



1030

PROGRAMMA 3176 A

SPECIFIEK PLANKTONONDERZOEK

-BEHEER VAN HET MARIEN MILIEU.

-BEHEER DER VISSTOCKS.

-AUTOMATIZATIE.

Yannick Van Keymeulen.

BEHEER VAN HET MARIEN MILIEU.Inleiding.

De onderzeese zand- en grintexploitatie kent momenteel een buitengewone ontplooiing als gevolg van de voortdurende toename van het aantal aanvragen, uitgaande zowel van de privé (bouwsector) als van de openbare sektor (wegeninfrastructuur).

Zo ook worden de lozingen van afvalstoffen in zee steeds frequenter.

Het is noodzakelijk, vooraleer aanvragen worden toegekend en koninklijke besluiten worden genomen, dat grondig wetenschappelijk onderzoek wordt gedaan naar de mogelijke invloed van deze activiteiten op het ecosysteem.

Daarom startte het Rijksstation voor Zeevisserij een onderzoek, in een internationaal kader, om de mogelijke invloed van deze activiteiten op de visstand en de waterkwaliteit, dit zijn de fysiko-chemische factoren van het zeewater, te bepalen, alsook om de zones te bepalen waar zandwinning en dumping de minste schade zouden verrichten aan het ecosysteem. Zij volgen nu de evolutie na het starten van de activiteiten in deze zones (zie figuur 1).

Dit doet eveneens het RUG om veranderingen in verband met bentische populaties en soortenveranderingen vast te stellen.

Geen van beide instellingen onderzoekt de mogelijke weerslag van de genoemde activiteiten op het fytoplankton, dat nochtans aan de basis ligt van de voedselketen in zee.

Materiaal en methoden.

In juli 1980 werden 5 stations, samen met het Rijksstation voor Zeevisserij, bemonsterd. Daarvan waren er 2 stations, H2 en B2, gelegen in een dumpingzone en 3 stations in zandwinningsgebieden, nl. op 3 verschillende zandbanken die voor zand of grint worden uitgebaat (zie figuur 1).

Dit zijn de Kwintebank (KB), de Buiten Ratel (ZS8) en de Oostdijck (ZS2). Op deze punten werden waterstalen genomen met een Niskinfles op 3 m diepte. Ook werd met een Secchi schijf de turbiditeit van het water gemeten. De primaire produktie werd bepaald door middel van de klassieke methode van Steeman-Nielsen (1952).

In 1981 werden geen stalen genomen.

Resultaten en bespreking.

De waarden van de partikulaire primaire produktie (P.P.P.) worden weergegeven in tabel 1. Voor de 2 stations, in de dumpingzone gelegen, zijn deze waarden van dezelfde grootte orde als deze van het referentiepunt, t.t.z. 402 en 280 mgC/m²/d. Men moet wel opmerken dat deze zeer dicht bij het referentiepunt 'Oostende' liggen. Het punt 'Oostende' wordt als referentiepunt beschouwd voor de Belgische kustwateren.

Voor de 3 stations, die in zandwinningsgebieden gelegen zijn, liggen de waarden beduidend hoger dan deze van het referentiepunt. Hiervoor hebben wij geen verklaring, tenzij dat door het opwoelen van het zand kontinu nutriënten uit de bodem in suspensie worden gebracht, die dan ten goede van het fytoplankton.

In tegenstrijd met de veronderstellingen dat de turbiditeit in zandwinningsgebieden zeer hoog moet zijn, omdat vele deeltjes in suspensie worden gebracht, hebben wij een zeer lage turbiditeit vastgesteld. Andere hebben reeds vermeld dat het effect van zandwinning op de turbiditeit zeer lokaal is en zij zeker niet groter is dan het effect van de getijdenstromingen (Anon. 1975).

Als besluit kunnen wij zeggen dat aan de hand van deze 5 waarnemingen en met de gebruikte methoden wij op dit ogenblik zeker geen negatieve invloed op de P.P.P. van het fytoplankton waarnemen. In hoeverre op langere termijn een eventuele negatieve invloed (uitputting nutriënten uit het sediment) zich zal laten gelden, is op dit ogenblik niet te voorspellen.

Dumpingzone	P _{opt}	I _K	P.P.P. (mgC/m ² /d)	Ligging.	
H2	16.0	37.5	402	51°26'41" N.B.	
				2°58'27" O.L.	
B2	10.0	25.0	280	51°30'01" N.B.	
				2°58'35" O.L.	
Zandwinningzone					
KB	33.0	29.5	3306	51°17'30" N.B.	
				2°38'42" O.L.	
ZS8	26.4	31.5	2369	51°19'59" N.B.	
				2°41'59" O.L.	
ZS2	7.0	33.0	1243	51°20'41" N.B.	
				2°30'32" O.L.	
Referentiepunt					
Oostende	13	15	474	51°24'	N.B.
				2°48'	O.L.
(uit Synthese OM/1977-1978 03)					
(Synthese des recherches sur le phytoplancton)					

Tabel 1.

BEHEER DER VISSTOCKS.Inleiding.

Bij verschillende kommerciëel uitgebate vissoorten zijn reeds sinds lange tijd zeer hoge mortaliteiten van 50 tot 90 % waargenomen in het eerste levensjaar en dan nog voornamelijk in de larvale ontwikkelingsstadia (Buchanan-Wollaston 1923,1926; Bückmann 1961, Blaxter 1965, Bannister, Harding and Lockwood 1974, Lasker 1975 en Ellertsen et al. 1979). Hjort (1914) bracht de hypotese naar voor van het bestaan van een 'Kritische periode', gedurende dewelke het gebrek aan beschikbaar voedsel, juist na het opgebruiken van de dooiervoorraad, tot zeer hoge mortaliteiten zou leiden. Sindsdien zijn er reeds verschillende onderzoeken geweest over de larven van de kabeljauw en de organismen die zij als voedsel kunnen gebruiken, om de hypotese van Hjort te testen (Dannevig 1919, Wiborg 1948, 1957). May (1974) besloot, gebaseerd op 11 onderzoeken, die gevonden waren in de literatuur, dat als gevolg van het onnauwkeurig bemonsteren geen besluiten konden genomen worden over het al dan niet bestaan van een 'Kritische periode'.

Sinds Hjorts hypotese zijn verschillende andere factoren, die tot hoge mortaliteiten kunnen leiden voorgesteld. Zo werden o.a. de invloed van de wind, de aanbreng van zoetwater in de kustwateren en klimatologische veranderingen op lange termijn als mogelijke beïnvloedende factoren op de fluktuaties van de kabeljauwvisserij voorgesteld (Rollefsen 1930,1932; Gran 1923,1930; Sund 1924, Otterstad 1942).

Het is onze bedoeling de hypothese van Hjort te testen voor de larven van de tong en/of andere factoren te onderzoeken die een invloed zouden kunnen hebben op de mortaliteit, de overleving en de groei van de tonglarven. Hiervoor worden zowel de verspreiding van de larven als die van hun voeselpartikels bestudeerd. Ook wordt er een kwantitatieve en kwalitatieve analyse van de mogelijke voedselpartikels uitgevoerd.

De stalen die uit zee genomen worden kunnen nooit een volledig beeld van de situatie van larven in verband met hun voedselpartikels en omgeving geven. Men kan een duidelijker idee krijgen door larven zelf op te kweken in het labo. Deze larven kunnen dan getest worden op hun al dan niet succesvolle eerste voeding, op hun reactie t.o.v. het niet vinden van een voedselpartikel gedurende een bepaalde tijd nl. het vasten. Ook kan het bestuderen van het gedrag en de activiteit in verband met voedingsdensiteiten belangrijke resultaten geven. Omdat een hongerige larve zwakker is en minder actief, kan het zijn dat zij gemakkelijker ten prooi valt (Wyatt 1972). Ook kan men nagaan in hoeverre fysiko-chemische factoren, zoals de temperatuur een rol spelen in het succesvol opnemen van de eerste voedselpartikels.

Wij delen ons werk op in 2 delen; het werk op zee en de labo-experimenten.

WERK OP ZEE.

Materiaal en methoden.

Wij hebben verschillende kruisvaarten op zee uitgevoerd om voldoende stalen te verzamelen aan de hand van dewelke wij distributie in de ruimte en de tijd van de vislarven en het zooplankton willen bepalen. De kruisvaarten begonnen in januari, wat ongeveer overeenkomt met het begin van het paaiséizoen van de schol (Pleuronectes platessa) en eindigden einde mei, wat ongeveer overeenkomt met het einde van de pelagische periode van de tong (Solea solea). De larven van de schol worden + tot einde maart teruggevonden en rond die periode worden de eerste eieren van de tong gevangen. Het begin en het einde van de paaiperiode is nooit exakt gekend, omdat deze kunnen verschuiven ten gevolge van klimatologische verschijnselen. De kruisvaarten zijn om de veertien dagen gepland, maar kunnen soms niet door gaan ten gevolge van slechte weersomstandigheden. Zij worden uitgevoerd met boten van de Zeemacht.

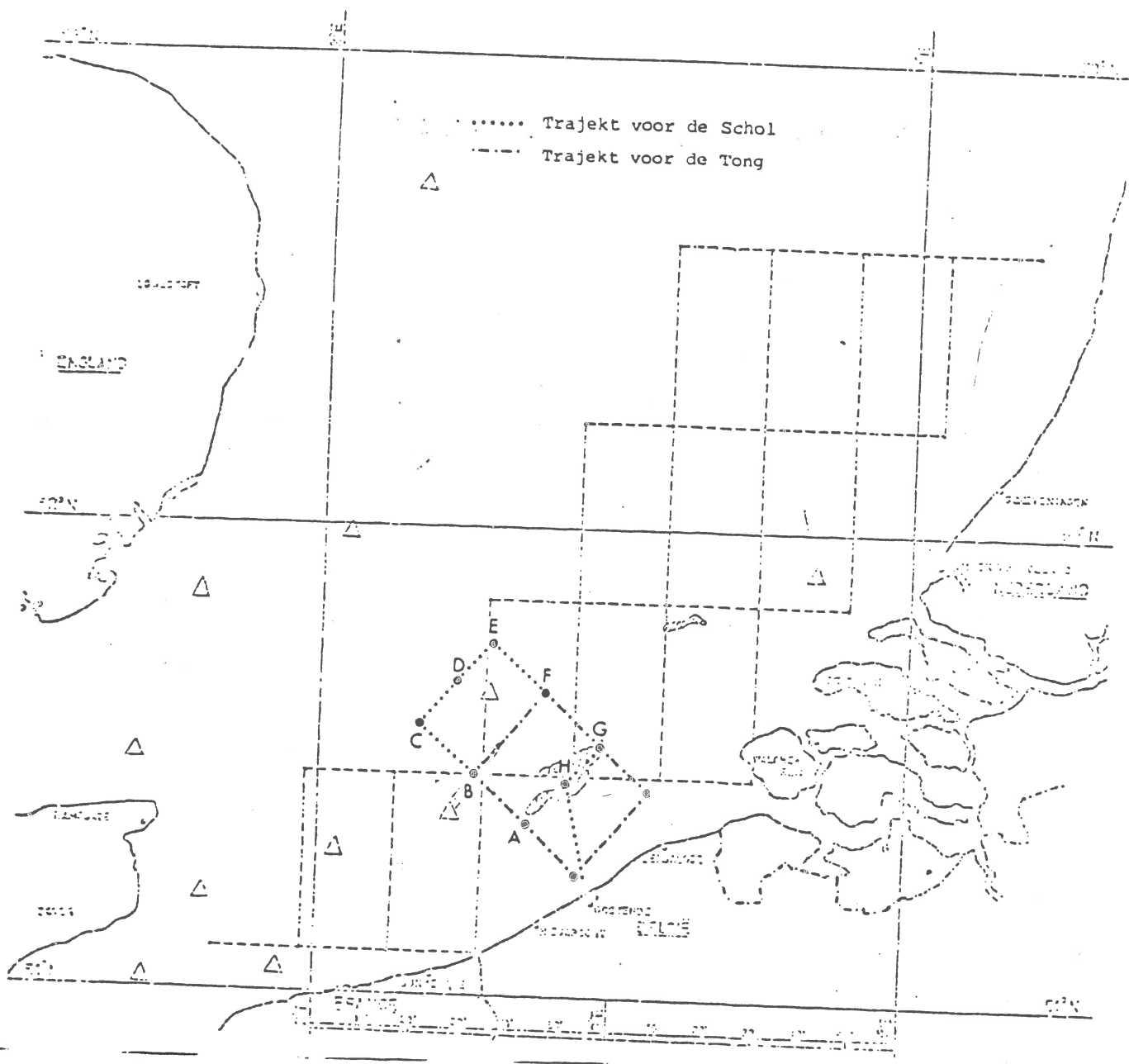
In 1980 werd er op volgende dagen uitgevaren en werden er stalen genomen : 17/1, 4/2, 18/2, 24/3, 31/3, 22/4, 5/5 en 19/5. In 1981 werd er uitgevaren op : 26/1, 9/2, 23/2, 23/3, 17/4, 22/4 en 18/5. Enkel de stalen van 17/1, 4/2, 18/2, 24/3, 22/4 van 1980 en 26/1, 9/2, 23/2 van 1981 zijn verwerkt.

Iedere kruisvaart bestaat erin een rechthoekig traject af te varen voor de Belgische kust (zie figuur 2). Op 8 punten, die op dit traject gelegen zijn worden de stalen genomen. Op ieder punt, genummerd van A tot H, wordt een staal genomen door een sleep uit te voeren met een High Speed Multipurpose Plankton Sampler (HSPS). Het net wordt op ± 5 m onder het wateroppervlak gedurende 2 NM verder getrokken en vanar april 1 NM, omdat er dan zoveel zooplankton aanwezig is dat het net ermee verstopt geraakt. Omdat de tong dicht bij de kust paait dan de schol, wordt tijdens de paaiperiode van de tong het traject naar de kust opgeschoven (in 1980 vanaf 5/5 en in 1981 van af 17/4). In 1980 werd tijdens de sleep eveneens een staal met de pomp genomen. In 1981 werd dit staal met de pomp, aan het einde van de sleep uitgevoerd op 2 diepten (in de mate van het mogelijke, naargelang de weersomstandigheden) op -5 en -10 m. De stalen die met de pomp genomen worden, zijn noodzakelijk om het zooplankton te kunnen vangen dat door de mazen van het HSPS gaat. Het water van de pomp wordt opgevangen in een planktonnet met een maaswijdte van 50 μ . De HSPS heeft een maaswijdte van 250 μ . Het volume water dat door de HSPS bij iedere sleep gaat kan berekend worden aan de hand van de gegevens die gegeven worden door de flowmeter die zich in de opening van het net bevindt.

De resultaten van de stalen met het net genomen worden weergegeven per 100 m³, die van de stalen met de pomp genomen per 500 l voor 1980 en per 1000 l voor 1981.

Aan boord worden de stalen gefixeerd met een 4-% formoloplossing en genummerd met een N gevolgd met het punt voor de stalen met het net genomen en met een P voor de stalen met de pomp genomen.

Op ieder punt wordt eveneens de temperatuur met een thermometer tot op 0.1 °C gemeten. Voor de saliniteit wordt een waterstaal genomen, waarvan de saliniteit bepaald wordt op het DER (Département d'Etudes et de Recherches) van de Zeemacht. Deze wordt bepaald tot op 0.001 ‰.



Figuur 2. Trajekt 1980.

Resultaten en bespreking.

Voor het ogenblik is de verwerking van de stalen nog aan de gang. Voor 1980 zijn enkel de stalen van 17/1, 4/2, 18/2 en 22/4 geteld en voor 1981 enkel die van 26/1, 9/2 en 23/2. Deze stalen geven een beeld van de evolutie van de eieren en de larven van de schol (*Pleuronectes platessa*). De stalen die genomen zijn tijdens de paaiperiode van de tong (*Solea solea*) zijn nog niet uitgewerkt.

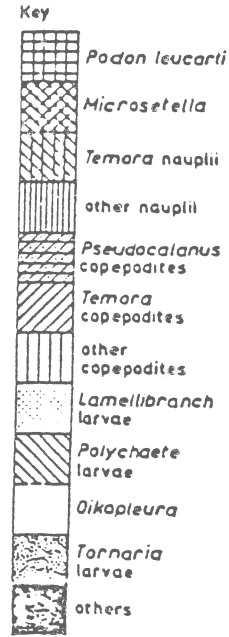
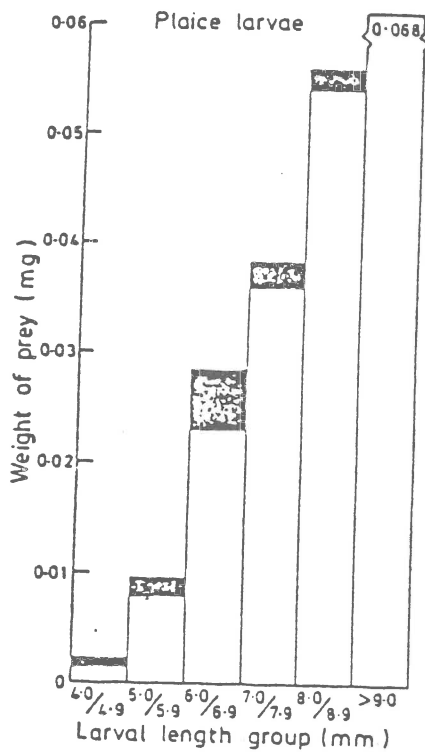
De resultaten van de tellingen van de stalen worden weergegeven in de tabellen 1 tot 10 voor 1980 en 10 tot 19 voor 1981. Het aantal larven staat niet vermeld in deze tabellen. Deze aantallen variëren sterk van het ene punt op het andere en van de ene kruisvaart tot de andere. Voor 1980 zijn de 2 kruisvaarten met het grootste aantal larven die van 4/2 en 18/2. Voor deze 2 dagen is het totaal aantal larven per punt en per lengteklasse weergegeven in tabel 20 en 21. Deze aantallen betreffen alle gevonden larven, maar uit een grove determinatie kunnen wij besluiten dat de meeste behoren tot de groep *Pleuronectiformes* (omvat o.a. *Limanda limanda*, *Pleuronectes flessus* en *Pleuronectes platessa*). De aantallen zijn weergegeven per volume dat door het net gegaan is. Dit volume varieert tussen 100 en 200 m³ voor 4/2 en tussen 150 en 188 m³ voor 18/2. Op de andere dagen werden er zeer weinig larven gevangen. Dit is ook zo voor de kruisvaarten van 1981, waar nooit een beduidend aantal larven gevangen werd. Dit is waarschijnlijk te wijten aan het feit dat wij steeds met zeer slecht weer of juist na een storm uitgevaren zijn voor de staalname. Het kan dat de verspreiding van de larven dan verschillend was en dat wij er daarom geen gevangen hebben. Van de 213 larven die gevangen werden op 4/2 en 18/2 zijn er 73 met een volle maag, d.w.z. waarop wij een maaganalyse kunnen uitvoeren. Dit is ongeveer 1/3 van de larven. De meeste larven zijn beschadigd door het net en meestal heeft dat tot gevolg dat zij hun maag en ogen verloren zijn.

Wij moeten de gegevens van de aantallen mogelijke voeselpartikels voor de larven nog uitwerken, dit komt overeen met de kwantitatieve en kwalitatieve analyse van het zooplankton. Als meest waarschijnlijke prooi denken wij vooral aan de nauplii van copepoden voor de jonge larven en aan adulte copepoden voor oudere larven.

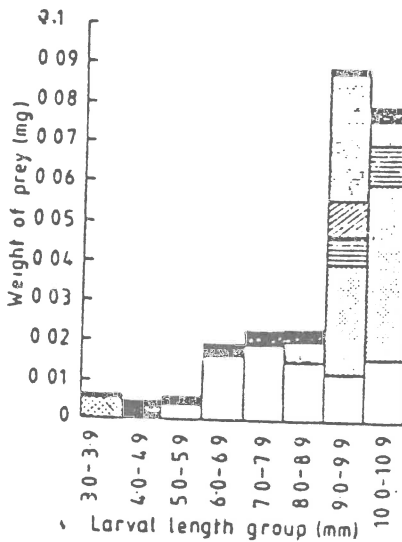
In natuurlijke omstandigheden voeden de larven van de schol zich hoofdzakelijk met grote diatomeën, copepoden, in alle ontwikkelingsstadia, en larvale stadia van mollusken. (Lebour 1918, 1918). Deze vaststellingen zijn het besluit van de analyse van een zeer klein aantal magen van larven die in de omgeving van Plymouth gevangen geweest zijn. Shelbourne (1953, 1957, 1962) vond dat de larven van de schol, die in de Noordzee gevist werden, hoofdzakelijk Appendicularia, nl. *Oikopleura dioica* in hun maag hadden. Dit werd later bevestigd door Last (1978). Hij voerde een maaganalyse uit op 1308 larven. Deze waren in het oostelijk deel van het Engels Kanaal en de Zuidelijke Eocht van de Noordzee gevangen. Zijn resultaten zijn weergegeven in het histogram en de tabel hieronder.

Table 1. *Pleuronectes platessa*. Percentage composition of all stomach contents

Food items	Length group (mm)								Total no. of food items	Percentage of all food items
	4.0-4.9	5.0-5.9	6.0-6.9	7.0-7.9	8.0-8.9	9.0-9.9	10.0-10.9	11.0-11.9		
<i>Coscinodiscus</i> spp.	4	6	5						110	5.0
<i>Paracalanus parvus</i> nauplii	4	2	1	1					18	0.8
<i>Pseudocalanus minutus</i> nauplii	4	3	4	2					45	2.1
Other nauplii	3		1						16	0.7
Polychaete larvae		3	8	1	3				46	2.1
<i>Oikopleura dioica</i>	85	79	79	94	97	100	100	100	1996	86.0
Others		10	2	2					71	3.3
Percentage of larvae feeding	19	31	65	77	78	66	79	100		
No. of food items/larva	0.2	0.8	2.4	3.2	4.7	3.6	3.4	10.0		
No. of larvae examined	78	471	464	195	51	34	12	3		



In 1980 publiceerde Last een nieuw artikel, over de maaganalysen van de larven van 20 verschillende vissoorten. Hier waren de larven echter afkomstig van stalen genomen langs de NO-kust van Engeland. Dit had tot gevolg dat de resultaten verschillend waren. De larven aten slechts gedurende een bepaalde tijd Oikopleura (zie histogram: 2).



Biomassa van de voedsel-partikels. Gemiddelde inhoud uitgedrukt in nat gewicht.

Wij veronderstellen dat dit verschil in voeding te wijten is aan een andere soortensamenstelling van het zooplankton. Alleszins vindt hij soorten zooplankton die nooit of zelden in onze stalen voor- komen en die wij dus niet als mogelijke voedselpartikels beschouwen voor de schollarven die voor de Belgische kust voorkomen.

Wij denken daarom dat het noodzakelijk is om zowel de samenstelling van het zooplankton als de inhoud van de magen van de vislarven te kennen, om een beeld te krijgen van de voedingsgewoonten van de larven. Daarom wachten wij tot wij over de resultaten van de maaganalysen beschikken om enige besluiten te trekken voor de schollarven die voor de Belgische kust gevangen worden.

	JA	NB	NC	ND	NE	NF	NG	NH
Volume	155.9	147.6	129.5	124.1	158.9	146.3	136.2	134.3
Temp.	4.25	4.40	5.50	4.05	5.15	5.20	3.90	4.20
Sal.	33.81	34.40	34.85	34.90	34.96	34.7	33.7	-
Totaal #ei	1	18	28	26	-	29	-	2
Pl.pl -	-	3	25	21	-	3	-	-
andere ei.	-	-	-	-	-	3	-	-
larven 1-2	1	15	2	5	-	22	-	2
3								
4								
?								
	/100m ³							
Sagitta	6	-		94		157		30
Gammarus	3	4	115	2		22		37
Mysidacea	1		88					
DL	2		10	21		27		37
Alteuta	2	3		1				
<u>Copepoden</u>								
Pseudocalanus		46	75	50				
Acartia	60	7	21	24		568		350
Temora	100	168	95	7		301		850
Calanus		9	2			14		7
Zandaal			18	21				
Haring larven				7				

Tabel 2.

	NA	NB	NC	ND	NE	NF	NG	NH
Volume	133.8	138.8	214.6	169.7	104.6	136.8	166.1	169.9
Temp.	6.30	7.20	7.30	7.40	7.10	6.60	7.10	6.20
Sal.	34.27	34.72	35.021	34.97	34.72	34.52	33.98	34.28
Totaal * ei		307						
Pl.pl- ⑩		4	23	2	22	7	4	2
andere ei		3	50	20	2	1	2	
LARVEN tot *		300	187	225	20	6	3	
Larven 1-2			8	8	7	6	11	8
3								
4								
?								
LARVEN tot *	2							
Pseudocalanus		2130	1345	2687	1680	750	300	1125
Acartia		420	560	296	40	44	120	165
Temora		104	542	982	580	46	420	541
Calanus		160	150	118	20	15	-	12
DL		217	373	106	140	44	157	35
Centropages		260	65	153	60	15	-	12
Gammarus		14		47	20			
Alteuta		14						
Zandaal		5						
Harling			2	1				1

	NA	NB	NC	ND	NE	NF	NG	NH
Volume	152.84	162.86	149.07	167.92	177.71	149.55	188.61	173.12
Temp.	7.80	8.65	8.30	8.65	8.25	8.00	7.30	7.70

	NA	NB	NC	ND	NE	NF	NG	NH
Volume	152.84	162.86	149.07	167.92	177.71	149.55	188.61	173.12
Temp.	7.80	8.65	8.30	8.65	8.25	8.00	7.30	7.70
Sal.	34.37	34.68	34.80	35.01	34.95	34.90	34.59	34.69
Totaal w ei	9	1082	1920	5064	1095	1337	213	321
Pl.pl- ⑥		1	7		5	2	1	0
andere ei		3	7		5	2		0
Larven 1-2		1080	1906	5040	1085	1333	212	321
3								
4								
?								
larven tot *								
Pseudocalanus	4765	9963	282	400	951	2511	237	537
Acartia	632	417	2711	877	6282	8720	4330	6173
Temora	6000	2773	537	1382	497	693	330	324
Calanus	26	122	1725	1596	881	613	2213	2058
DL	579	736	67	738	271	666	202	99
Centropages		244	993	2144	2350	960	351	508
Gammarus	26	24	107	119	136	560	138	162
Alteuta				95	23		10	46
CN	12736	220	13					
Zandaal			94			106	117	3260
Haring								

22.4.80

	NA	NB	NC	ND	NE	NF	NG	NH
Volume	71.49	71.41	104.28	93.57	88.61	90.17	79.21	99.62
Temp.	9.00	9.00	9.50	10.00	9.50	9.50	9.50	9.50
Sal.	30.944	34.900	34.960	33.285	34.792	34.124	32.798	32.750
Totaal * ei	784	1120	3400	1498	446	0	302	300
Pl.pl-								
andere ei	784	1120	3400	1498	446	0	302	300
Larven 1-2								
3								
4								
?								
Tot. * larven	0	420	1107	1391	112	880	151	-
Pseudocalanus	5712	7420	18600	21079	3920	17820	857	12100
Acartia	4928	19320	27300	17120	18592	23100	2722	8400
Temora	5600	1680	2000	4708	7280	3080	151	2700
Calanus	-	-	-	-	-	-	-	-
DL	392	15960	5100	3745	3360	1390	1915	-
Centropages	1232	980	500	1605	1568	2970	50	4500
Gammarus	56		100	107	-	-	-	-
Alteuta								
CN	784	980	300	1391				
Zandaal		3						
Haring			76	65	14	66	4	14

4/2/80

	PA	PB	PC	PD	PE	PF	PG	PH
Aantal/ 500L								
Tot. # ei		17	18	13	2			
Pl.pl. - e			4	1				
Andere ei		17	3		2			
Larven 1-2			11	12				
3								
4								
?								
Larven tot. #	14							
Copepoden.								
Nauplii	400	720	3300	4520	3060	3040	2560	8020
Pseudocalanus	3900	408	1320	1240	980	600	320	700
Acartia	2200	108	560	300	60	140	20	160
Temora	23600	72	80	100		40	60	60
Calanus	100	164	440	20				
DL	100			20				
Centropages	600	36	200	20	20			

	PA	PB	PC	PD	PE	PF	PG	PH
Aantal/ 500L								
Tot. # ei								
Pl.pl. -								
Andere ei				2	15		2	
Larven 1-2								
3								
4								
?								
Larven tot. #								
Copepoden.								
Nauplii	2120	740	7260	1920	5240	520	500	100
Pseudocalanus			40	20	80		20	40
Acartia								
Temora								
Calanus							40	
DL								
centropages								
CN	40		160	20	40			20

Tabel 10.

	PA	PB	PC	PD	PE	PF	PG	PH
Aantal/ 500L								
Tot. # ei	16	11		160	80		40	
Pl. pl. -								
Andere ei	16	11		160	80		40	
Larven 1-2								
3								
4								
?								
Larven tot. #	1	1						
Copepoden.								
Nauplii	9840	19460		20120	7520	4400	17320	4440
Pseudocalanus	160	400		40			80	80
Acartia							40	120
Calanus								
DL		1						
Centropages								
CN								

	NA	NB	NC	ND	NE	NF	NG	NH
Temp.	5.1	6.1	6.7	6.7	6.4	5.8	4.5	5.3
Sal.								
Tot. = ei								
Pl.pl. -								
0			54	20	12	2	1	
0			8	2	2	1	1	
andere ei			21	25	6	-	7	
Larven 1 -2	5		83	519	175	47		2
3						37		
4								
?								
tot. = larven		2						
Pseudocalanus	1440		0	1				
Acartia		2324	5236	8890		6664	2336	1194
Temora	124	82	40	25			49	202
Calanus	7426	11120	7904	3455		7538	5709	7116
DL	20	290	188	125	19	19		15
Centrapages	62		188	125	100	93	87	155
Gammarus				200			37	
Alteuta								
CN								
Mysidacae								
andaal								
Haring			2	1		19	25	1
			3					

	PA	PB	PC	PD	PE	PF	PG	PH
- 5 m								
Aantal/1000 L								
Tot. = ei								
Pl.pl. -				3				
0				7	5			
Andere ei			15					
Larven 1 - 2								
3								
4								
?								
Larven tot. =								
Copepoden.								
Nauplii	4465	1471	2791	3200	2806	4489	5869	6158
Pseudocalanus	181	455	819	607	1198	682	394	334
Acartia	68	-	-	15	-	-	-	-
Temora	499	91	349	227	349	303	258	61
Calanus	-	3	-	-	15	15	-	-
DL	-	-	-	-	-	-	-	-
Centrapages	-	-	-	-	15	-	15	-
CN	-	-	-	-	-	-	-	-
Gammarus	-	-	-	-	-	30	-	-
Sagitta	-	-	106	-	-	76	15	45

	PA	PB	PC	PD	PE	PF	PG	PH
- 10 m								
Aantal/1000 L								
Tot. = ei								
Pl. pl. -					3			
0								
Andere ei			2	13				2
Larven 1 - 2								
3								
4								
?								
Copepoden.								
Nauplii	6347	1805	2305	2123	3367	3276	3594	3685
Pseudocalanus	544	334	789	728	925	880	455	212
Acartia	-	-	-	-	-	-	15	-
Temora	453	212	288	182	258	303	303	121
Calanus	-	15	15	15	-	-	-	-
DL	-	-	-	-	15	45	-	-
Cantrapages	-	-	-	-	-	-	-	-
CN	-	-	-	15	-	-	-	-
Gammarus	-	-	-	-	-	-	-	-
Sagitta	-	-	45	15	15	15	-	-
				15	30	15	30	-

Tabel 16.

- 10 m	PA	PB	PC	PD	PE	PF	PG	PH
Aantal /1000L								
Tot. = ei		0						
Pl.pl. - 0								
- 0								
- 0	3							1
Andere ei				10	1			
Larven 1 - 2	7			5	8		7	10
3								
4								
?								
Tot. = larven		0						
Copepoden								
Nauplii	11212	4846	3015	3025	2676	5454	5797	10416
Pseudocalanus	364	408	384	361	406	636	362	362
Acartia			22		23	30		
Temora	485	362	90	107	248	152	91	181
Calanus			1	3	1			
DL								
Centropages		45						
CN								
Gammarus								
Sagitta		7	13	12		5	1	3
Oiko							45	

	NA	NB	NC	ND	NE	NF	NG	NH
Temp.								
Salin.								
Tot. = ei								
Pl.pl. 0	10	33	13	2	0			
0	2	5	4		0			
0		19	5		0			
andere ei	8	719	1166	6	1162			
Larven 1 - 2	1406	5194	1652	3180	3713		1	
3							87	
4								
?								
Tot. = larven	31	5	4	4	1		2	
Copepoden								
Pseudocalanus								
Acartia	613	16511	9670	14021	7648		2116	
Temora	150	395	729	978	891		520	
Calnaus	666	28558	6220	6727	557		1535	
DL	105	61	194	122	74			
Centropages	22	550	146	673	223		50	
Gammarus		61	632	551	371			
Alteuta			243					
CN		61						
Mysidacae	55							
Zandaal	1							
Haring		25	18	15	22	4		

	PA	PB	PC	PD	PE	PF	PG	PH
- 10 m								
Aantal/1000 L								
Tot. = ei	0							
Pl.pl. O								
O								
O								
Andere ei		3	3	5	2			2
Larven 1 - 2		25	13	8	10	13	3	5
3								
4								
?								
Tot. = larven	0							
Copepoden								
Nauplii	7134	10453	2326	4633	4864	3021	7251	7493
Pseudocalanus	135	392	181	544	514	181	151	332
Acartia								
Temora	135	332		30	30		30	
Calanus			211		363	60	30	60
DL								
Centropages								
CN				302	30			30
Gammarus			2					
Sagitta	2	7	5	3	7			8
Lumm				5	5	2	3	2

Tabel 20.

LENGTE KLASSEN IN mm.

1980	4.0 - 4.9	5.0 - 5.9	6.0 - 6.9	7.0 - 7.9	8.0 - 8.9	9.0 - 9.9	10.0-10.9	TOTAL
NA 4/2	1		7	6				14
NB 4/2			1	1				2
NC 4/2		6	8		1	2		17
ND 4/2		3	7	4				14
NE 4/2		1	5		1			7
NF 4/2		2	5			1		8
NG 4/2	2	1	2	4	7	2		18
NH 4/2	1	1	6	3	1	2		14

LENGTE KLASSEN IN mm

1980	4.0 - 4.9	5.0 - 5.9	6.0 - 6.9	7.0 - 7.9	8.0 - 8.9	9.0 - 9.9	10.0 - 10.9	TOTAAL
NC 18/2	1							2
ND 18/2	5	17	19	11	1			52
NE 18/2		11	17	10	5	1		44
NF 18/2			5	2				7
NG 18/2	1		1	1				3
NH 18/2			1	5	4	1		11

LABO-EXPERIMENTEN.

Materiaal en methoden.

Wij hebben zeer grote moeilijkheden gehad om pasontloken larven te bekomen om onze voedingsproeven te kunnen starten.

Er zijn verschillende mogelijkheden, om aan larven te komen.

I. Levend materiaal uit zee opvissen (Viseieren of larven)

II. Volwassen vissen laten paaien.

1. Op natuurlijke wijze.

2. Op artificiële wijze a) Manueel afstrijken.
b) Hormonale stimulatie.

1. Levend materiaal uit zee opvissen.

Hiervoor kan men een planktonnet in zee verderslepen. Maar dit moet bij zeer lage snelheden gebeuren en ook moeten de weersomstandigheden gunstig zijn, om de viseieren of vislarven niet te beschadigen. Met de boten van de Zeemacht was dit onmogelijk gebleken. Een alternatief was het planktonnet, bij het voor anker liggen, te laten vullen met de stroming. Maar ook hier waren er technische problemen. Op deze wijze hebben wij dus geen viseieren of vislarven kunnen bekomen.

II. Volwassen vissen laten paaien.

1. Op natuurlijke wijze.

Het natuurlijk paaien van vissen in gevangenschap is nog steeds een zeldzame gebeurtenis, alhoewel in de meeste gevallen de vissen wel sexueel rijp worden. Men krijgt nu meer en meer inzicht in de factoren die de rijping beïnvloeden, maar er ontbreken, in gevangenschap, stimuli die de vissen er toe aanzetten om hun gameten vrij te laten. Slechts in bepaalde laboratoria, zoals CNEOXO in Brest en het Fishery Laboratory van Lowestoft en West Kilbride, slaagt men erin vissen op natuurlijke wijze te laten paaien. Deze centra dienen dan als distributiecentra van viseieren voor onderzoeksinstellingen.

2. Op artificiële wijze.

2. a) Manueel afstrijken van de vissen.

Dit is de oudste en meest toegepaste methode om levende viseieren met een hoog rendement te bekomen (Brice 1898). Hierbij onderscheidt men nog 2 verschillende handelwijzen.

Droge methode.

Deze methode levert het hoogste percentage bevruchte eieren. Startend van het staartuiteinde oefent men een zachte drukking op de buik van de vis in de richting van de genitale opening. Eerst worden de eieren opgevangen in een glazen schaal. Als de eieren door een lichte drukking reeds uit de buik komen, dan zijn deze meestal rijp. Toch heeft men het probleem dat zij ook overrijp kunnen zijn. Op een identieke manier bekomt men het melkachtige sperma van de mannelijke vissen. Men vangt dit op in dezelfde glazen schaal. Door een draaibeweging laten wij het sperma en de eieren met elkaar in contact komen en krijgen wij een zeer hoog percentage bevruchte eieren.

Natte methode.

Verloopt zoals de droge methode. Behalve dat bij de eieren een hoeveelheid zeewater wordt toegevoegd dat gelijk is aan het volume eieren. Daarna wordt het sperma in de schaal opgevangen en er wordt eveneens geroerd.

2. b) Hormonale stimulatie

Deze methode bestaat erin de σ vissen tijdens de paaiperiode, als zij reeds een gezwollen buik hebben, in te spuiten met hormonen (Brasola 1974, San Feliu et al. 1976, Vilani 1976 en Girin 1979). Voor de tong worden gonadotropine en progestrogeen gebruikt. De dosissen worden door 'trial and error' bepaald en de kans is steeds groot dat de vis sterft. Wij hebben deze methode niet toegepast.

Wij hadden een afspraak met de reder en de bemanning van de vissersboot, O. 100, om geregeld levende vissen mee te brengen.

In 1980 kozen wij voor net manueel afstrijken van de schollen volgens de natte methode. Voor de tong gaf deze methode geen resultaten, omdat bij de mannelijke vissen geen sperma gevonden werd zelfs na dissektie. Dit feit werd reeds door andere auteurs vermeld (Cunningham 1890, Girin 1979). Voor de tong hebben wij enkel eieren bekomen door het natuurlijk paaien van de vissen in gevangenschap.

De volwassere vissen worden in polyethylene bakken van \pm 300 en 400 l, met zandbodem, gehouden. Het water cirkuleert in een gesloten systeem over een Eheim-filter (\pm gesloten, omdat er steeds een beetje zeewater moet toegevoegd worden om de pH op peil te houden). De vissen worden gevoed met mosselen en levende zeepeieren (*Arenicola marina*). In 1981 werden de tongen in een betonnen bak van \pm 10 m³ in leven gehouden.

In 1980 kregen wij 23 tongen van de vissers. Daarvan bleven er 11 levend na het paaiseizoen. In 1981 kregen wij 35 tongen en bleven er 17 over na het paaiseizoen.

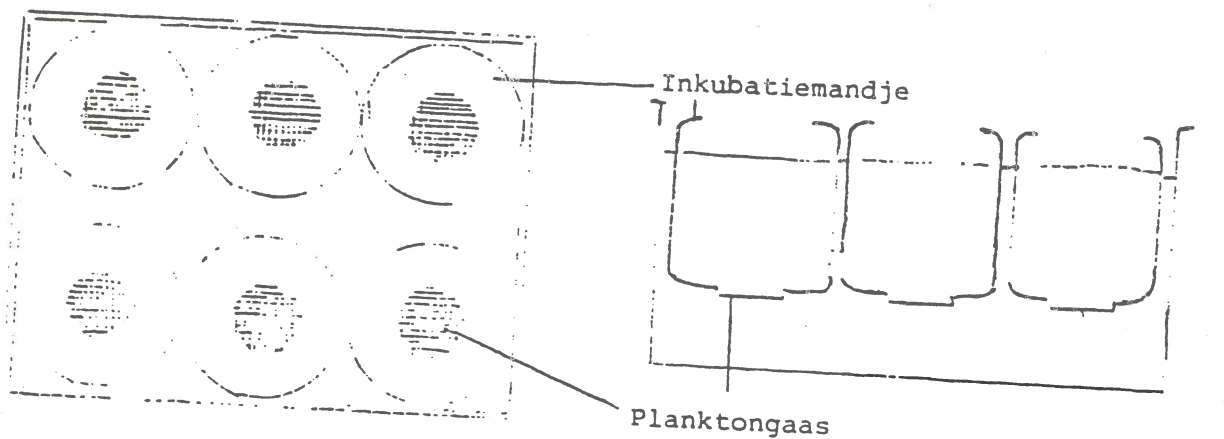
Bij het overbrengen van de volwassen vissen in de bakken werd een mortaliteit van \pm 50 % vastgesteld. De voornaamste oorzaken zijn de wonden opgelopen door beschadiging bij het vangen en het niet aanpassen aan het in gevangenschap leven en voeden. Girin (1979) meldt een overleving van 20 tot 40 % voor tongen gevangen met sleepnetten.

Tijdens de paaiperiode worden de eieren automatisch, door middel van een pomp en filter systeem opgevangen. Het komt erop neer de eieren zo snel mogelijk te recuperen, zonder dat zij beschadigd worden. De eieren zijn uiterst gevoelig voor mechanische schokken in de eerste ontwikkelingsstadia (Devauchelle 1976).

In 1980 werden de eieren geïnkubeerd in PVC-buizen met een planktongaas, met maaswijdte van 150 μ als bodem. Het water cirkuleerde in een semi-gesloten systeem en liep niet over een filter. De cirkulatie van het water werd veroorzaakt door het opzuigen van het water langs een glazen goot, waarboven een UV-lamp hing, dit om de bacteriële groei tegen te gaan (Shelbourne 1963) (zie figuur 3). Door een systeem van PVC-buizen werd het water verdeeld over de verschillende mandjes. De eieren hadden alleen natuurlijk licht door de dakvensters.

Er werd dan zowel met Spuikomwater als met aangemaakt zeewater gewerkt. De saliniteit van de Spuikom schommelt rond de 28 ‰, voor zeewater te bekomen werd het aangezout tot 32 ‰.

In 1981 werden de eieren geïnkubeerd in polyethylenen mandjes met een planktongaas, met een maaswijdte van 150μ , als bodem. De mandjes met een volume van ± 8 l hangen in een polyethylenen bak van ± 200 l.



In ieder mandje is er watertoevoer langs boven en het water stroomt door de bodem uit het mandje. Het debiet van de watertoevoer moet goed geregeld zijn, omdat de eieren zeer gevoelig zijn aan mechanische schokken en omdat anderzijds toch een watercirculatie noodzakelijk is. Het water stroomt in een gesloten systeem over een Eheim-filter.

Het water dat gebruikt werd voor de kweek werd uit de Spuikom gepompt. Eens dat de inkubatie gestart was, werkte het geheel als een geslotensysteem. De pH was nooit hoger dan 8, het nitrietgehalte werd onder de grens van $0.1 \text{ mg NO}_2 \cdot \text{N l}^{-1}$ gehouden en het nitraatgehalte onder de $20 \text{ mg NO}_3 \cdot \text{N l}^{-1}$ (grenzen volgens Spotte 1979)

Gebaseerd op gegevens van Girin (1978) was de biologische belading nooit hoger dan 50 tot 60 larven per liter bij de ontluiking. Na ± 14 dagen werden de larven herverdeeld over een aantal mandjes bij een dichtheid van 10-20 larven per l.

De temperatuur steeg in de loop van de experimenten van 14 tot $20 \text{ }^\circ\text{C}$. Opdat uit de eieren leefbare larven zouden ontluiken moet de temperatuur tijdens de inkubatie tussen 16 en $20 \text{ }^\circ\text{C}$ blijven (Girin 1974).

Volgens Riley (1974) kunnen de eieren van de tong enkel normaal ontwikkelen bij een temperatuur van 16 °C. Eens dat zij door het gastrula-stadium zijn, mag de temperatuur tot 20 °C stijgen zonder een invloed te hebben op de verdere ontwikkeling.

Al deze bakken staan in de labo's aan de Spuikom te Oostende.

Resultaten en bespreking.

Schol 1980.
.....

De vissen die aangebracht geweest zijn door de vissers hebben in onze bakken nooit op een natuurlijke wijze gepaaid. Op 5/2 werden de eerste vissen, met succes, manueel afgestreken. De eerste bevruchting van een paar honderden eieren werd bekomen volgens de natte methode. De ontwikkeling van de eieren werd gevolgd in glazen schalen. Onmiddellijk na de bevruchting zonken de eieren op de bodem van de schalen. Wat volgens Von Westernhagen (1970), betekent dat zij dood zijn. Deze eieren zijn nochtans normaal ontwikkeld bij 15°C, volgens het tijdschema van Apstein (1909) en Von Westernhagen (1970). De overleving bij het ontluiken was 2 % . De meeste eieren waren op het einde bacteriëel aangetast.

Op 14/2, na verschillende pogingen zonder resultaat, bekwamen wij een duizendtal gefertilizeerde eieren. De eieren werden bekomen volgens de natte methode, die zowel met zeewater als met Spuikomwater werd uitgevoerd. Hiërvor werd telkens 1 ♀ en 1 ♂ vis afgestreken.

De grote inkubatiebakken werden in werking gesteld met in ieder mandje 100 eieren en in 1 mandje een 500-tal eieren. Dagelijks werden er eieren uit de mandjes genomen om de ontwikkeling te volgen. Weer gebeurde de ontwikkeling overeenkomstig de tabellen van Apstein (1909) en van Von Westernhagen (1970), zowel in het zeewater als in het Spuikomwater, alhoewel ook hier de eieren in het Spuikomwater nooit gedreven hebben. Na een paar dagen viel de UV-installatie boven de inkubatiebak met zeewater uit. Dit had als gevolg dat de bacteriële groei niet meer geremd werd en dat meer en meer eieren aangetast werden door bacteriën.

Na 14 dagen hadden \pm 3 % van de eieren het laatste stadium voor de ontluiking bereikt. In de bak met zeewater waren toen alle eieren reeds gestorven. De 15de dag waren er een paar eieren ontloken, maar de meeste eieren zijn niet verder ontwikkeld dan het laatste ei-stadium. Vanaf die dag werden de larven gevoed met een overmaat aan *Artemia nauplii* (200/l \rightarrow 2000 /mandje, maar de larven zijn niet beginnen eten en zijn niet verder ontwikkeld dan het yolksac-stadium.

Op 10/3 waren ook alle volwassen vissen gestorven.

Tong 1980.

Op 10/5 werden de eerste rijpe volwassen tongen in de aquaria geplaatst. Deze aquaria waren sinds januari grondig gewijzigd, waardoor het mogelijk was deze vissen in betere kondities, met grote zekerheid, levend te houden (zelfs in Spuikomwater).

Op 14/5 hebben de vissen op natuurlijke wijze gepaaid. Deze eieren waren echter niet bevrucht.

De tong is een veel ruwere vis dan de schol en wij zijn er nooit in geslaagd van ze manueel af te strijken. Verschillende pogingen zijn vruchteloos gebleven, zoals ook vermeld door Girin (1979). Wij hebben van de tong geen eieren meer kunnen bekomen, waarschijnlijk omdat het seizoen al te ver gevorderd was. Van het 20-tal vissen, die wij van de ééndagsvissers van Oostende gekocht hebben, hebben wij er 10 overgehouden voor het volgend seizoen. Deze vissen zitten nu in polyethylen bakken voorzien van een Eheim-filter. Zij worden gevoed met polychaeten en mollusken. De polychaeten zijn onontbeerlijk voor een aantal aminozuren (Ramos 1978, Flüchter and Trommsdorf 1974).

Schol 1981.
.....

Langs de bemanning van de O. 100, de mensen van het Rijksstation voor Zeevisserij en andere vissers is het onmogelijk geweest om levende schol te bekomen. De vele stormen die elkaar opgevolgd hebben in januari maakten het de vissers onmogelijk om uit te varen. De paar keer dat zij dan toch uit gevaren zijn en vis meegebracht hebben, waren het geen volwassen vissen of waren zij bij de aankomst reeds gestorven.

Tong 1981.
.....

Voor de tong hadden wij 10 vissen die in 1980 gevangen waren als paaistock overgehouden. Zij hebben de winterperiode in polyethylene bakken doorgebracht. Zij werden gevoed met mosselen en levende wormen (*Arenicola marina*). Van deze vissen heeft er slechts 1 enkele op 11/5 gepaaid. Volgens Devauchelle (1980) moet men 3 jaar wachten voordat vissen op natuurlijke wijze paaien in gevangenschap.

In de loop van de maand april werden een 20-tal levende volwassen tongen verzameld, dank zij de bemanning van de O. 100 en het Rijksstation voor Zeevisserij. Deze werden in een betonnen bak van $\pm 10 \text{ m}^3$ geplaatst. De vissen waren allen legrijp en hadden een kop-staartlengte tussen 30 en 40 cm.

Gedurende de maand april hebben verschillende vissen eieren gelegd. maar de eieren waren nooit bevrucht, waarschijnlijk omdat de verhouding ♀ en ♂ vissen in de bak niet optimaal was.

Op 25/4 werden ± 200 eieren in het stadium 5-6 in een inkubatiemandje geplaatst, bij een temperatuur van 14°C .

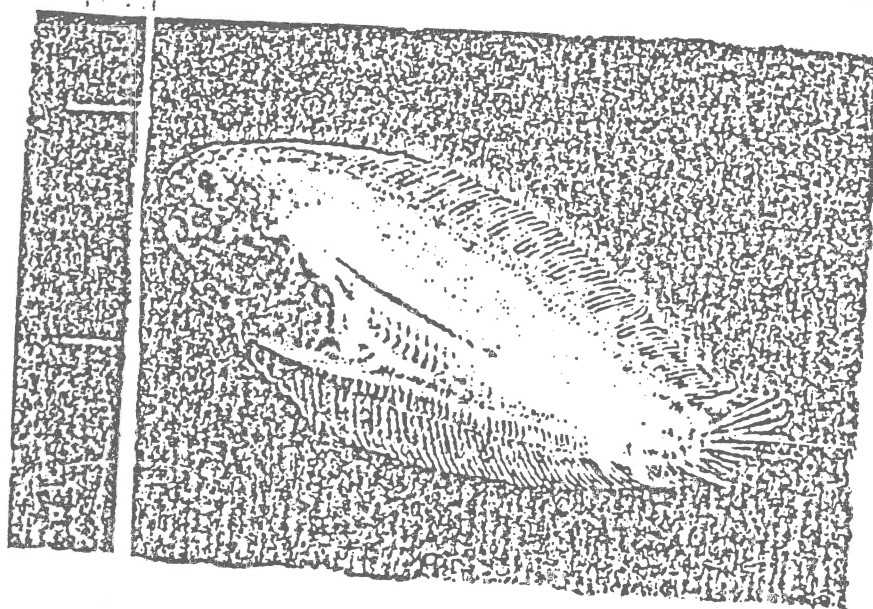
In de loop van de maand mei hebben wij nog verschillende malen bevruchtte eieren kunnen inkuberen, nl. op 3/5, 8/5, 15/5. De eieren die op op deze verschillende dagen gepaard geweest zijn, werden in verschillende mandjes geïnkubeerd. Na ± 4 dagen waren de meeste eieren ontloken. Op 11/5 zijn er ± 10.000 eieren gelegd geweest, maar zij waren niet bevrucht.

Op 3/5 en 15/5 werden ongeveer 2000 eieren in de inkubatiemandjes geplaatst en op 8/5 ongeveer 3000 eieren.

Wij hadden slechts een klein ontluikingspercentage, $\pm 10\%$. Dit is wel te vergelijken met het ontluikingspercentage van het eerste jaar tongkweek in Brest. In 1973 hadden zij nl. 8% ontluiking (Girin 1979). Wij denken dat dit laag percentage te wijten is aan een laag bevruchtingspercentage en een lage leefbaarheid van de eieren. Dit hebben wij echter niet kunnen nagaan.

Ontluiking tot metamorfose.

Onmiddellijk na de ontluiking drijven de pasontloken larven aan het oppervlak en laten zich meedrijven met de watercirculatie. Zij kunnen zich dan niet voorbewegen. Drie dagen na de ontluiking krijgen zij levende nauplii van *Artemia* (ras Macau). Volgens Shelbourne (1975) kunnen de larven slechts voedselpartikels opnemen wanneer hun ogen volledig gepigmenteerd zijn, hun kaakgewricht functioneel is en hun pectorale vinnen volledig ontwikkeld zijn. Dit is pas zo, 5 - 7 dagen na de ontluiking, bij een temperatuur van $11 - 12\text{ }^{\circ}\text{C}$. De larven hebben steeds een overmaat aan nauplii gehad. De meeste larven zijn onmiddellijk beginnen voeden van de nauplii. Wij hadden bijna geen mortaliteit in de eerste 10 dagen na de ontluiking. Het is dus niet noodzakelijk van Rotiferen, nl. *Brachionus plicatilis* als eerste voeding te geven, zoals bij de eerste pogingen van tongkweek gedaan werd (Shelbourne 1968, Girin 1978 en Fuchs 1979). Dit bespaart ons het werk van nog een andere kweek draaiende te houden. Tien dagen na het ontluiken bleven er van de 200 eieren van 25/4 nog 3 larven over, die goed aangepast waren. Deze 3 larven zijn ook met succes door de metamorfose gekomen. (zie foto)



Op 1/6 werden er proeven in verband met verteringssnelheid en het effect van een vastenperiode uitgevoerd, maar de resultaten hiervan zijn nog niet uitgewerkt. Op 12/6 hadden wij 525 larven die opgevoed werden met *Artemia nauplii*.

In de loop van de tijd ontwikkelen de vinnen zich en bij een lengte van 6-7 mm worden de dorsale en ventrale vinstralen merkbaar. Het uiteinde van de notochord draait vertikaal omhoog. Als de larven 7-8 mm lang zijn begint de assymetrie, dit is het begin van de metamorfose. Het linker oog migreert en bevindt zich in de nabijheid van de rugkam als de larve 9.5 mm lang is. Flüchter (1965) vond dat bij een temperatuur van 15-16 °C de ogen begonnen te migreren na de 22e dag. De structurele metamorfose duurt ongeveer 14 dagen en bij het eiende heeft de vis een lengte van 10-11 mm. Met de metamorfose eindigt het pelagische leven van de tong en de rechtsoogige juveniel heeft nu een bentische activiteit.

De eerste larven begonnen hun metamorfose op 21/5. Deze larven waren afkomstig van de eieren van 25/4. Rond 1/6 begonnen de andere larven te metamorfoser. Op 12/6 waren alle larven gemetamorfoseerd. Gedurende die periode hebben wij bijna geen mortaliteit gehad.

Na de metamorfose.

Tot nu toe hadden de visjes alleen nauplii van *Artemia*, als voedsel gekregen. Wij hebben maaganalyses uitgevoerd en tot meer dan 100 nauplii per maag teruggevonden. Naarmate dat de vis groeit moet hij meer en meer energie spenderen aan het achter haar prooi zwemmen. Daarom zijn wij geleidelijk overgeschakeld naar middelgrote *Artemia*'s. Zij kregen 1 dag op 2 nauplii's en 1 dag op 2 diepgevroren middelgrote *Artemia*'s. Vele visjes hebben zich niet kunnen aanpassen aan het zich voeden met niet bewegende voedselpartikels. Dit verklaart de zeer hoge mortaliteiten die in deze periode zijn voorgekomen. Voor het ogenblik worden de overlevende visjes nog uitsluitend met diepgevroren volwassen *Artemia*'s gevoed.

Besluit.

Wij zijn er nu in geslaagd larven op te kweken met een aanvaardbaar overlevingspercentage. Wij hopen wel de volgende jaren een groter aantal eieren te hebben en ook een hoger ontluikingspercentage te bereiken. Bij een voldoende aantal larven zullen experimenten uitgevoerd worden om het voedingsgedrag in functie van de prooidensiteit, de prooiselektie, het 'point of no return', het effect van een vastenperiode en de verteeringsnelheid waar te nemen.

Literatuur.

- Apstein C. 1909
Die Bestimmung des Alters pelagisch lebender Fischeier. Mitt. dt. Mitt. dt. Seefisch Ver., 25(12) : 364pp.
- Anon. 1975 Report of the working group on the effects of marine sand and gravel extraction. ICES Report n°46.
- Bannister R., Harding and Lockwood 1974
Larval mortality and subsequent year class strength in the plaice (*Pleuronectes platessa*).
In: The early life history of fish pp 21-37.
- Blaxter J.H.S. 1965
The feeding of herring larvae and their ecology in relation to feeding. Calif. Coop. Ocean. Fish. Invest. 10, 79-88.
- Brownell Ch. 1980
Water quality requirements for first-feeding in marine fish-larvae.
I. Ammonia, nitrite and nitrate.
II. pH, oxygen and carbon dioxide.
J. of Exp. Marine Biology and Ecol. 44, 269-285.
- Buchanan-Wollaston H.J. 1923
Plaice egg production in 1923-21 treated as a statistical problem, with comparison between the data 1911, 1914 and 1921.
Fish. Invest. Lond. (Ser II) 2, N°2, 18 p.
- Cunningham J.T. 1890
A treatise on the common sole (*Solea vulgaris*), considered both as organism and as a commodity.
Mar. Biol. Ass. U.K. 147p.
- Dannevig A. 1919
Fiskeegg og yngel : Lofoten.
Rep. Norw. Fish. Mar. Invest. III (3): 1-63.
- Devauchelle N. 1976
Analyse quantitative et qualitative de pontes naturelles de bar (*Dicentrarchus labrax*) en captivité.
Rapport de stage au CNEXO. Diplome d'Etude Approfondies d'Océanographies Biologique, Fac. De Sciences Brest.
- Ellertsen et al. 1979
Feeding and vertical distribution of cod larvae in relation to availability of prey organisms.
ICES/ELH Symp/FM : Poster 1.

- Flüchter J 1965
Versuche zur Brutaufzucht der Seeszunge.
Helgoländer wiss. Meeresuntersuch., 12:396-403.
- Flüchter J. and Trommsdorf 1974
Nutritive stimulation of spawning in common sole (*Solea sole*)
Ber. Dtsch. Wiss. Komm. Meeresforsch. 23(4):352-359.
- Fuchs J. 1979
Techniques d'élevage larvaire et production intensive de juvenies chez
la sole (*Solea solea*).
Thèse de doctorat.
- Girin M. 1974
Régime alimentaire et pourcentage de survie chez la larve de sole.
Colloque sur l'Aquaculture. Actes Colloque CNEOX 1 : 175-185.
- Girin M., Metailler R. et Nedelec J. 1977
Accoutumance de jeunes soles (*Solea solea*) à différents aliments
inertes après achèvement de la métamorphose.
3rd Meet. ICES Work. Group on Mariculture. Actes Colloques CNEOX 4: 53-50.
- Girin M. 1978
Méthodes de production des juveniles chez 3 poissons marins, le bar
(*Dicentrarchus labrax*), la sole (*Solea solea*), et le turbot (*Scophthalmus
maximus*).
Thesis, Université Pierre et Marie Curie Paris 202p.
- Girin M. 1979
Méthodes de production des juveniles chez 3 poissons marins, le bar,
la sole et le turbot.
Rapp. Scient. et Techn. Vo. 39, 1-201.
- Gran H.H. 1923
Melting snow as main reason for rich vernal production in our coastal
waters.
Samtiden, 34 : 606-613.
- Gran H.H. 1930
The spring growth of the plankton at Møre in 1928-29 and the Lofoten in
1929 in relation to its limiting factor.
Skrifter. Norske Vidensk. Akad. I. Mat.-Naturv. 1930(5): 1-77.
- Hjort 1914
Fluctuations in the great fisheries of northern Europe viewed in the
light of biological research.
Rapp. Cons. Explor. Mer . 20, 2-288.

- Irvin P.N. 1974
 Temperature tolerance of early developmental stages of Dover sole
 (*Solea solea*).
 In: The early life history of fish.
- Lasker R. 1975
 Field criteria for survival of anchovy larvae. The relation between
 inshore chlorophyll maximum layers and successful first feeding.
 Fish. Bull., US 73: 453-462.
- Last J.M. 1978
 The food of 4 species of pleuronectiforms larvae in the Eastern English
 Channel and the Southern North Sea.
 Mar. Biol. 45(4): 359-368.
- Last J.M. 1980
 The food of 20 species of fish larvae in the west- Central North Sea.
 Fisheries Research, Technical Report N°60.
- Lebour M.V. 1918
 The food of post larval fish.
 J. Mar. biol. Ass. UK. 11, 433-469.
- Lebour M.V. 1919
 The food of post-larval fish N°II
 J. Mar biol. Ass. UK., 12, 22-47.
- May R.C. 1974
 Larval mortality in marine fishes and the critical period concept.
 In: Early life history of fish
- Otterstad P. 1942
 On periodical variations in the field of the Great Sea Fisheries and
 the possibility of establishing Yield prognoses.
 Fisk. Dir. Skr. Ser. Havunders. 7(5).
- Riley J.D. 1970
 The distribution and mortality of sole eggs (*Solea solea*) in inshore areas.
 In: The early life history of fish. 392.
- Rollefsen 1930
 Torskeegg ored deformerte fostre.
 Årsberetr. Norg. Fisk. ;1929(2): 85-95.
- Rollefsen 1932
 The susceptibility of cod eggs to external influences.
 J. Cons. perm. Explor. Mer; 7: 367-373.
- Shelbourne J.E. 1953
 The feeding habits of plaice postlarvae in the Southern Bight.
 J. Mar. biol. Ass. UK. "é, 149-159.

- Shelbourne J.E. 1957
The feeding and condition of plaice larvae in good and bad plankton patches.
J. Mar. biol. Ass. UK. 36, 539-552.
- Shelbourne J.E. 1962
A predator-prey size relationship for plaice larvae feeding on Oikopleura.
J. Mar. biol. Ass. UK. 42, 243-252.
- Shelbourne J.E. 1963
A marine fish-rearing experiment using antibiotics.
Nature Lond. 198: 74-75.
- Shelbourne J.E. 1968
The culture of marine fish larvae with special refernce to the plaice
(*Pleuronectes platessa*) ande the sole (*Solea solea*).
Thesis, London University 143pp.
- Shelbourne J.E. 1975
Marine fish cultivation : pioneering studies on the culture of the
larvae of the plaice (*Pleuronectes platessa*) and the sole (*Solea solea*).
Fish. Invest. Minist.Agric. Fish Food Ser II 27(9) 29pp.
- Spotte S. 1979
Seawater Aquariums. The Captive Environment.
John Willey, New York.
- Steeman-Nielsen 1952
The use of radioactive carbon (^{14}C) for measuring organic production
in the sea.
J. Cons. perm. Explor. Mer. 18, 117-140.
- Wiborg K.I. 1957
Factors influencing the size of the year classes in the Arcto-
norwegian tube of cod.
Fisk. Dir. Skr.Havunders, 11(8): 1-24.
- Wiborg K.I. 1948
Investigations on cod larvae on the coastal water of Nothern Norway.
Fisk. Dir. Skr. Havunders., IX(3): 1-27.
- Wyatt T. 1972
Some effects of food density on the growth and behaviour of plaice larvae.
Mar. Biol 14, 210-216.