†,xylose §†	-,†	-,†	-,†	-,†	-,†	-,†
<u>Sensitivity to antibiotics v</u>						
10 u penicillin §, 10 µg streptomycin §	5,2	13,5	10,4	13,5	17,6	19,7
30 µg kanamycin §, 30 µg terramycin §	6,2	6,3	5,5	8,5	8,7	8,6
30 µg novobiocin §	10	11	10	12	11	12

§ used in computation of similarity coefficients; † used in computation of positivity index.

a measured from photograph of cells in NB culture (vegetative) or MA colony (sporangia), average of 10 cells ; b cells grown on glucose agar, stained after Burdon (10) ; c by stab inoculation in 0.5 % agar (ref. 11, p. 292), and by phase contrast observation of young NB culture in hanging droplet ; d silver impregnation (23). This test was done only with strains scoring negative for one or both motility tests. The result was considered negative only if no flagella were observed in 3 independent preparations (B.anthraxis CIP A3 was used as a negative control) ; e in nutrient broth, duration of heating 20 minutes ; f isolated colonies (implanted by touch of inoculation needle) on MA after 10 days at 30° ; g ref. 26 ; h Koser medium (ref. 17, p. 5) supplemented with 0.2 % sodium fumarate and 1.5 % agar ; i ref. 11, p. 498 ; j in 14 days at 18°C, ref. 22, p. 55 ; k ref. 16 ; l ref. 25, p. 298 ; m gas produced by bacterial paste in contact with 10 % (w/v) H₂O₂, ref. 2, p. 260 ; n oxidation of tetramethyl-p-phenylene diamine, ref. 2, p. 261 ; o ref. 2, p. 259-262 ; p ref. 8 ; q Christensen medium (ref. 27, p. 277-278) ; r ref. 9, p. 60 ; s ref. 1, p. 60 ; t ref. 22, p. 54 ; u read daily for 5 days, 30°, ref. 11, p. 293 ; v average width in mm of inhibition rings on MA plate surrounding two 6 mm discs, each containing antibiotic as stated ; w ref. 7, p. 13 ; y Clark-Lubs medium, 5 days, 30°C, tested with 5 % α-naphthol and 40 % KOH (ref. 2, p. 260).

- resultaten met zekerheid voorspelbaar uit die van een reeds eerder uitgevoerde test,

- resultaten sterk gecorreleerd met die van een andere test.

Na deze uitzuivering werden 63 multistaat kenmerken overgehouden (lijst in tabel 8) voor numeriek taxonomisch onderzoek.

3.3.-

De eerste bewerking in deze verwerking bestond in het coderen van de gegevens op een manier die rekening hield met

- de gradatie van het antwoord op elke test,
- de voorspelbaarheid van het antwoord in bepaalde combinaties.

Voor elke kiem werden twee reeksen gecodeerde gegevens aangelegd (één multistaat en één equivalente, binaire reeks).

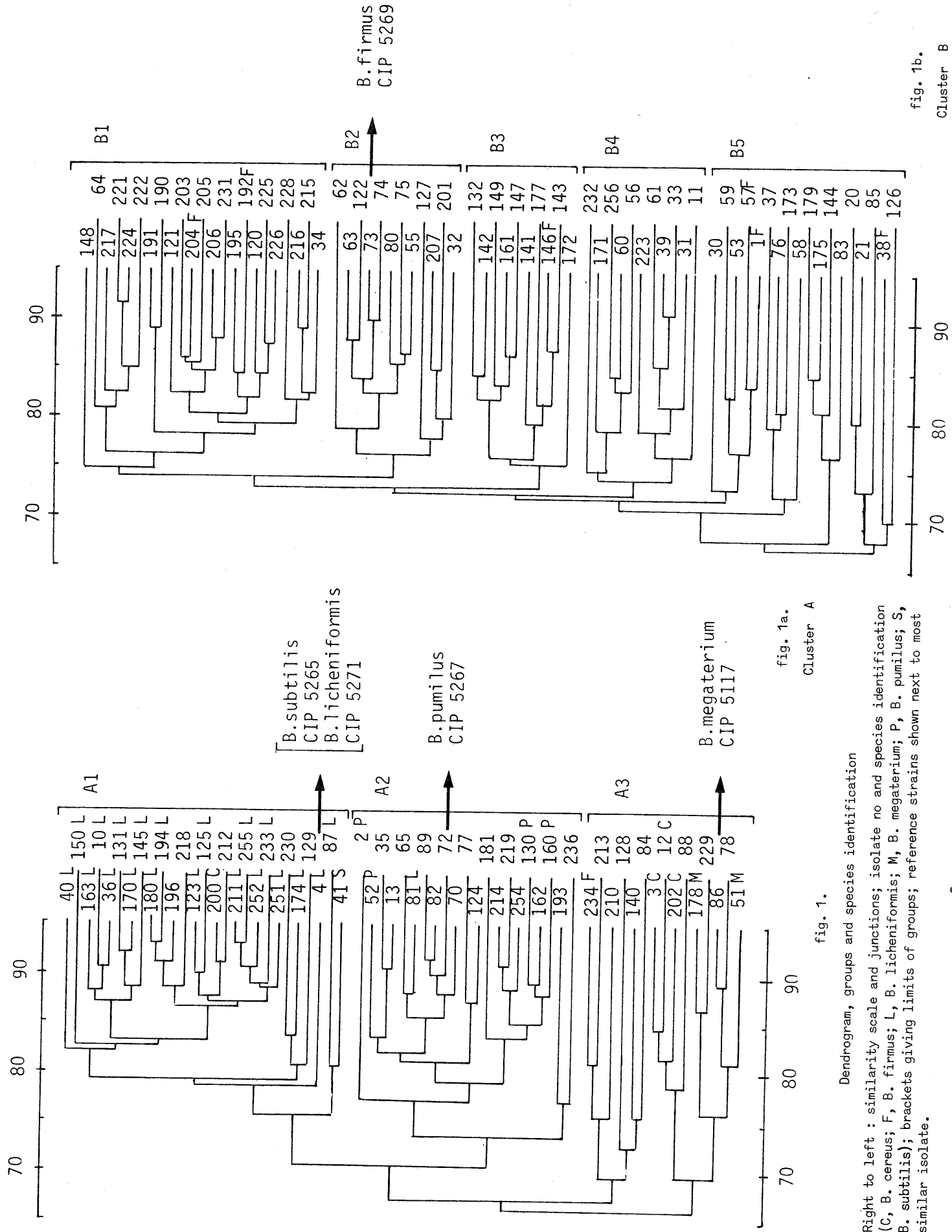


fig. 1a.

Cluster A

fig. 1.

Dendrogram, groups and species identification

Right to left : similarity scale and junctions; isolate no and species identification (C, *B. cereus*; F, *B. firmus*; L, *B. licheniformis*; M, *B. megaterium*; P, *B. pumilus*; S, *B. subtilis*); brackets giving limits of groups; reference strains shown next to most similar isolate.

fig. 1b.

Cluster B

3.4.-

De reeksen werden met behulp van een computerprogramma twee aan twee vergeleken met berekening van de similariteitscoëfficiënt of "afstand" tussen elk paar stammen.

3.5.-

Op deze coëfficiënten werd een clusteringstechniek van het UPGMA (ongewogen paar-groep methode steunend op rekenkundige gemiddelden) toegepast. Uit de resultaten werd een geordend dendrogram opgesteld, waarin de verwantschap van de kiemen grafisch voorgesteld werd. Figuren 1a en 1b tonen dit dendrogram. Twee worden tot kleinere fenonen.

Tabel 9

Intra- and intergroup average similarities

a.	Cluster A	Cluster B
Cluster A (63 strains)	<u>71.9</u>	
Cluster B (74 strains)	62.8	<u>72.3</u>

b.	Cluster A			Cluster B				
	A1	A2	A3	B1	B2	B3	B4	B5
A1 (27 strains)	<u>82.0</u>							
A2 (21 strains)	70.5	<u>79.6</u>						
A3 (15 strains)	66.5	66.3	<u>68.1</u>					
B1 (23 strains)	62.2	68.2	68.6	<u>78.8</u>				
B2 (12 strains)	59.9	64.4	66.9	74.2	<u>79.4</u>			
B3 (10 strains)	61.1	67.4	65.4	73.6	72.3	<u>78.2</u>		
B4 (11 strains)	56.1	63.7	64.4	73.6	71.8	69.8	<u>76.4</u>	
B5 (18 strains)	55.1	62.4	63.3	69.6	69.6	69.5	69.0	<u>68.8</u>

Intragroup averages are underlined.

a. Main clusters

b. Groups as shown in fig. 1.

3.6.-

De gemiddelden der similariteitscoëfficiënten werden berekend :

- tussen alle leden van eenzelfde groep (intragroepsgemiddelde),
- tussen alle leden van verschillende groepen, waarbij de groepen 2 aan 2 werden genomen (intergroepsgemiddelde). De resultaten zijn te zien in tabel 9. Deze resultaten rechtvaardigen de groepsvorming in het dendrogram.

3.7.-

Binnen elk fenon werd het "centrotype" opgezocht, d.w.z. de stam die de grootste gemiddelde similariteit vertoonde met de overige leden van de groep. Een uitvoerige klassieke beschrijving van deze stammen wordt gegeven in tabel 8. Hun sporuleringsmorfologie wordt geïllustreerd in fig. 2.

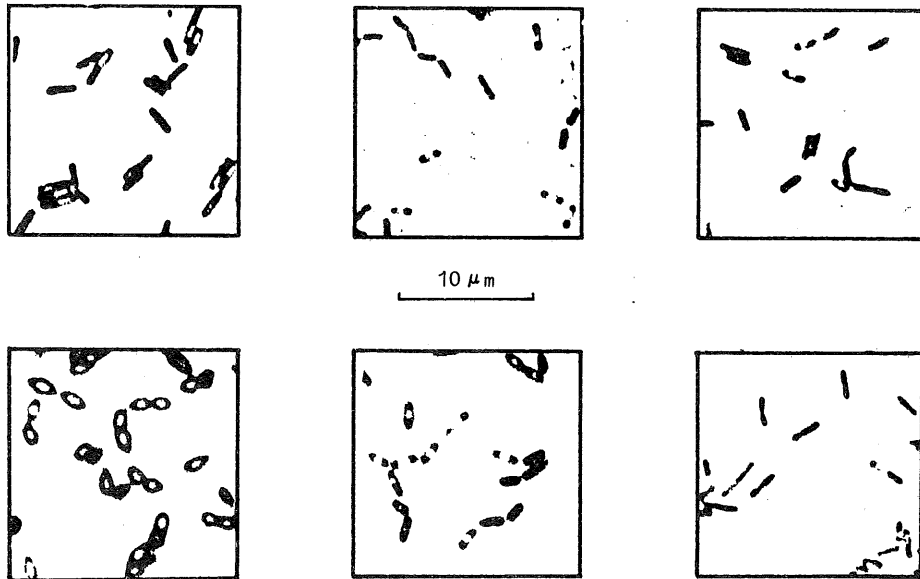


fig. 2.

Sporulation morphology of centrotypes strains

Top row, left to right (strain no and group) 211 (A1), 72 (A2), 231 (B1);
bottom row 73 (B2), 149 (B3), 33 (B4). A complete description of these
strains is given in table 2.

3.8.-

Er werd gezocht naar de meest discriminerende binair (ja-nee) testen voor elk fenon. De resultaten zijn gegeven in tabel 10. De eerste plaats kwam toe aan de Voges-Proskauer test (productie van acetoin). De twee hoofdgroepen bestonden bijna uitsluitend uit VP+, respectievelijk VP- stammen.

Tabel 10

Most discriminating binary tests

	Number of positive strains									Difference d in pro- portion of positive strains
	A1	A2	A3	B1	B2	B3	B4	B5		
Number of strains :	27	21	15	23	12	10	11	17		
a. Tests distinguishing clusters A and B (except marginal strains). $d = p_{A1+A2} - p_{B1+B2+B3+B4}$										
Acetoin produced (VP+)	27	21	5	0	0	0	0	1		1.00
Pellicle formed on NB	26	13	5	0	0	0	0	0		0.81
Pectate digested	25	20	5	6	0	0	1	0		0.81
Acid produced from salicin (peptone)	26	19	10	12	0	2	0	2		0.69
Motile (stab inoculation)	27	17	9	7	1	2	7	4		0.61
Spores retain viability after 20' at 100°	20	10	5	2	0	1	1	0		0.55
Growth at pH 5.7 (d=0.75, see section d); Hugh-Leifson test (d=0.57, see section b)										
b. Tests distinguishing phenons A1 and A2. $d = p_{A1} - p_{A2}$										
Starch digested	27	2	12	11	5	7	4	6		0.91
Penicillin disc : inhibition ring > 8 mm	4	21	2	21	11	9	8	14		0.85
Nitrite reduced	24	1	7	0	2	0	1	1		0.84
Chitin digested	21	0	5	0	0	0	0	1		0.78
Acid produced from maltose (peptone)	22	1	13	15	9	0	4	2		0.77
Colonies matte	20	0	0	0	3	4	0	0		0.74
Acid anaerobically produced (Hugh-Leifson)	24	4	5	1	0	0	0	0		0.70
Diameter of standard colonies > 12 mm	22	3	5	8	6	3	0	3		0.67
Chains of 4 or more cells formed	22	3	12	22	12	9	4	13		0.67
Streptomycin disc : inhibition ring > 4 mm	5	17	9	16	11	9	11	14		0.62
Methyl red test positive	4	16	7	4	0	0	1	0		0.61
c. Tests distinguishing phenon B4 from B1 + B2 + B3 (pooled). $d = p_{B4} - p_{B1+B2+B3}$										
Acid produced from saccharose (peptone)	27	18	13	17	10	8	0	10		0.78
Pigmentation medium to intense	8	8	1	12	10	8	1	4		0.58
Acid produced from glucose (peptone)	27	21	15	22	12	8	4	10		0.57
Chains formed (d=0.59, see section b)										
d. Tests distinguishing phenon B3 from B1 + B2 (pooled). $d = p_{B3} - p_{B1+B2}$										
Growth in NB at pH 5.7, 30°	27	21	12	1	4	9	0	8		0.76
Lipid droplets present	4	2	11	13	11	0	10	5		0.69
Growth in NB at 44°	26	19	12	3	8	9	6	12		0.59
15 % NaCl tolerated	10	7	4	1	7	8	1	5		0.57
Acid from maltose (d=0.69, see section b).										
e. Tests distinguishing phenons B1 and B2. $d = p_{B1} - p_{B2}$										
Nitrate reduced	27	12	11	5	12	1	5	12		0.78
Anaerobic growth (Hugh-Leifson)	26	14	11	6	12	2	3	1		0.74

3.9.-

Het feit werd opgemerkt, dat de frequentie der positieve antwoord op testen, waarbij een of andere fysiologische of biochemische bekwaamheid werd nagegaan, van boven naar beneden in het dendrogram afnam

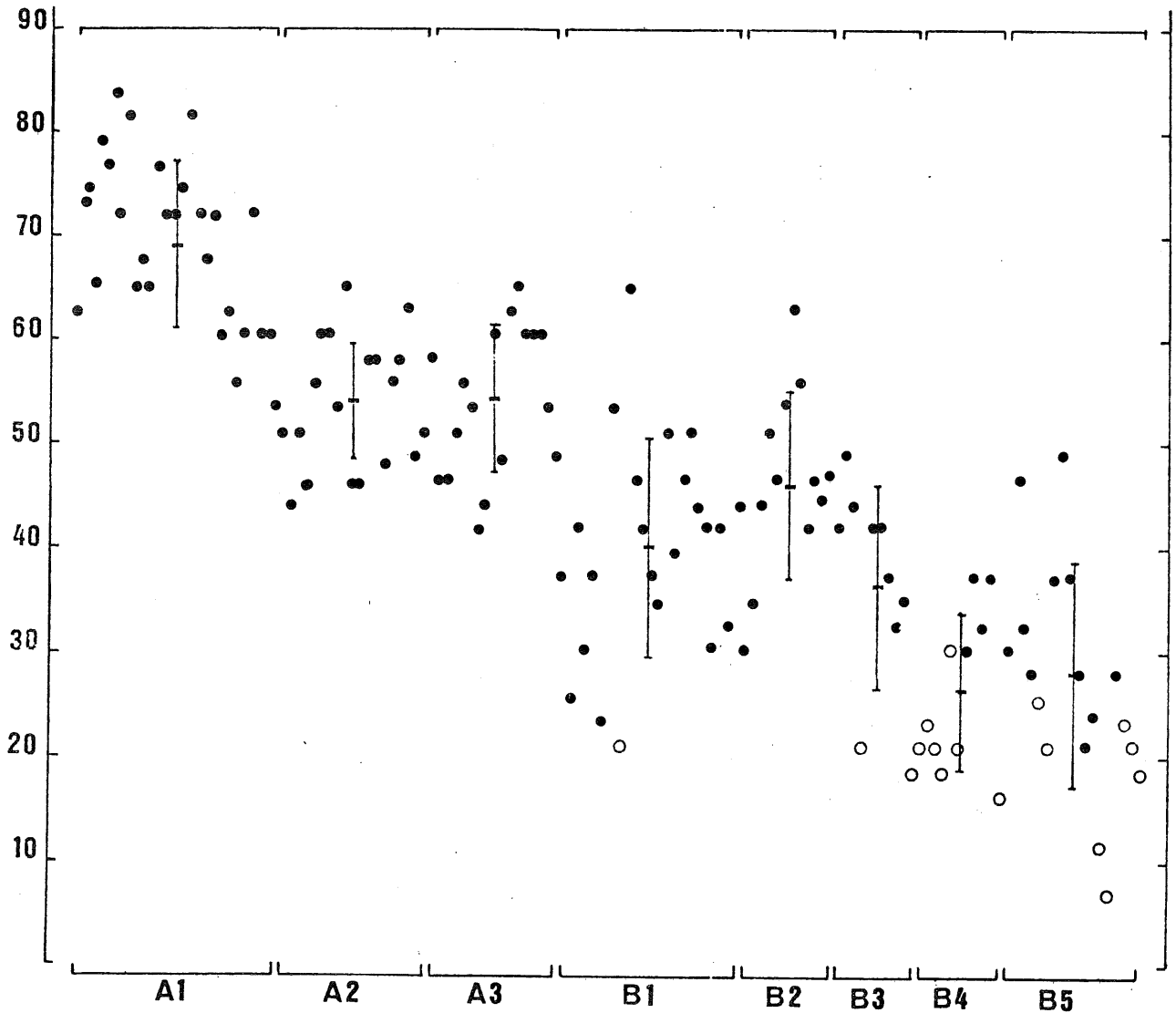


fig. 3.

Positivity index of individual strains and groups

Individual strains and groups (brackets) are ordered as in the dendrogram (fig. 1). Ordinate, percent of positive results of 43 tests denoting positive physiological and biochemical abilities. Filled circles, glucid fermenting strains; open circles, non-fermenting strains; bars and flags, group averages \pm standard deviation.

(boven = VP+, beneden = VP-groep). Een systematisch onderzoek van dit verschijnsel leidde tot het opstellen van de "positiviteitsschaal" weergegeven in fig. 3. Men raadplege deel 4 punt 5 voor een interpretatie hiervan.

4.- Vergelijking met de klassieke taxonomie en met een ander numeriek taxonomisch systeem

4.1.- Pogingen tot identificatie van de species volgens de klassieke methode

Deze pogingen toonden de mogelijke relevantie aan van een dozijn klassieke species. Type stammen van deze species werden betrokken uit een verzameling en gebruikt om de verdiensten van verschillende klassieke dichotomische tabellen empirisch na te gaan. De identificatiemethode die de minste fouten opleverde met de collectiekiemen bleek een combinatie van twee tabellen te zijn. Toepassing van deze methode op de eigen isolaten gaf min of meer resultaat naargelang het fenon.

In de VP+ groep (fig. 1a) werd een hoog percentage isolaten geïdentificeerd en kon fenon A1 in zijn geheel als *Bacillus licheniformis* worden bestempeld. In de VP- groep konden slechts zeer weinig kiemen geïdentificeerd worden en de zeldzame identificaties leidden steeds tot de species *B. firmus*.

4.2.- Kritisch onderzoek van het klassiek speciesbegrip

De identificatiepogingen van eigen isolaten uit de VP lieten vaak niet toe te beslissen tussen de species *B. megaterium* en *B. firmus* die nochtans naar klassieke begrippen door een drietal wel omschreven eigenschappen "gescheiden" zijn. Daarom werd een statistische studie van de frequentie van de antwoorden op de 3 discriminante eigenschappen gemaakt. De resultaten (tabel 11) tonen de opmerkelijke overeenstemming met de

Tabel 11

Width >0.9 µm	Lipid droplets	Growth at pH 5.7	Number of strains	
			Observed	Expected under null hypothesis
-	-	-	10	14.4
-	-	+	10	8.0
-	+	-	25	18.4
-	+	+	6	10.2
+	-	-	10	9.3
+	-	+	7	5.2
+	+	-	9	11.9
+	+	+	7	6.6

distributie berekend onder de nulhypothese (afwezigheid van elke correlatie). Dit resultaat toont de artificiële aard aan van de twee beschouwde conventionele species.

4.3.- Numeriek-taxonomische studie van collectiekiemen

Vertegenwoordigers van 12 klassieke species werden aan dezelfde reeks testen onderworpen als de eigen isolaten en hun plaats in het dendrogram werd bepaald. De resultaten zijn samengevat in fig. 1a en 1b en in tabel 12. Opvallend was dat slechts 5 uit de 12 een duidelijke plaats kregen. Deze plaatsingen bevestigden de reeds hoger vermelde identificatie van de eigen kiemen. Ze brachten eveneens de hoge similariteit van de type stammen van *B. subtilis*, *B. licheniformis* en *B. pumilus* aan het licht.

4.4.- Vergelijking van onze eigen taxonomie met die van Bonde (1974)

Deze onderzoeker publiceerde de eerste poging tot numerieke taxonomie van het genus *Bacillus*, gebaseerd op onderzoek van kiemen van uiteenlopende oorsprong. Hij kwam ertoe, tien fenomenen te onderscheiden. Wij

Tabel 12

Average similarity of 12 test strains representing conventional species

Test strain *	A1	A2	A3	B1	B2	B3	B4	B5
<i>B.licheniformis</i>	<u>77.9</u>	65.4	64.3	59.3	62.3	60.5	56.1	57.4
<i>B.subtilis</i>	74.8	68.3	65.3	60.7	60.5	61.9	60.5	59.8
<i>B.pumilus</i>	74.5	<u>81.5</u>	65.2	66.4	62.2	65.1	65.7	61.1
<i>B.cereus</i>	71.2	66.3	<u>70.5</u>	67.7	71.0	67.1	64.5	63.3
<i>B.cereus var. mycoides</i>	71.0	64.4	65.0	61.9	64.9	59.4	60.4	57.0
<i>B.anthraxis</i>	63.5	64.7	69.8	67.9	71.1	64.7	67.5	66.1
<i>B.megaterium</i>	65.8	66.8	70.3	66.2	67.8	67.1	60.7	64.3
<i>B.firmus</i>	61.0	66.0	68.1	<u>74.6</u>	<u>74.9</u>	67.6	<u>75.6</u>	<u>70.0</u>
<i>B.brevis</i>	53.7	58.8	62.7	66.7	64.8	64.7	74.1	64.6
<i>B.pantothenicus</i>	62.1	63.4	65.8	66.9	66.9	64.4	68.4	63.4
<i>B.sphaericus</i>	52.1	64.1	61.8	66.9	60.5	<u>70.0</u>	68.1	65.9
<i>B.coagulans</i>	61.0	62.0	63.7	62.4	57.4	60.2	62.4	61.9

Underlined : highest figure in column.

* For origin and status of test strains, see 2.2.2.

bekwamen de tien centrotypen stammen en onderwierpen deze eveneens aan onze batterij testen. De resultaten waren in die mate teleurstellend, dat Bonde's tien centrotypen of helemaal afzijdig waren, of uitsluitend terechtwamen in onze VP+ groep. Hieruit kan worden besloten dat onze VP- groep waarschijnlijk een groep kiemen voorstelt die, hoewel dominerend in de Noordzeeslikken, elders weinig vertegenwoordigd is. Een algemene gelijkenis op statistische grond kon evenwel worden aangetoond tussen onze VP+ en VP- groepen en twee van Bonde's fenomenen (tabel 13).

4.5.- Vergelijking met Joly's positiviteitsprofielen

Deze Franse onderzoeker stelde naar 22 klassieke species een "gemiddeld profiel" op, dat verwant is met ons eigen positiviteitsbegrip (§ 3.9).

Tabel 13

Comparison of groups described in this paper and by Bonde

	A (this paper)	IIIA (Bonde)	B (this paper)	IIB (Bonde)
No of strains :	63	43	74	24
Chains formed	59	26	81	75
Cell width > 0.9 μ m	16	54	36	96
Pellicle formed	70	51	0	4
Nonmotile (phase contrast observation)	5	9	64	8
Lipid droplets present	27	9	53	42
VP+ (Clark-Lubs)	84	98	1	8
Nitrate reduced	79	98	47	67
Starch hydrolyzed	65	86	45	79
Pectate hydrolyzed	79	71	9	33
Anaerobic acid production (Hugh-Leifson)	52	88	1	33

Percentage of strains possessing 10 critical features.

De door ons gevonden positiviteitsgradiënt komt goed overeen met die van Joly voor wat betreft de relevante klassieke species.

Besluit uit delen 3 en 4 (voor een meer gedetailleerde formulering zij verwezen naar de als bijlage opgenomen, engelstalige *Discussion*) :

- irrelevant en grotendeels artificieel karakter van de klassieke species binnen het genus *Bacillus*. De klassieke taxa weigerden meestal dienst als het erom ging nieuwe, uit een natuurlijk biotoop lukraak geïsoleerde kiemen te identificeren;

- noodzaak van de creatie van nieuwe taxa;

- onze poging om dit te doen met behulp van numerieke taxonomie leidde tot de vorming van fenonen en de selectie van de Voges-Proskauertest als primair criterium;

- het werk leidde eveneens tot de vaststelling van het bestaan van een positiviteitsgradiënt samenvallend met het bekomen dendrogram.

5.- Taxonomie van *Bacillus* isolaten op grond van serologische verhoudingen

Hoewel serologische relaties een belangrijke rol spelen in de taxonomie van andere groepen bacteriën, is ons voor het genus *Bacillus* slechts één 15 jaar oude publicatie van Britse onderzoekers [Norris en Wolf (1961)] hierover bekend. In deze publicatie werd de species-specificiteit van de thermostabiele sporenantigenen aangetoond. Er was alleen kruisreactie tussen de species *B. subtilis* en *B. licheniformis*. Daar wij in de betrekkingen tussen de species van de *subtilis*-groep bijzonder geïnteresseerd waren (cf. § 4.3) ondernamen wij een studie van de type-stammen van voornoemde species. Dit werk liep om technische redenen (moeilijkheden bij het immuniseren van de proefdieren) grote vertraging op en kon niet afgewerkt worden. Toch zijn de voorlopige resultaten interessant in die zin dat ze de kruisreactie tussen *B. subtilis* en *B. pumilus* en de afwezigheid van kruisreactie tussen *B. licheniformis* en de overige twee bevestigen. Onze onderzoekingen zetten een stap verder dan die van Norris en Wolf, daar wij een techniek gebruikten (dubbele diffusie in agar) waarbij niet enkel de kruisreactie, maar ook de eventuele identiteit van de antigenen kan worden onderzocht. Zodoende kon worden aangetoond dat het sporenantigeen van *B. subtilis* in feite bestond uit tenminste twee antigenen, waarvan één reageerde met antiserum tegen *B. pumilus* sporen.

Hopelijk zal dit uiterst interessant, maar laattijdig bekomen resultaat het vertrekpunt van verder onderzoek kunnen vormen.

6.- Verwante research buiten het kader van het ICWB programma

In het vorige hebben wij ons strikt beperkt tot de onderzoekingen die werden uitgevoerd met medewerking van personen aangesteld in het kader van het ICWB programma. In het laboratorium werden echter ook

andere onderzoekingen over dezelfde problematiek verricht, namelijk :

- "Vergelijking van methoden voor staalname van slib bij bacteriologisch onderzoek", door J.-M. BESSEMANS, einde-studie-werk 1973;
- "Taxonomisch onderzoek van twee kiemen op genetisch vlak door guanine-cytosine gehalte bepaling", door B. LE CLEF, einde-studie-werk 1974;
- "De thermische behandeling als middel ter bepaling van de relatieve hoeveelheid sporen in mariene slikken", door B. VAN DESSEL, einde-studie-werk 1974;
- "Studie van enkele koolstofbronnen in verband met de numerieke taxonomie van *Bacillus* sp.", door I. STOOPS, einde-studie-werk 1974;
- "De gevoeligheid voor antibiotica als hulpmiddel bij de numerieke taxonomie van *Bacillus* species", door J. GOOSSENS, einde-studie-werk 1974 (publicatie in voorbereiding);
- een voorbereidende studie in samenwerking met een navorser van U.I.A. is aan gang om het mogelijk gebruik te onderzoeken van het polypeptide electroferogram als bijkomend taxonomisch criterium bij *Bacillus* sp.

7.- Discussion

Bacillus strains tend to exhibit "a graduated series of differences like the gradations of a spectrum in which colors fade into one another in sequence" (15). In addition, "all too often, the determination of a strain is impossible either because the currently accepted species are too poorly defined or because the distance to these species is excessive" (4). This state of affairs calls for the creation of more hospitable taxa. If these are to be defined by the method of numerical taxonomy, it is, however, essential that :

- i) a highly diversified and balanced set of nonredundant tests be used and

ii) the strains under investigation be drawn (preferentially at random) from natural habitats and certainly not from collections of named strains.

The present study of 138 random isolates from marine sediments satisfies these criteria. Two clusters A and B emerged, which differed by many features and most sharply by the Voges-Proskauer test. Except for a few marginal elements, all strains of cluster A were VP+ and all strains of B were VP-. In our hands, the Voges-Proskauer test was perfectly reproducible, provided due allowance was made for slow producers.

Cluster A contained two tight phenons, one of which corresponded to the conventional species *B. licheniformis*. A few strains of cluster A were found to belong to five other species.

Cluster B contained only a few identifiable strains, all of which were *B. firmus*. All the species that turned up belonged to group I of Smith *et al.* (20); since nearly all the unidentified strains also had oval non-bulging spores, they also belonged to that group.

In a monumental study of mesophilic *Bacillus* isolates of different origins, Bonde (6,7) described 10 phenons, most of which were also unrelated to conventional species. Our own phenons could not be equated to any of these, though there was a general statistical resemblance between our clusters A and B, and Bonde's phenons IIIA and IIB, respectively. From the relative morphological homogeneity noted above, and the many invariant physiological characters of our isolates (3.1), it may be concluded that the aerobic, sporulating rods one can isolate from North Sea sediments cover a relatively small area of the *Bacillus* spectrum.

On the other hand, our isolates differed widely by the extent of their biochemical abilities. As shown in figure 3, a gradient of positivity (as measured by the proportion of positive answers to more than 40 physiological and biochemical tests), could be superimposed upon the dendrogram.

Our findings can be compared to those of Joly (18) who established a "theoretical average profile" of 22 *Bacillus* species based on the final results of 83 biochemical tests and the time required for those results to become positive. Disregarding the time factor, we used Joly's data to compute the percentage of positive tests for the species relevant to the present work. The score of *B. licheniformis* (55 % positive) was roughly double of that of *B. firmus* (27 %). Similarly, the positivity index of 69 % obtained in the present work for phenon A1 (fig. 3) which corresponded to *B. licheniformis*, was about double that of cluster B (35 %) which was related to *B. firmus*. Both Joly's and our own findings suggest that *Bacillus* taxa, whether conventional or numerical, may be ranked by an index of positivity. This index may perhaps turn out to be the unifying concept or "wave length" of the *Bacillus* spectrum.

Looking at our data from another perspective, the coexistence in the same biotope of strains with very different biochemical capabilities also raises intriguing ecological problems.

Referenties

- BARJAC, H. de en BONNEFOI, A., (1962). Essai de classification biochimique et sérologique de 24 souches de *Bacillus* du type *B. thuringiensis*, *Entomophaga*, 7, 5.
- BARJAC, H. de en COSMAO-DUMANOIR, V., (1975). Intérêt de certains critères biochimiques supplémentaires pour la classification des souches de *Bacillus*, *Ann. Microbiol.* (Inst. Pasteur), 126A, 83.
- BOEYÉ, A., WAYENBERGH, M. en AERTS, M., (1975). Density and composition of heterotrophic bacterial populations in North Sea sediments, *Marine Biol.* 32, 263.
- BOEYÉ, A. en AERTS, M., (1976). Numerical taxonomy of *Bacillus* isolates from North Sea sediments, *Intern. Jl. Syst. Bact.*, (ter perse).
- BONDE, G.J., (1973). *The genus Bacillus*, ISS Research Council, series 2, Copenhagen.
- BONDE, G.J., (1975). The genus *Bacillus*, *Dan. Med. Bull.*, 22, 41.

- GORDON, R.E., (1973). *The genus Bacillus*, in A.I. LASKIN en H.A. LE-CHEVALIER (eds.), *Handbook of microbiology, vol. I, Organismic microbiology*, CRC Press, Cleveland, 71.
- GORDON, R.E., HAYNES, W.C. en PANG, C.N-H., (1973). The genus *Bacillus*, *U.S. Dept. Agr. Handbook, 427*, Washington D.C.
- JOLY, B., (1973). *Contribution à l'identification des espèces du genre Bacillus par l'étude normalisée des caractères enzymatiques; Intérêt en taxonomie*, thesis, Univ. of Clermond-Ferrand.

Achévé d'imprimer le 8 décembre 1977
sur le duplicateur et la presse offset
d'é.t.a.b.é.t.y.p.
72, quai de Longdoz - 4020 LIEGE
Tél.: 041/42.59.21

