

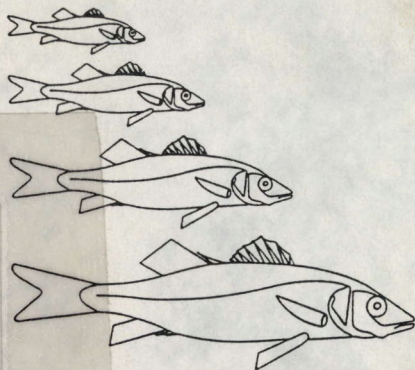
faculteit der wetenschappen
laboratorium voor ecologie
en aquacultuur



Katholieke
Universiteit
Leuven

**STUDIE VAN DE BIOLOGIE EN DE KWEK VAN ZEEBAARS
DICENTRARCHUS LABRAX (L.)
IN INTENSIEVE AQUACULTUURCONDITIES**

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



promotor
Prof. Dr. F. Ollevier

proefschrift
aangeboden tot het bekomen
van de graad van
Doctor in de Wetenschappen
door
Willy Verdonck

1989

Dicentrarchus labrax

Instituut voor Zeewetenschappelijk onderzoek

Institute for Marine Scientific Research

Prinses Elisabethlaan 69

8401 Bredene - Belgium - Tel. 059/80 37 15

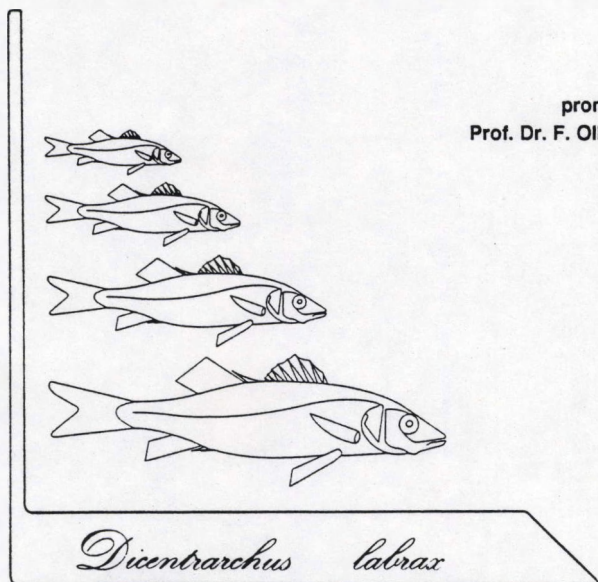
5877

faculteit der wetenschappen
laboratorium voor ecologie
en aquacultuur



Katholieke
Universiteit
Leuven

STUDIE VAN DE BIOLOGIE EN DE KWEK VAN ZEEBAARS
DICENTRARCHUS LABRAX (L.)
IN INTENSIEVE AQUACULTUURCONDITIES



promotor
Prof. Dr. F. Ollevier

1989

proefschrift
aangeboden tot het bekomen
van de graad van
Doctor in de Wetenschappen
door
Willy Verdonck

Inhoudstafel

Dankwoord.

Inhoudstafel.....	i
Voorwoord.....	1
Hoofdstuk I : De biologie van de zeebaars.....	3
1.1. Systematische positie van de zeebaars (<i>Dicentrarchus labrax</i>).....	3
1.2. Natuurlijk voorkomen en verspreiding.....	4
1.2.1. Geografische verspreiding.....	4
1.2.2. Eiafzet, lokale verspreiding en migratie.....	4
1.2.2.1. Eiafzet.....	4
1.2.2.2. Verspreiding en migratie.....	5
1.2.3. Natuurlijk voedsel van de zeebaars.....	5
1.2.3.1. Larvaal stadium.....	5
1.2.3.2. Juvenilele en adulte stadia.....	6
1.2.4. Groei onder natuurlijke omstandigheden.....	7
1.2.5. Aanpassing aan fysische en chemische variabelen.....	7
1.2.5.1. Saliniteit.....	7
1.2.5.2. Temperatuur.....	8
1.2.5.3. Vervuiling.....	9
1.2.5.4. pH en ammoniak.....	9
Hoofdstuk II : De zeebaars als kweekvis.....	10
2.1. Historisch overzicht en ontwikkelingen in de kweek van de zeebaars (<i>Dicentrarchus labrax</i>).....	10
2.2. Bespreking van enkele kweekmethoden.....	10
2.2.1. Extensieve zeebaarskweek.....	11
2.2.2. Semi-intensieve zeebaarsteelt.....	12

2.2.3. Intensieve zeebaarsteelt	13
2.2.3.1. De vijverkweek	13
2.2.3.2. De kooikweek	14
2.2.3.2.1. Kooicultuur in Thau (Lucet et al., 1984)	14
2.2.3.2.2. Kooicultuur in Griekenland. (Frentzos en Sweetman, 1988)	14
2.2.3.2.3. Kooicultuur in Joegoslavië. (Cenmar; Medrap rapport, 1986)	15
2.2.3.2.4. Voor en nadelen van kooicultuur	15
2.2.3.3. De kweek in tanks	16
2.2.3.3.1. De zeebaarskweek in Gravelines	16
2.2.3.3.2. Voor en nadelen van de kweek in tanks	17
2.3. Marktoverzicht en perspectieven.	18
2.3.1. Marktoverzicht	18
2.3.2. Perspectieven	20
Hoofdstuk III : De pilootplant te Doel.	21
3.1. Historiek van het Zeebaarsproject.	21
3.2. Beschrijving van de verschillende kweeksystemen aangewend voor zee- baarskweek in de loop van de onderzoeksperiode 1982-1986.	22
3.2.1. Proefopstelling in gesloten systeem	22
3.2.2. Proefopstelling te Doel (1983)	22
3.2.3. Proefopstelling Doel 1985	24
3.2.4. Schematische weergave van de opbouw van de piloot- plant te Doel	27
3.2.4.1. Kweekbakken	28
3.2.4.2. De watertoevoer	28
3.2.4.3. Beluchting	28
3.2.4.5. Voederapparatuur	29
3.2.5. Bespreking van fysische en chemische variabelen van het kweekwater	30
3.2.5.1. Temperatuur	30
3.2.5.2. Zuurstofconcentratie	31

3.3.5.3. Saliniteit.....	32
3.3.5.4. Zuurtegraad.....	33
3.3.5.5. Ammonium.....	34
Hoofdstuk IV : Groei en voeding van de zeebaars.....	36
4.1. Literatuuroverzicht van de groei en de belangrijkste variabelen die de groei bepalen van de zeebaars (<i>Dicentrarchus labrax</i>).....	36
4.1.1. Bespreking van enkele begrippen die noodzakelijk zijn voor de beschrijving van de groei.....	36
4.1.1.1. Groei-interval.....	36
4.1.1.2. Arithmetische groei.....	36
4.1.1.3. Regressie van gewicht-lengte verhouding, conditiefactor.....	37
4.1.1.4. Specifieke groeisnelheid (SGR).....	37
4.1.1.5. Voederratio of voederniveau.....	37
4.1.1.6. Voederconversie-ratio.....	37
4.1.2. De nutritionele behoefte.....	38
4.1.2.1. Samenstelling van het visvoeder.....	38
4.1.2.1.1. Vocht.....	38
4.1.2.1.2. Lipiden.....	38
4.1.2.1.3. Proteïnen.....	39
4.1.2.1.4. Koolhydraten.....	39
4.1.2.1.5. Mineralen.....	39
4.1.2.1.6. Vitaminen.....	40
4.1.2.2. Voederbehoefte van de zeebaars en enkele verwante mariene Percoidea.....	40
4.1.2.2.1. Lipiden.....	40
4.1.2.2.2. Proteïnen.....	41
4.1.2.2.3. Koolhydraten.....	42
4.1.2.2.4. Mineralen.....	42
4.1.2.2.5. Vitaminen.....	43

4.2. Bespreking van de groei en de belangrijkste variabelen die de groei bepalen te Doel.....	44
4.2.1. Materiaal, methode en doelstellingen van de experimenten	44
4.2.1.1. Experiment I.....	44
4.2.1.1.1. Proefdieren.....	44
4.2.1.1.2. Voeding	44
4.2.1.1.3. Doel.....	44
4.2.1.2. Experiment II.....	44
4.2.1.2.1. Proefdieren.....	44
4.2.1.2.2. Voeding	45
4.2.1.2.3. Doel.....	45
4.2.1.2.4. Statistische verwerking.....	45
4.2.1.3. Experiment III.....	45
4.2.1.3.1. Proefdieren.....	45
4.2.1.3.2. Voeding.....	46
4.2.1.3.2.1. Bepaling van de vetzuursamenstelling van het voeder.....	46
4.2.1.3.2.2. Vaststellen van de voederconversie-ratio en het opstellen van een voedertabel	46
4.2.1.3.3. Doel.....	46
4.2.1.3.4. Statistische verwerking.....	47
4.2.2. Resultaten en bespreking.....	47
4.2.2.1. Experiment I.....	47
4.2.2.1.1. Resultaten.....	47
4.2.2.1.1.1. Groei.....	47
4.2.2.1.1.2. Mortaliteit.....	47
4.2.2.1.2. Bespreking.....	47
4.2.2.2. Experiment II.....	48
4.2.2.2.1. Resultaten.....	48
4.2.2.2.2. Bespreking.....	49
4.2.2.2.2.1. Groei.....	49
4.2.2.2.2.2. Regressie van de gewicht-lengte relatie.....	51
4.2.2.2.2.3. Mortaliteit.....	53

4.2.2.3. Experiment III.....	54
4.2.2.3.1. Resultaten.....	54
4.2.2.3.1.1. kweekresultaten.....	54
4.2.2.3.1.2. Vetzuuranalyse van het gebruikte forellenvoeder.....	55
4.2.2.3.2. Bespreking.....	55
4.2.2.3.2.1. Groei.....	55
4.2.2.3.2.2. Regressie van gewicht-lengte relatie.....	57
4.2.2.3.2.3. Mortaliteit.....	61
4.2.2.3.2.4. Voederconversieratio (FCR) en specifieke groeisnelheid (SGR).....	61
4.3. Vergelijking van groei en kweekresultaten in verschillende kweekcentra en te Doel.....	64
4.3.1. Groei.....	65
4.3.2. Voederconversie-ratio en voederniveau.....	66
4.4. Algemeen besluit.....	68
Hoofdstuk V : Pathologische en toxicologische aspecten van de zeebaarskweek te Doel.....	69
5.1. Inleiding.....	69
5.2. Parasitaire infecties.....	70
5.2.1. <i>Lernaeocera branchialis</i>	70
5.2.2. <i>Trichodina sp</i>	71
5.3. Bakteriële infecties.....	72
5.3.1. <i>Aeromonas hydrophyla</i> en <i>Pseudomonas fluorescens</i>	72
5.3.1.1. Literatuurstudie.....	72
5.3.1.2. Materiaal en methode.....	73
5.3.1.3. Resultaten en bespreking.....	73
5.3.1.3.1. Resultaten.....	73
5.3.1.3.1.1. Identificatie.....	73
5.3.1.3.1.2. Observatie.....	73
5.3.1.3.1.3. Mortaliteitsverloop.....	73

5.3.1.3.1.4. Behandeling	74
5.3.1.3.2. Bespreking	75
5.3.2. <i>Vibrio parahaemolyticus</i>	75
5.3.2.1. Literatuurstudie	75
5.3.2.2. Materiaal en methode	76
5.3.2.3. Resultaten en bespreking	76
5.3.2.3.1. Resultaten	76
5.3.2.3.1.1. Identificatie	76
5.3.2.3.1.2. Observatie	76
5.3.2.3.1.3. Mortaliteitsverloop	76
5.3.2.3.1.4. Behandeling	77
5.3.2.3.2. Bespreking	77
5.3.3. <i>Mycobacterium marinum</i>	77
5.3.3.1. Literatuurstudie	77
5.3.3.2. Materiaal en methode	78
5.3.3.2.1. Weefselbehandeling	78
5.3.3.2.2. Bakteriologie	79
5.3.3.2.3. Microscopie	79
5.3.3.3. Resultaten en bespreking	79
5.3.3.3.1. Resultaten	79
5.3.3.3.1.1. observatie	79
5.3.3.3.1.2. De bakteriecultuur	80
5.3.3.3.1.3. Zhiel-Neelsen kleuring	80
5.3.3.3.1.4. Behandeling	80
5.3.3.3.1.5. Mortaliteitsverloop	80
5.3.3.3.2. bespreking	81
5.4. Ammoniak intoxicatie	83
5.4.1. Inleiding	83
5.4.1.1. Literatuurstudie	83
5.4.1.2. Situering van het probleem	85
5.4.1.3. Materiaal en methode	86

5.4.1.3.1. Weefselbehandeling.....	86
5.4.1.3.2. statistiek.....	86
5.4.1.4. Resultaten en bespreking.....	86
5.4.1.4.1. Resultaten.....	86
5.4.1.4.1.1. Observatie.....	86
5.4.1.4.1.2. Anatomische veranderingen.....	86
5.4.1.4.1.3. Histologische veranderingen.....	87
5.4.1.4.1.4. Verloop van de mortaliteit.....	87
5.4.1.4.2. Bespreking.....	88
5.4.1.5. Systeem aanpassing.....	89
Hoofdstuk VI : Studie van het schildkliermetabolisme van de zee- baars in Doel.....	94
6.1. Inleiding.....	94
6.2. Literatuurstudie.....	95
6.3. Materiaal en methode.....	96
6.3.1. Bloedstaalname.....	96
6.3.2. Radioimmunoassay.....	96
6.3.3. Bepaling van de monodeiodinaseactiviteit in de lever.....	96
6.3.4. Statistische verwerking.....	97
6.3.4.1. Cosinoranalyse.....	97
6.3.4.2. Berekening van de variantieanalyse en de correlatiecoëfficiënt.....	97
6.4. Resultaten en bespreking.....	98
6.4.1. Resultaten.....	98
6.4.2. Bespreking.....	101
6.4.2.1. Absolute plasmaconcentraties van T ₃ en T ₄	101
6.4.2.2. Seizoensgebonden veranderingen.....	102
6.4.2.3. Invloed van saliniteit en temperatuur.....	103
6.4.2.4. Interactie van de schildklierhormonen met de groei.....	105

Hoofdstuk VII : Kwalitatieve analyse van de afgemeste zeebaars.	107
7.1. Inleiding.	107
7.2. PCB's	109
7.2.1. Literatuurstudie.....	109
7.2.2. Materiaal en methode.....	109
7.2.3. Resultaten en bespreking.....	110
7.2.3.1. Resultaten.....	110
7.2.3.2. Bespreking.....	110
7.3. Zware metalen en metalloïden	112
7.3.1. Literatuurstudie.....	112
7.3.1. Materiaal en methode.....	114
7.3.2. Resultaten en bespreking.....	115
7.3.2.1. Resultaten.....	115
7.3.3.2. Bespreking.....	115
7.4. Radioisotopen of nucliden	122
7.4.1. Literatuurstudie.....	122
7.4.2. Materiaal en methoden.....	123
7.4.2. Resultaten en Bespreking.....	123
7.4.2.1. Resultaten.....	123
7.4.2.2. Bespreking.....	123
Samenvatting	125
I. De Biologie van de zeebaars.....	125
II. De zeebaars als kweekvis.....	125
III. De pilootplant te Doel.....	126
IV .Groei en voeding van de zeebaars.....	127
V. Pathologische en toxicologische aspecten van de zeebaarskweek in Doel.....	127

VI. Studie van het schildkliermetabolisme van de zeebaars in Doel.....	127
VII. Kwalitatieve analyse van de afgemeste zeebaars.....	128
Summary	129
I. The biology of the sea bass.....	129
II. Sea bass as culture fish.....	129
III. The pilot plant at Doel.....	130
IV. Growth and feeding of sea bass.....	131
V. Pathological and toxicological aspects of the sea bass culture at Doel.....	131
VI. Study of the thyroid gland metabolism of the sea bass cultured at Doel.....	132
VII. Qualitative analysis of the marketable sized sea bass.....	132
Lijst figuren en tabellen	133
Referenties	139

Dankwoord.

Nu, na jaren van intensief bezig zijn met de kweek van zeebaars, mijn doctoraatsthesis op tafel ligt, houd ik eraan mijn dank te betuigen aan al diegenen die het mogelijk maakten mijn studie met een doctoraat te bekronen.

Eerst en vooral wil ik mijn promotor Prof. Dr. F. Ollevier bedanken, die niet alleen als wetenschapper met raad en daad zijn volle steun verleende, maar mij ook aanspoorde om verder te werken wanneer het de zeebaars minder goed verging.

Hetzelfde geldt voor Prof. Dr. A. De Loof, die samen met mijn promotor actief betrokken bleef bij het project als lid van het studiesyndicaat "Biofish".

Claude Belpaire, waarmee ik gedurende gans mijn studietijd als doctoraatstudent samengewerkt heb, verdient eveneens een aparte attentie. Hij heeft niet alleen de volledige pilootinstallatie mee opgezet, maar vermits vissen nu eenmaal geen week-ends kennen en ook dan verzorging behoeven heeft hij menig zaterdag en zondag er over gewaakt dat niet alleen de paling doch ook de zeebaars de maandag nog in goede gezondheid verkeerde.

Ook Gust Tops, die enkele jaren actief in het project meegeholpen heeft wil ik hiervoor bedanken. Van Bart De Nayer, die momenteel het onderzoek verderzet in samenwerking met Smet Fish en verantwoordelijk is voor de upscaling van het project, heb ik heel wat nuttige informatie en discussiemateriaal gekregen tijdens de finale verwerkingsfase van dit proefschrift.

Aan alle leden van het studiesyndicaat "Biofish", die het project financieel en praktisch mogelijk maakten, mijn oprechte dank.

Vooreerst de vertegenwoordigers van EBES; De Heren S. Ulens, F. Geeraert, P. Magerman en H. Bogaert, hebben steeds van dichtbij het project gevolgd. Ook de Ingenieurs van de kerncentrale van Doel mogen niet vergeten worden. Met name de Heren J. Van Miert, H. Vergauwen en R. Smet waarbij ik regelmatig kwam aankloppen wanneer één of andere technisch probleem zich voordeed. Hierbij wil ik ook De Heer K. De Ranter danken voor de vlotte samenwerking bij de wateranalyses. De G.I.M.V. ben ik erkentelijk voor de medefinanciering, L.R.D. voor de administratieve begeleiding van het project, en het N.F.W.O. voor de financiering van het fundamenteel wetenschappelijk onderzoek dat op zeebaars kon uitgevoerd worden.

Een woordje van dank voor Prof. Dr. E. Kühn die zijn toch al zo druk bezette gamma counter, en personeel, ter beschikking stelde voor het uitvoeren van de RIA's.

Dr. B. Ceusters mag zeker niet vergeten worden. Zijn deskundig advies bij de statistische verwerking en interpretatie van de resultaten was voor mij een belangrijke hulp.

Daarnaast is er natuurlijk ook Doctor L. Lambrechts bij wie ik op elk moment de spreekkamer kon binnenlopen, en die een gewaardeerde discussiepartner was bij het onderzoek van de ziekteverschijnselen.

Ook voor alle collega's, laboranten en technici van het Zoölogisch Instituut die door de jaren heen steeds ter beschikking stonden en een aangename werksfeer creëerden mijn oprechte waardering. Ik denk hierbij vooral aan: Serge, Daniel, Wim, John, Lut, Rik, Stefaan, Patrik, Willy, Francine, Maria en Julie.

Bij Mr. H. Van den Bergh kon ik terecht voor nuttige tips, die hij altijd in huis heeft, en voor hulp bij het verbeteren van Engelse of Franse teksten.

Het Rijksstation voor zeevisserij in Oostende, Lovap in Geel en het SCK in Mol wil ik nog bedanken voor het bepalen van xenobiotische stoffen in het visvlees.

Verder nog een dank u wel aan Lieve Cambré voor het tekenwerk, en aan Gerrit Beylemans met wie ik menig uurtje achter de P.C. doorbracht en waar ik steeds kon aankloppen met al mijn computer-problemen.

Mijn moeder krijgt nog een speciaal woordje van dank voor haar morele en financiële steun tijdens mijn studies.

Tenslotte wil ik ook mijn vrouw Mia, mijn zoontje Rik en dochtertje Lien bedanken voor het geduld dat ze moesten opbrengen wanneer papa weer eens achter computer, artikel of pen kroop om zijn zeebaarsverhaal rond te maken.

Voorwoord

Niettegenstaande binnen de aquacultuur de visteelt reeds van oudsher een belangrijke plaats inneemt en vis wereldwijd als een hoogwaardige proteïnebron voor mens en dier beschouwd wordt, is de kweek van zeebaars (*Dicentrarchus labrax*) slechts recent tot ontwikkeling gekomen. De eerste experimenten die aanleiding gaven tot een snelle expansie van de zeebaarskweek dateren uit 1971. Toen werden, voor het eerst, startend van bevruchte zeebaarseieren, met redelijk succes larven opgekweekt (Barnabé, 1971). We moeten echter wachten tot 1984 vooraleer de eerste echte kweekresultaten op het congres "L'aquaculture du Bar et des Sparidés" te Sète voorgesteld worden. Momenteel wordt de totale aquacultuurproductie voor zeebaars en daurade (*Sparus aurata*) samen op 6000 ton/jaar geraamd, maar New (1987) voorspelt voor 1992 reeds een totale productie van 27 000 ton. Alhoewel er dus een forse produktiestijging in het vooruitzicht gesteld wordt moeten we ons toch realiseren dat t.o.v. bijvoorbeeld de cypriniden en salmoniden het aandeel van de zeebaars en daurade binnen de Europese aquacultuur nog beperkt is. Jaarlijks worden immers ongeveer 100 000 ton cypriniden en evenveel salmoniden voor consumptie gekweekt.

De voornaamste belemmering om de zeebaars ook in ons land te introduceren als kweekvis, is de lage wintertemperatuur van het zee- en estuariumwater in België, waarbij de groei van de zeebaars uitermate traag verloopt en een hoge mortaliteit optreedt. Dit probleem stelt zich in mindere mate in de Mediterrane landen zodat de zeebaarskweek zich dan ook voornamelijk beperkt tot Zuid-Europa.

In 1983 zijn in de kerncentrale van Doel, naar analogie met Gravelines, de eerste experimenten gestart voor de kweek van zeebaars in thermisch aangerijkt water. De belangrijkste beperkende factor n.l. de te lage watertemperatuur kon op deze wijze geëlimineerd worden, zodat de zeebaars als nieuwe kweeksoort ook in ons land geïntroduceerd werd. Daarom werd besloten om in een pilootinstallatie, gebouwd op de terreinen van de K.C.D., een project te starten met als doel na te gaan of het thermische aangerijkt water geschikt was voor de kweek van zeebaars.

Naast een korte bespreking van de biologie van de zeebaars in hoofdstuk I, wordt in hoofdstuk II ingegaan op de verschillende kweekmethodes en op de marktsituatie van de zeebaars in Europa. Tussen het opstarten van een pilootinstallatie en het overstappen naar een industriële kwekerij verlopen immers een aantal jaren waardoor men naar de toekomst toe een idee moet kunnen vormen van de mogelijke afzetmarkt en marktwaarde van de soort.

Het eigen onderzoek is onderverdeeld in vijf hoofdstukken.

In een eerste deel wordt besproken hoe de pilootinstallatie ontwikkeld werd die aan volgende voorwaarden moest voldoen :

- Een wateraanvoer verzekeren waarbij kweekwater verkregen wordt met een zo optimaal mogelijke temperatuur.
- Water leveren dat kwalitatief aan de eisen van de zeebaars voldoet.
- Een installatie ontwerpen die geschikt is voor de kweek van zeebaars, en die wat onderhoud betreft weinig arbeidsintensief is. Meer bepaald wordt nagegaan welke tankconstructie een snelle eliminatie van het bezonken slib toelaat, daar de beladenheid van het Scheldewater met slib groot is.

Vervolgens wordt de eigenlijke kweek beschouwd, waarbij vooral de groei en de invloed van verschillende groeibepalende variabelen bestudeerd worden. Tevens schenken we aandacht aan de kwantitatieve en kwalitatieve nutritionele behoeften van de zeebaars onder de kweekomstandigheden te Doel.

Daar ziekten en intoxicaties vaak verantwoordelijk zijn voor massale verliezen in de aquacultuur worden in een volgend hoofdstuk de belangrijkste pathogenen en potentiële pathogenen voor de kweek in Doel besproken evenals het gevaar voor ammoniakintoxicatie.

In hoofdstuk IV onderzoeken we de gevolgen van zwemblaasdeficiëntie en de daaraan verbonden groeiachterstand op het schildkliermetabolisme. De schildklier is immers een belangrijk endocrien orgaan dat mede de groei reguleert.

Omdat accumulatie van xenobiotische stoffen in visvlees een gekend probleem is, is het ten slotte belangrijk dat het marktklare, afgekweekte produkt aan bepaalde kwaliteitsnormen voldoet. De kwantitatieve analyse van drie groepen xenobionten met name PCB's, zware metalen en radioisotopen komt in het laatste hoofdstuk aan bod.

Ondanks de vele problemen inherent aan een pilootproject, waardoor de verwachtingen vaak hoger zijn dan de haalbare resultaten, heeft het preliminaire onderzoek tussen 1983 en 1987, waarvan de resultaten in dit proefschrift besproken worden, geleid tot een industriële aanpak van de zeebaarssteelt in België. Vanaf 1987 is gestart met de optimalisatie en uitbreiding van de bestaande installaties, waardoor ook in ons land de productie van zeebaars op economische schaal niet langer een utopie maar een te verwezenlijken objectief geworden is.

Hoofdstuk I : De biologie van de zeebaars.

1.1. Systematische positie van de zeebaars (*Dicentrarchus labrax*).

De zeebaars wordt binnen de systematische classificatie als volgt gerangschikt :

superklasse	:	Pisces
klasse	:	Osteichthyes
superorde	:	Teleostei
orde	:	Perciformes
suborde	:	Percoidea
familie	:	Serranidae
genus	:	<i>Dicentrarchus</i>
soort	:	<i>Dicentrarchus labrax</i> (Linnaeus)

Tot het genus *Dicentrarchus* behoort naast *Dicentrarchus labrax* ook *Dicentrarchus punctatus*. Beide soorten zijn van mekaar te onderscheiden doordat *Dicentrarchus punctatus* op de rug en de flanken donkere vlekken vertoont zowel bij de adulten als bij de juvenielen. Bij *Dicentrarchus labrax* komen deze vlekken in sommige gevallen ook voor bij juveniele vissen (tot maximum 2 jaar), echter nooit bij adulten. Daar dit kenmerk onvoldoende is om beide soorten duidelijk van elkaar te onderscheiden, worden voornamelijk twee bijkomende criteria aangewend die een ondubbelzinnige determinatie toelaten (Barnabé, 1976).

Dicentrarchus labrax

- de vomer tanden komen enkel voor op het achterste deel van het vomer en vormen een open V
- cycloïde interorbitale schubben

Dicentrarchus punctatus

- de vomertanden komen voor op gans het vomer en vormen een pijl
- ctenoïde interorbitale schubben

Naast deze morfologische verschillen beschreven door Barnabé(1986), is ook aangetoond dat tussen beide soorten verschillen bestaan op biochemisch en reproductief vlak (Barnabé en René, 1972 fide Barnabé, 1986).

1.2. Natuurlijk voorkomen en verspreiding

1.2.1. Geografische verspreiding

Alhoewel het verspreidingsgebied van de zeebaars zich in de Atlantische oceaan uitstrekt van Marokko (Barnabé, 1986) tot de meest noordelijk gelegen kusten van Noorwegen (Wheeler, 1969), staan vooral het meer zuidelijk gelegen deel hiervan, evenals de Middellandse Zee, bekend als de belangrijkste visserijgronden voor deze soort. Toch komen er ook niet onbelangrijke populaties voor in de Ierse (Kennedy en Fitzmaurice, 1972) en Engelse wateren (Holden en Williams, 1974; Dando en Demir, 1985).

Door de grote verspreiding van deze vissoort, wat reeds wijst op zijn eurytherm karakter, kan men volgens Jackman (1954) en Barnabé en René (1972) "ecologische rassen" onderscheiden. Deze verschillen ten opzichte van mekaar o.a. door een graduele toename van de eidiameter gaande van zuid naar noord (Barnabé, 1986). Het belangrijkste verschil tussen deze ecologische rassen is wellicht de leeftijd waarop de zeebaarzen geslachtsrijp worden. Voor de Ierse Eilanden, gelegen tussen 51,5 en 55,5 °N.B. stelt men vast dat wijfjes er 5 tot 8 jaar over doen om geslachtsrijp te worden, terwijl mannetjes hiervoor 4 tot 7 jaar nodig hebben (Kennedy en Fitzmaurice, 1972). Hiertegenover staat dat in Marokko, op 30 °N.B., de tijd nodig om te ontwikkelen tot geslachtsrijpe adulte vis gehalveerd is t.o.v. Ierland (Barnabé, 1986). Tevens stelt men vast dat zowel de mannelijke als de vrouwelijke zeebaarzen gemiddeld kleiner zijn wanneer ze geslachtsrijp worden in Marokko dan in Ierland (Barnabé, 1986).

1.2.2. Eiafzet, lokale verspreiding en migratie

1.2.2.1. Eiafzet

Onafhankelijk van de breedteligging is er maar één voortplantingsperiode per jaar. Deze periode verschilt echter naargelang de breedteligging. De voornaamste paaiperiode ter hoogte van de mediterrane landen situeert zich in januari, terwijl mei en juni de belangrijkste voortplantingsmaanden vormen in de Ierse wateren (Barnabé, 1986).

Voor de Franse kusten, in de nabijheid van Sète, zijn verschillende paaipplaatsen voor zeebaars gelokaliseerd. Algemeen kan men stellen dat de paaidiepte varieert van 3,5 tot 6 meter op een bij voorkeur rotsige ondergrond. De temperatuur bedraagt gemiddeld 11,5 °C bij een zuurstofconcentratie van 7,4 - 9,2 mg/l en bij een saliniteit variërend van 37,1 tot 38,0 ‰. (Barnabé, 1978). Vangstgegevens, verkregen door sleepnetvisserij, tonen echter aan dat er ook paaiende zeebaarzen aangetroffen worden in volle zee op 30 tot 40 meter diepte (Barnabé, 1986).

Ook op de Engelse en Ierse kusten werd onderzoek gedaan naar de paaipplaatsen van zeebaars. Vooral Kennedy en Fitzmaurice (1972) bestudeerden verschillende paaigronden nabij de monding van de Waterford River en in een aantal estuaria. Telkens lag de gemeten saliniteit hoger dan 30 ‰. Studies op de Engelse Zuidkusten (Dando en Demir, 1985) tonen aan dat de paaigronden hier veel verder in zee liggen (28 km) in vergelijking met de Ierse wateren.

De larven van de zeebaars worden zoals de eieren meestal in het littorale mesoplankton teruggevonden (Barnabé, 1986).

1.2.2.2. Verspreiding en migratie

Zowel in Frankrijk (Barnabé, 1986) als in Engeland (Claridge en Potter, 1983; Aprahamian en Barr, 1985) blijken de estuaria geschikte verblijfplaatsen te zijn voor de larven en juvenielen tijdens de lente-, zomer- en herfstperiode. Vooral lokale omstandigheden zoals hogere temperatuur en voedselaanbod zouden verantwoordelijk zijn voor de lokale migraties van juvenielen naar de estuaria toe (Arias, 1980; Barnabé, 1978). Daarenboven blijken de lagere watersaliniteiten in de estuaria de groei gunstig te beïnvloeden (Chervinski en Shapiro, 1980; Boeuf en Lasserre, 1978 fide Aprahamian en Barr, 1985). In het merendeel van de onderzochte plaatsen wordt een migratie "offshore" vastgesteld tijdens de late herfst en wintermaanden (Barnabé, 1978; 1986). Ook hier zou de snelle temperatuurdaling als stimulus werken (Aprahamian en Dickson, 1985). Uitzonderingen hierop zijn de vaststellingen van Holden en Williams (1974) die waarnemen dat een groot deel van de zeebaarzen in de Ierse kustwateren de lagunes en estuaria bevolken tot ze 3 jaar oud zijn alvorens naar de zee te migreren. Sporadisch wordt dit gedrag ook waargenomen voor kleine scholen (30 - 50 individuen) in de "Etang de Thau" (Barnabé, 1978). Zoals Holden en Williams (1974) bij "tagging" experimenten in de Engelse wateren, kon Maillard (1976 fide Barnabé, 1978) aan de hand van parasitologisch onderzoek ook uitmaken dat enkel volwassen zeebaarzen, en dan nog slechts een kleine fractie (voor de Engelse wateren 20 %), over grote afstanden migreren. Algemeen kan men dus stellen dat zeebaarspopulaties vrij lokaal voorkomen waardoor een wezenlijk gevaar bestaat voor overbevising (Dando en Demir, 1985).

1.2.3. Natuurlijk voedsel van de zeebaars

1.2.3.1. Larvaal stadium

Daar, in tegenstelling tot de meeste zoetwatervissen, de larven van mariene Teleostei na het ontlippen slechts over een geringe hoeveelheid dooiermateriaal (dat als energiereserve fungeert) beschikken, is het noodzakelijk dat de zeebaarslarve zich vrij vlug na het openen van de mond (na 5 à 6 dagen) actief begint te voeden. Deze korte fase van het larvale stadium wordt de "kritische periode" genoemd (Barnabé, 1978; 1986) omdat ze gekenmerkt wordt door hoge mortaliteiten tijdens het

kweekproces. De studie naar de eerste exogene voedselbehoeften en aangepaste prooien voor zeebaarslarven wordt dan ook niet ten onrechte de "bottle neck" van de zeebaars- en in het algemeen van de zeeviskweek genoemd. Gegevens over het natuurlijk dieet van de zeebaarslarve zijn echter zeer schaars (Lebour, 1920 fide Barnabé, 1976). Daar in dit werk uitsluitend onderzoek is gedaan naar de opkweek van zeebaars vanaf het juveniel stadium wordt dan ook niet verder ingegaan op de larvale stadia en hun voederproblematiek.

1.2.3.2. Juvenile en adulte stadia

Vanaf het ontluiken tot aan zijn dood is de zeebaars een predator. Alhoewel hij tijdens het larvale en juveniele stadium ook als prooidier kan beschouwd worden, is er slechts één geval bekend waarbij een zeebaars van 300 g teruggevonden is in de maag van een rog (*Torpedo marmorata*). Op basis van deze gegevens plaatst Barnabé (1978) de zeebaars aan de top van de voedselketen. In tegenstelling tot het larvaal stadium zijn er meerdere studies gebeurd met betrekking tot het natuurlijk dieet van juvenile en adulte zeebaarzen. Prooianalyses voor juvenile zeebaars in de Severn estuaria (Aprahamian en Barr, 1985) tonen aan dat hun dieet vooral bestaat uit Mysidacea, Copepoda, Gammaridae, garnalen en larven van Decapoda, wat in grote lijnen overeenkomt met de bevindingen van Arias (1980) in Cadiz. Deze auteur trof echter ook occasioneel piscivore juvenielen aan wat nooit het geval was voor de Severn. Dando en Demir (1985) vond dat het voedselregime in de Tamar Rivier zich praktisch uitsluitend beperkte tot de copepode *Eurytemera affinis*. Boulineau Coatanea (1969) onderzocht het voedselregime van de zeebaars langs de Bretoense kust. Het interessante aan deze studie is het onderzoek naar de evolutie van de prooivoorkeur in de verschillende leeftijdsklassen. Grosso modo kan men voor de Bretoense kusten stellen dat de Brachyura (Crustacea; Decapoda) vanaf het eerste levensjaar tot en met een leeftijd van 20 à 25 jaar als preferentiële prooi steeds belangrijker worden. De Mysidacea komen vooral voor op het menu van 4 à 5 jaar oude zeebaarzen, waarna ze vervangen worden door grotere Crustacea. Ondanks het feit dat oudere specimens (12 jaar) meer piscivoor worden blijven Crustacea steeds het belangrijkste deel van het voedsel uitmaken. Het enige verschil in het voedselregime waargenomen voor zeebaarzen in brak water aan de Bretoense kust, is het wegvallen van de Mysidacea op het menu, daar deze niet in brak water voorkomen.

Een vergelijkend onderzoek uitgevoerd in de omgeving van Arcachon door Labourg en Stequert (1973) toont aan dat voor zeebaarzen ouder dan 7 jaar (40 cm) vissen 80 % van hun voedsel uitmaken, wat overeenkomt met gegevens van Arias (1980). Dit is dus in tegenstelling met de gegevens afkomstig van de Bretoense kusten.

Voor piscivore zeebaarzen zijn vooral harders (Mugilidae), paling (*Anguilla anguilla*), haringachtigen (Clupeidae) en zandaal (*Ammodytes tobianus*) de belangrijkste prooien (Labourg en Stequert, 1973; Kennedy en Fitzmaurice, 1972).

Boulineau-Coatanea (1969) vindt dat de intensiteit van de voedselopname sterk seizoengebonden is. Hij stelt vast dat tijdens de laatste fase van de maturatie en tijdens de voortplanting zelf, de voedselopname zeer beperkt is, terwijl vóór deze periode en direct erna zeer intensief gejaagd wordt. Deze periodes van verminderde voedselopname hebben vanzelfsprekend een groeivertraging en soms zelfs een volledige groeistop voor gevolg (Barnabé, 1986; Lucet et al., 1984).

1.2.4. Groei onder natuurlijke omstandigheden

Meestal wordt ook gebruik gemaakt van de (groei)annuli op de schubben om leeftijdsklassen te bepalen voor de zeebaars (Arias, 1980; Kennedy en Fitzmaurice, 1972; Barnabé, 1976). Zoals te verwachten worden er, afhankelijk van de breedteligging, groeiverschillen waargenomen, hetgeen ontegensprekelijk te maken heeft met het verschil in watertemperatuur en de daarmee gepaard gaande metabolische veranderingen en verschillen in voedselaanbod. Een vergelijking van de lengtegroei in verschillende geografische gebieden is voorgesteld in het onderzoek van Arias (1980) en van Barnabé (1986), waarin aangetoond wordt dat zeebaarzen uit het zuidelijk deel van het verspreidingsgebied sneller groeien dan hun meer noordelijke soortgenoten. Naast geografisch bepaalde groeiverschillen, is er ook een duidelijk sexueel groeidimorfisme waarneembaar met dien verstande dat vrouwelijke zeebaarzen duidelijk sneller groeien dan de mannelijke individuen (Barnabé, 1986). Behalve de breedteligging en het geslacht spelen ook lokale invloeden een belangrijke rol. Een goed voorbeeld hiervan zijn de estuaria die gekenmerkt zijn door 1. snelle wateropwarming tijdens warme periodes, 2. lagere saliniteiten en 3. hoog voedselaanbod. De combinatie van deze eigenschappen maakt deze lokaties uiterst geschikt als "nursery grounds" voor juveniele vissen (Dando en Demir, 1985). Concrete groeiverschillen zijn waargenomen door Arias (1980) die aantoont dat éénjarige zeebaarzen die op zee gevangen zijn, gemiddeld 180 mm (Standaard lengte) lang en 37 g zwaar zijn terwijl zeebaarzen uit het 'Esteros de Cadiz' na een jaar een lengte hebben van 180 mm en 60 g wegen.

1.2.5. Aanpassing aan fysische en chemische variabelen.

1.2.5.1. Saliniteit

Kenmerkend voor de zeebaars is zijn uitzonderlijk hoog adaptatievermogen aan verschillende zoutconcentraties. Door zijn euryhalien karakter kan hij even vlot overleven in water met een saliniteit van 0,5 ‰ als in normaal zeewater, terwijl zoutconcentraties van 10 tot 30 ‰ als optimaal beschouwd worden (Barnabé, 1986). Chervinsky (1974) toont aan dat zeebaarzen met een gewicht van slechts 0,2g reeds een abrupte saliniteitsdaling van 39 naar 3,9 ‰ verdragen en dat bij graduele saliniteitsverlaging zeebaarzen van dezelfde grootteklasse in zoet water (0,5 ‰) overleven,

althans de eerste 48 uur na het overplaatsen. Ook de studie van Aprahamian en Barr (1985) op de Severn, waar juveniele zeebaarzen ver stroomopwaarts tot aan de zoetwatergrens aangetroffen worden, staft de bevindingen van Chervinsky (1974). Uit voorafgaande gegevens blijkt dat het euryhalien karakter van de zeebaars zich reeds zeer vroeg manifesteert. Experimenteel werd aangetoond dat zelfs eieren zich nog ontwikkelen bij een saliniteit van 7 ‰. (Barnabé, 1978). Dieuzeide et al. (1954) hebben zelfs een eiafzet waargenomen in zoet water, bij de monding van de Oueds. Niet alleen lage maar ook extreem hoge saliniteiten worden goed verdragen. Arias (1980) meet extreme waarden van 88 ‰. in de salinas van Cadiz, waarin extensief zeebaars gekweekt wordt.

1.2.5.2. Temperatuur

Naast zijn uitgesproken euryhalien karakter, is de zeebaars ook zeer eurytherm, wat reeds tot uiting komt door zijn geografische verspreiding (1.1.2.1.).

Als uiterste temperatuurgrenzen worden 2 en 32 °C aangegeven, waarbij de optimale temperatuur zich situeert tusen 23 en 27 °C (Barnabé, 1986). In natuurlijk milieu speelt de temperatuur tevens een belangrijke rol bij het migratiegedrag van de zeebaars: "les loups peuvent rencontrer des stimulations significatives telles que les courants ou des masses d'eaux plus chaudes, auxquelles ils répondent par des réactions taxiques" (Barnabé, 1978). Ook onrechtstreeks kan de temperatuur een invloed hebben op de migratie, omdat verhoogde temperatuur vaak een verhoogd voedselaanbod voor gevolg heeft. Zo worden vooral sardienen en anchovissen aangetrokken door warme stromingen met als gevolg dat zeebaarzen in deze warmere watermassa's een rijk voedselaanbod aantreffen, hetgeen hun migratie naar deze warmere plaatsen stimuleert (Barnabé, 1978). Een ander voorbeeld is de migratie van juvenielen naar warmere ondiepe lagunes waar het voedselaanbod groter is dan in zee (Dando, 1985).

De groei van de zeebaars wordt ook sterk beïnvloed door de temperatuur, wat zoals eerder vermeld, te maken heeft met het voedselaanbod, maar ook met de voedselopname als dusdanig. Bij temperaturen lager dan 7 °C zou onafhankelijk van het voedselaanbod de voedingsactiviteit stopgezet worden (Barnabé, 1986). Niettegenstaande worden in de "Vallicultura" systemen volgens Ravagnan (1984) bij een temperatuur van 3°C zeebaarzen gevangen met prooien in de maag. De relatie tussen voedselopname en temperatuur zou dan ook mede verantwoordelijk zijn voor de waargenomen groeiverschillen tussen geografische gebieden (Arias, 1980; Barnabé, 1986). Ook lokale temperatuursverschillen hebben een invloed op de voedselopname wat tot uiting komt in onderzoek van Boulineau-Coatanea (1969) en Labourg en Stequert (1973). Deze auteurs nemen een seizoensgebonden, temperatuursafhankelijke voedselopname waar, waarbij vastgesteld wordt dat bij gevangen exemplaren tijdens de koudste maanden het percentage lege magen het grootst is. Op te merken valt dat niet alleen de temperatuur, maar ook de fysische conditie van de zeebaars, belangrijk is voor het bepalen van de voedselopname. Zo hernemen de adulte vissen hun voedingsactiviteit reeds bij 10 °C (februari in Sète) terwijl juvenielen dit pas enkele maanden later doen wanneer de watertemperatuur reeds aanzienlijk opgelopen is. Deze waarneming wordt verklaard doordat de

adulte vissen na de eiafzet hun vetreserves opgebruikt hebben, wat hun noodzaakt om de voedingsactiviteit te hernemen, terwijl juvenielen op hetzelfde tijdstip nog over voldoende vetreserves beschikken waardoor ze zich pas later terug beginnen te voeden (Barnabé, 1978).

Een laatste maar toch belangrijke temperatuursinvloed is deze op de voortplanting. Algemeen wordt waargenomen dat het eigenlijke paaien plaatsvindt binnen nauwe temperatuurgrenzen (tussen 10.6 en 12.6 °C) (Barnabé, 1978).

1.2.5.3. Vervuiling

Er is tot op heden weinig onderzoek gedaan naar de gevoeligheid van zeebaarzen voor gifstoffen. Enkel Beji (1980 fide Barnabé, 1986) vindt dat de gevoeligheid voor gifstoffen afneemt naarmate de zeebaars groeit. Voor detergents (teepol) vond hij een LC50 (24 u) van 0.0034 tot 0.0155 ml/l bij vissen van 1,37 - 15.0 cm. Voor HgCl₂ is de LC50 (48 u) gelijk aan 1,2 mg/l. Voor slecht oplosbaar gif zoals insecticiden blijkt zeebaars weinig gevoelig. Belangrijk is wel dat zeebaars in zeer vervuild water, vooral in havens, een mazoutsmaak kan aannemen (Barnabé, 1986).

1.2.5.4. pH en ammoniak

Optimale pH-waarden voor zeebaars liggen tussen 7,7 en 8,3 terwijl voor de maximale NH₃ waarde 1mg/l aangegeven wordt (Barnabé, 1986).

Hoofdstuk II : De zeebaars als kweekvis.

2.1. Historisch overzicht en ontwikkelingen in de kweek van de zeebaars (*Dicentrarchus labrax*).

In de loop van de laatste twee decennia is de belangstelling die de zeebaars (*D. labrax*) samen met de daurade (*Sparus aurata*) geniet, sterk toegenomen. De reden hiervoor dient gezocht te worden in de hoge kwaliteit van beide soorten en de daaraan verbonden interessante marktprijs.

Tallose nieuwe onderzoeksprojecten (pilootinstallaties) en commerciële kwekerijen worden momenteel, vooral in de mediterrane landen, uitgebouwd. Toch beperkt de aandacht voor o.a zeebaarskweek zich niet tot de Middellandse Zee regio, maar groeit ook de interesse in meer noordelijk gelegen streken. De kwekerij bij Gravelines (Noord Frankrijk), die zoals deze in Doel gebruik maakt van thermische effluenten afkomstig van nucleaire centrales, is hier een goed voorbeeld van.

Niettegenstaande er momenteel reeds op economische schaal zeebaars geteeld wordt, is de nodige know-how slechts recentelijk tot ontwikkeling gekomen. Het was immers Barnabé (1971, Fide Barnabé, 1986), die de eerste hoopgevende resultaten behaalde in de zeebaarskweek. Vanaf de jaren '80 is het onderzoek en de hieruit voortvloeiende wetenschap in een ware stroomversnelling terecht gekomen, waarbij in 1984 de eerste echte afmestresultaten op het congres van L'aquaculture du bar et des Sparidés te Sète zijn voorgesteld. Meestal betrof het echter experimentele kwekerijen met een relatief kleine capaciteit. Momenteel kan men echter stellen dat, met de ontwikkeling van een aantal kwekerijen waarvan de capaciteit enkele honderden ton op jaarbasis bedraagt, de eigenlijke doorbraak van de zeebaarsteelt een feit is en dat de aquacultuur-productie procentueel gezien stilaan veld wint op de visserij-opbrengst.

2.2. Bespreking van enkele kweekmethoden.

De zeebaars (*D. labrax*) wordt in Europa zowel op extensieve, semi-intensieve als intensieve manier gekweekt. Om enigszins een idee te krijgen over de werking van de verschillende systemen worden deze samen met enkele voorbeelden in het kort besproken.

2.2.1. Extensieve zeebaarskweek.

Bij de extensieve zeebaarskweek worden delen van lagunes of andere waterplassen die met de open zee in verbinding staan afgesloten. Op die manier worden de vissen die erin uitgezet zijn of die er natuurlijk in voorkomen verhinderd naar de open zee terug te keren. Het voornaamste kenmerk van de extensieve kweek is het feit dat de voedselvoorziening uitsluitend gebeurt via het natuurlijk prooi-aanbod.

Een voorbeeld van een extensieve zeebaarskwekerij wordt beschreven door Carpentier (1984) in de streek van Marennes-Oléron. Zeebaarzen van 17g tot 100g worden in zeer lage densiteiten uitgezet (3 stuks/10 m²) samen met andere soorten (oesters en tong) zonder extra voedselaanbod. Na 12 maanden bereiken de afgeviste zeebaarzen 270 g. Deze worden dan verder opgekweekt in intensieve systemen tot ze een gewicht bereiken van 750 g. Het voordeel van deze extensieve kweekmethode is de geringe behoefte aan werkkracht : er moet immers na het uitzetten geen extra inzet gebeuren om de zeebaars verder op te kweken. Ook is de groei relatief snel tijdens de zomermaanden (van 100 g tot 270 g op één jaar). Het grote nadeel van de extensieve kweek en dan vooral in de meer noordelijk gelegen streken is de zeer hoge mortaliteit (75%), ten gevolge van de winterkoude. Ter hoogte van Oléron worden watertemperaturen van 0 °C waargenomen. Het is echter niet alleen de extreme koude die verantwoordelijk is voor deze hoge mortaliteit, ook de lage zuurstofconcentratie tijdens de zomermaanden (1 à 2 mg/l) is soms fataal voor het visbestand. Voor Oléron is de opbrengst per hectare ongeveer 200 kg, hetgeen in combinatie met de extra opbrengst van de andere soorten een niet te verwaarlozen hoeveelheid is.

De wintermortaliteit, eigen aan de extensieve visteelt in meer noordelijk gelegen streken, is zoals eerder reeds gezegd de beperkende factor voor een verdere uitbreiding en commercialisatie van deze kweekmethode. Williot (1984) heeft met enkele simpele ingrepen in het kweekstelsel, zoals het partieel overdeken van de kweekbekkens met plasticfolie, een daling van de mortaliteit van 70% naar 10% kunnen verwezenlijken. De temperatuurstijging die het gevolg was van deze ingreep bedroeg 1 °C ten opzichte van de referentievijvers. Terecht vraagt de auteur zich af of deze minieme temperatuursverhoging verantwoordelijk kan zijn voor de waargenomen mortaliteitsdaling. Mogelijks hebben in deze proef andere, niet direct waarneembare parameters, zoals een genetisch bepaalde temperatuurrestantie een rol gespeeld.

Meer zuidelijk gelegen lagunes zijn uiteraard meer geschikt voor de extensieve visteelt. Arias (1980) vindt dat in de lagunaire wateren nabij Cadix de zeebaars in extensieve culturen veel sneller groeit in vergelijking met Oléron. Hiervoor zijn ontegensprekelijk de hogere minimum watertemperaturen (14 °C) verantwoordelijk.

Een ander typisch voorbeeld van extensieve zeebaarskweek is de 'vallicultuur' in Italië (Ravagnan 1984). In de omgeving van Venetië wordt in brakwaterlagunes zeebaars extensief gekweekt. Ook hier is de overleving zeer slecht (2 tot 30 %) wat dus weer te wijten is aan de lage wintertemperaturen van het water (3 °C). De opbrengst per hectare die volgens Ravagnan (1984) 10 tot 20 kg bedraagt en maximaal 100 kg volgens New et al. (1987), getuigt van een laag rendement. Toch levert de extensieve zeebaarsvisteelt in de vallicultuur jaarlijks ongeveer 700 ton op vanwege de enorme op-

pervlakte die voorhanden is voor deze kweekmethode. Groeieresultaten wijzen uit dat op 30 maanden de zeebaars kan opgroeien tot een gewicht van ongeveer 350 g, wat op zichzelf niet zoveel informatie verstrekt, daar de begingewichten van de uitgezette pootvis niet nauwkeurig gekend zijn. Voor extensieve kweeksystemen geldt dus algemeen dat het rendement laag is, vooral door de groei-stop en de hoge mortaliteit ten gevolge van de koude periodes. Rekening houdend met de hoge kost van het pootgoed is de rentabiliteit op zijn minst twijfelachtig. Voor de vallicultuur in Venetië bijvoorbeeld schat men dat er ongeveer 12 pootvisjes moeten uitgezet worden om 1 kg. marktklare zeebaars te kweken. Tevens wordt geschat dat de voederconversie tot 7 oploopt in dergelijke systemen, waardoor de predatiedruk zeer groot is op de andere in dit milieu voorkomende soorten, hetgeen de jaaropbrengst voor deze soorten sterk hypothekeert. Om deze reden kan men aannemen dat de extensieve zeebaarskweek ook in de komende jaren een artisanaal karakter zal behouden en dat de opbrengsten slechts een klein percentage zullen vertegenwoordigen binnen de totale hoeveelheid in de aquacultuur geproduceerde zeebaars.

2.2.2. Semi-intensieve zeebaarsteelt.

Bij deze kweekmethode wordt in kleinere bekkens gekweekt, voornamelijk gegraven vijvers of afgesloten delen van lagunes, waarbij naast het natuurlijk voedselaanbod, door de kweker supplementair gevoederd wordt.

Naast de extensieve 'vallicultuur' wordt er ook semi intensief gekweekt (Ravagnan, 1984). Het grote verschil met de extensieve kweek is, zoals reeds vermeld, de inbreng van artificieel voer in het kweekproces om de groei van de juvenielen te versnellen. Daardoor zijn ze tijdens de eerste koudeperiode meer bestand tegen de lagere watertemperaturen. Wanneer de zeebaarzen een gewicht van ongeveer 50 g bereiken kunnen ze uitgezet worden in de extensieve kwekerij ofwel gebruikt worden om op intensieve wijze verder opgekweekt te worden. Op die manier verwacht men dat de opbrengst, die momenteel in de vallicultura maximaal 100 kg/ha bedraagt, kan toenemen tot gemiddeld 300 kg/ha. (New et al., 1987).

2.2.3. Intensieve zeebaarsteelt.

Bij intensieve zeebaarsteelt, wordt de vis in relatief kleine volumes gekweekt. De kweekbakken kunnen echter uit verschillende materialen opgebouwd zijn en verschillende vormen hebben. Wat echter gemeenschappelijk is aan alle intensieve kweeksystemen is dat alle voer door de kweker verstrekt wordt omdat er geen natuurlijk voedsel voorhanden is. Een bijkomende eigenschap van intensieve kweeksystemen is de hogere productie per oppervlakteëenheid. In de Europese zeebaarskweek kunnen we drie verschillende intensieve kweekmethoden onderscheiden: de vijverkweek, de kooikweek en de kweek in tanks.

2.2.3.1. De vijverkweek.

De vijverkweek is ontegensprekelijk de minst gekende en toegepaste vorm van intensieve zeebaarskweek. Behalve een vijverkweek in brak water beschreven door Conte (1984) aan de Zuidfranse kust zijn er weinig literatuurgegevens voorhanden over deze kweekmethode. De kweekvijvers hebben een afmeting van 50 m x 7 m x 1.8 m. In totaal is 6500 m³ water voorhanden waarin een jaarproductie van 10 ton gehaald wordt. De watervoorziening gebeurt via een mengsysteem waarin bronwater (saliniteit 1.2 ‰-1.5 ‰) gemengd wordt met lagunair vijverwater tot een saliniteit van 10 ‰ bereikt wordt. In geval van vervulling wordt echter de zoutwatertoevoer afgesneden en kan er geruime tijd verder gewerkt worden met bronwater. Osmoregulatorisch biedt dit voor de zeebaars geen problemen, maar de gevoeligheid voor schimmelinfecties neemt bij dergelijke lage saliniteit toe. Een vaststelling die ook door Carillo gedaan werd bij zijn studie naar de invloed van de saliniteit op een aantal fysiologische processen (Pers. mededeling).

Voor deze kweek worden zeebaarzen van 40-65 g uitgezet en over een periode van twee jaar afgemest tot 450 g. De maximale densiteit bedraagt hierbij 35 kg/m³. Alhoewel de mortaliteit bij intensieve kweeksystemen zeer variërend is, bedraagt deze in dit geval slechts 2 %, hetgeen bijzonder laag is. Dit is waarschijnlijk te verklaren doordat bij het uitzetten de pootvissen reeds een aanzienlijk gewicht bereiken, waardoor de gevoeligste fasen reeds achter de rug zijn. Een bijkomende verklaring voor de lage mortaliteit is de relatief hoge wintertemperatuur (15 °C), waardoor de typische wintermortaliteit, die vooral haar slachtoffers eist in de extensieve zeebaarsteelt, voorkomen wordt. Het belangrijkste voordeel van de vijverkweek is de lage bouw- en werkingskost. Een nadeel is echter dat het systeem niet erg flexibel is, waarmee bedoeld wordt dat b.v de observatie en behandeling van de vissen minder vlot verloopt dan in kweektanks. Een ander nadeel is de eventuele bodemvervuiling door rottend voeder- en faeces, waardoor een verminderde waterkwaliteit ontstaat. Ondanks de beperkingen, eigen aan de vijverkweek, is men recentelijk ook in Italië met een aantal intensieve vijversystemen gestart (Pers. med. Dr. Saroglia). Gepubliceerde gegevens over opbrengst en overleving zijn echter niet voorhanden.

2.2.3.2. De kooikweek.

De kooikweek is momenteel de meest toegepaste vorm van intensieve zeebaarskweek. De mogelijkheid voor het opzetten van een kooicultuur is sterk afhankelijk van de lokaal heersende geografische omstandigheden, die aan volgende voorwaarden moeten voldoen (EICES, 1988).

- De waterkolom onder de kooien moet voldoende hoog zijn om bodemeutrofiëring te voorkomen.
- Om dezelfde reden moet er een voldoende waterstroming aanwezig zijn.
- De plaats waar de kooicultuur opgezet wordt moet voldoende beschut zijn tegen eventuele stormen.

Geschikte plaatsen die aan deze voorwaarden voldoen worden vooral aangetroffen aan de Griekse en Joegoslavische kusten, zodat de toekomst van de kooicultuur zich ook speciaal naar deze landen richt. Desondanks zijn de eerste experimenten met zeebaars in kooicultuur uitgevoerd in Thau (Frankrijk). Om een idee te krijgen over de methoden gebruikt bij de kooicultuur zullen we enkele bestaande installaties bespreken.

2.2.3.2.1. Kooicultuur in Thau (Lucet et al., 1984).

In tegenstelling tot Griekenland en Joegoslavië, waar vooral vlottende kooien aangewend worden, maakt men in Frankrijk gebruik van bestaande installaties ontwikkeld voor de schaaldierenkweek. Hiervoor worden in de bodem van de lagunaire vijvers spoorwegrails recht op gezet op een onderlinge afstand van circa 5 m. Bovenaan worden deze door houtwerk met elkaar verbonden, waaraan touwen vastgemaakt worden die in het water hangen en dienst doen als substraat voor de mosselkweek. Dezelfde installaties worden gebruikt om netkooien in op te hangen. De kooigrootte is 5 m x 5 m x 5 m terwijl de maaswijdte 7 mm of 12 mm bedraagt afhankelijk van de grootte van de vis. Per kooi is een voederautomaat voorzien. De opkweek van pootvis tot 250-500 g duurt 3 jaar. Deze relatief lange periode wordt verklaard door de zeer lage wintertemperaturen van het zeewater (minimum 5 °C), hetgeen ook een hoge wintermortaliteit voor gevolg heeft. Slechts 50% van de initieel uitgezette zeebaars overleeft de 3 kweekseizoenen. De totale jaarproductie bedraagt 10 ton bij maximale densiteiten van 10 kg/m³.

2.2.3.2.2. Kooicultuur in Griekenland. (Frentzos en Sweetman, 1988).

Momenteel bedraagt de totale Griekse kooiproductie voor zeebaars en daurade (*Sparus aurata*) samen ongeveer 110 ton (Frentzos en Sweetman, 1988). Negen tot elf, aan vlotters bevestigde kooien worden aan mekaar vast gemaakt en vormen een éénheid. Twee verschillende kooigroottes worden gebruikt : kleine van 125 m³ (6 m x 6 m) en grote van 300 m³ (8.5 m x 8.5 m). De pootvisjes van 1,5 g worden in de kleinste kooien uitgezet in densiteiten van 200 stuks per m³. Wanneer ze 30 g wegen worden ze in densiteiten van 50 stuks per m³ naar de grotere kooien overgezet, waar ze verder opgekweekt worden tot 300 g per stuk. De maximale densiteit bedraagt dus 15 kg per m³. Naast commercieel korrelvoer wordt ook nat voer op basis van verse vis toegediend. Startend van

pootvis van gemiddeld 1,5g wordt op 18 tot 24 maanden de zeebaars afgemest tot een gemiddeld gewicht van 290 g. Dit geldt enkel voor normaal gevormde zeebaarzen zonder morfologische afwijkingen. Voor zeebaarzen met een zwemblaasabnormale, (zie hoofdstuk IV) loopt het maximale gewicht slechts op tot 170 g per stuk over eenzelfde periode. Alhoewel de mortaliteit ten gevolge van de winterkoude kleiner is dan in Frankrijk (min 12 °C), is er toch nog een aanzienlijke mortaliteit ten gevolge van *Vibrio* infecties en kannibalisme. Exacte gegevens zijn echter niet voorhanden.

2.2.3.2.3. Kooicultuur in Joegoslavië. (Cenmar; Medrap rapport, 1986).

De totale kooicapaciteit in Cenmar bedraagt 400 ton, waardoor het de grootste intensieve zeebaarskwekerij in Europa is. Zoals in Griekenland worden ook hier twee verschillende kooigroottes gebruikt, afhankelijk van de grootte van de vis. De kooien worden door houten loopbruggen met elkaar verbonden en aan vlotters opgehangen. Het afmesten, startend van pootvis met een gemiddelde lengte van 3 cm tot een gemiddeld gewicht van 300 g duurt 18 maanden. De maximale dichtheid bedraagt 15 kg/m³. Als voeder wordt ook hier naast droog korrelvoer een nat voer, vooral bestaande uit verse vis, aangewend. De temperatuur van het water schommelt afhankelijk van het seizoen tussen 11 en 25 °C. De mortaliteit wordt op 30 % geschat en is vooral te wijten aan *Vibrio* infecties die in 1984 een mortaliteit van 40% onder de zeebaars veroorzaakten. Momenteel is echter de mortaliteit ten gevolge van *Vibrio* infectie sterk teruggelopen door gebruik van vaccins en bactericiden.

2.2.3.2.4. Voor en nadelen van kooicultuur.

Hét voordeel van de kooicultuur is de lagere werkingskost t.o.v de kweek in tanks. Vooral het wegvallen van de pompkosten, aan en afvoersystemen voor het water en het beluchtingsstelsel is een belangrijk argument bij het opteren voor kooicultuur. Hierbij komt dat vooral in toeristisch belangrijke gebieden geen land ingenomen wordt, waardoor de concurrentie met de toeristische sector minimaal is. Toch zijn er ook enkele nadelen verbonden aan de kooicultuur. De maximale dichtheid voor zeebaars bedraagt slechts 15 kg/m³. Bij hogere densiteiten worden vooral problemen met de zuurstofvoorziening vastgesteld (Medrap rapport, 1986). Ook de fouling problemen die ontstaan door aangroei van organismen op de netten veroorzaken een verminderde waterverversing, gepaard gaande met een zuurstofdeficiëntie. Daarom moeten de netten regelmatig gereinigd worden. Een ander niet te onderschatten probleem ontstaat wanneer de vissen tegen parasieten of bacteriële infecties moeten behandeld worden. Anti-parasitaire middelen en bactericiden kunnen immers nooit in badvorm toegediend worden vanwege de snelle verdunning ten gevolge van de waterstroming in de kooi. Tevens wordt er op gewezen dat door afzetting van voederresten op de zeebodem onder de kooien de bestaande fauna en flora drastisch kan beïnvloed worden. Of deze verandering, waarbij eventueel eutrofiëring zou kunnen ontstaan, werkelijk voor milieuproblemen kan zorgen is momenteel nog niet geheel duidelijk. Toch wordt er in het EICES rapport (1988) op gewezen dat onderzoek hieromtrent dringend moet aangevat worden. Volgens gegevens van Cenmar (Medrap

rapport, 1986) betekent de afvalproductie geen gevaar, maar eerder een verrijking van het ecosysteem doordat er meer en andere soorten aangetrokken worden. Of men deze waarneming als een verrijking moet beschouwen is natuurlijk afhankelijk van het ingenomen standpunt. Deze problematiek vormt dus een apart domein binnen de aquacultuur en zal aan belang winnen wanneer, zoals vooropgesteld, al in de nabije toekomst de kooikweek in Griekenland en Yoegoslavië zal uitbreiden. Het grootste probleem, en dan vooral voor Griekenland, stelt zich op het gebied van de know-how. Te weinig mensen hebben ervaring met kooicultuur en met zeebaarsteelt in het algemeen. Dit heeft tot gevolg dat de kooicultuur niet echt van de grond komt ondanks de enorme mogelijkheden die de Griekse kust biedt. Recente gegevens (Giassemis, 1988) tonen aan dat van de 18 kooiculturen opgezet in 1986 er nog slechts 7 productief waren in 1987. Het gevolg hiervan is dat de vooropgestelde produktie, die enkele honderden ton bedraagt, op verre na niet behaald wordt. Een bijkomend probleem, en voor de toekomst misschien wel het belangrijkste probleem, is het nijpend tekort aan pootvis, waardoor de vooropgestelde produktiegroei sterk zal afgeremd worden.

2.2.3.3. De kweek in tanks.

Bij de zeebaarskweek in tanks of kweekbekkens wordt voornamelijk met twee verschillende types gewerkt. De ronde tanks met centrale afloop en de rechthoekige langwerpige tanks, ook wel raceways genoemd.

Daar in Hoofdstuk III de werking van de ronde kweektanks uitvoerig zal besproken worden, beperken we ons hier tot een voorbeeld van zeebaarskweek in raceways.

2.2.3.3.1. De zeebaarskweek in Gravelines.

De belangrijkste zeebaarskwekerij die gebruik maakt van raceways is deze van Gravelines. Deze raceways hebben ieder een totale oppervlakte van 35 m² voor de opkweek van pootvis en 60 m² voor het afmesten van de zeebaars. In essentie zijn de raceways opgebouwd uit een rechthoekige tank, verdeeld door een overlangs tussenschot. Dit tussenschot in combinatie met de afgeronde hoeken van de kweekbakken zorgt ervoor dat het water een draaiende beweging maakt, noodzakelijk voor een goede menging van het toegevoegde water waardoor "dode" hoeken vermeden worden (Wray, 1988). Momenteel wordt te Gravelines ongeveer 60 ton zeebaars per jaar afgemest, waardoor deze kwekerij de grootste van Frankrijk geworden is. Om commercieel echt interessant te worden is een minimale produktie van 80 à 100 ton vereist (Wray, 1988; Quincy, 1987). Daarom wordt momenteel een tweefazige vergroting van de kwekerij vooropgesteld, waardoor op relatief korte termijn de totale produktie zal oplopen tot 480 ton. Dit betekent geen limiet voor Gravelines, daar de totale capaciteit, berekend naar de hoeveelheid voorhanden zijnde water, op ongeveer 1000 ton geschat wordt (Wray, 1988). Gravelines levert dus als eerste het bewijs dat zeebaarskweek met behulp van thermische effluënten niet enkel haalbaar, maar ook economische verantwoord is.

Bij het afmesten van de zeebaars waarbij maximale densiteiten van 60 kg/m^2 (tankdiepte is ca. 1.5 m, waterkolom is ca. 1 m.) gehaald wordt, wordt enkel gebruik gemaakt van gepelleteerd voeder, speciaal geformuleerd voor zeebaars. De mortaliteit bij het afmesten zou ongeveer 20 % bedragen (Quincy, 1987).

Opvallend is het lage percentage (2%) zwemblaasafwijkingen dat voorkomt bij de pootvis. Dit wijst erop dat het broedhuis verbonden aan de kwekerij zeer goed pootmateriaal levert, hetgeen-zoals uit hoofdstuk IV zal blijken- van kapitaal belang is. Of dit uitzonderlijk lage percentage rechtstreeks behaald wordt, of slechts na uitsorteren van de misvormde larven, wordt niet door Wray (1988) weergegeven. Belangrijk is echter dat het broedhuis waar ook andere kwekerijen pootvis aankopen garandeert dat bij levering slechts maximaal 2% larven afwijkingen mogen vertonen.

2.2.3.3.2. Voor en nadelen van de kweek in tanks.

Deze methode heeft drie belangrijke voordelen. Ten eerste biedt een dergelijk systeem de mogelijkheid de vis nauwkeurig van nabij te volgen, waardoor sneller eventuele bacteriële of parasitaire infecties kunnen vastgesteld worden. Ten tweede laten tanks ook een vlottere en snellere behandeling toe, dit in tegenstelling tot kooien en vijvers, omdat het verdunningseffect in tanks veel kleiner is. Het derde en misschien wel het belangrijkste voordeel, zijn de zeer hoge kweekdensiteiten die in dergelijke systemen kunnen behaald worden. De gemiddelde densiteit bedraagt te Gravelines ongeveer 35 kg/m^2 , terwijl maximaal 60 kg/m^2 gehaald wordt (Wray, 1988).

Nadelig aan deze systemen zijn de hoge bouw en onderhoudskosten, inherent aan deze kweekmethode. De hoogste kost wordt vertegenwoordigd door pompen, leidingen en zuurstofvoorzieningen; kosten die bij de kooikweek minimaal of onbestaande zijn.

2.3. Marktoverzicht en perspectieven.

2.3.1. Marktoverzicht.

Een gedetailleerde bespreking van de marktsituatie voor zeebaars zou ons te ver leiden. Om toch enigszins een inzicht te krijgen in de huidige marktsituatie van de zeebaars, resumeren we in het kort de marktgegevens verzameld door France-Aquaculture (1986) en door New et al. (1987). In beide marktstudies wordt de positie van de zeebaars besproken voor enkele belangrijke mediterrane landen. Dit wil niet zeggen dat er geen interesse bestaat voor de zeebaars in Noord Europa, maar de gegevens betreffende deze markt zijn niet voorhanden. Vooraleer de marktsituatie van de zeebaars te behandelen voor enkele landen, dient opgemerkt te worden dat de statistische gegevens betreffende de productie niet volledig met de werkelijkheid stroken. Vaak wordt er immers rechtstreeks aan derden verkocht zonder de officiële weg te volgen, waardoor de statistische schattingen voor de totale hoeveelheid verhandelde zeebaars lager uitvallen dan ze in werkelijkheid zijn.

• Frankrijk :

De totale zeebaars aanvoer via de visserij zou momenteel ongeveer 3000 ton bedragen, waarvan het merendeel (circa 2500 ton) vanuit de Atlantische Oceaan aangevoerd wordt. Voor Frankrijk zijn zowel de wintervangsten met de sleepnetten, als de zomervangsten met de lijn belangrijk. Ze zijn elk goed voor zowat 1500 ton per jaar. De werkelijke zomervangst wordt echter ongeveer 1000 ton hoger geschat dan in de statistieken weergegeven.

Frankrijk importeert jaarlijks ongeveer 200 ton, terwijl 300 ton per jaar uitgevoerd wordt ofschoon de vraag op de eigen markt het aanbod overstijgt. De reden waarom er desondanks zeebaars naar Italië uitgevoerd wordt, is het verschil in marktprijs. In 1979 kostte de zeebaars in Frankrijk 27.5 FF/kg terwijl hij op de Italiaanse markt 42 FF/kg haalde.

De prijs voor de zeebaars stijgt per jaar met 20 %, wat de inflatie op jaarbasis ver overstijgt. Rekening houdend met deze gegevens zou de huidige prijs op meer dan 100 FF/kg liggen. Dit wordt bevestigd door Quincy (1987) voor de zeebaarskwekerij in Gravelines. Het handelt hier dus om een "schaarste prijs". Vandaar dat men voorspelt dat de totale productie voor Frankrijk (en ook voor Italië) met enkele duizenden tonnen zal moeten stijgen alvorens men tot een prijsstagnatie komt.

Momenteel bedraagt de jaarproductie van zeebaars vanuit de Franse aquacultuur slechts 150 ton.

• Italië :

De jaarproductie voor Italië wordt geschat op 1200 ton/jaar. Het is echter moeilijk uit te maken of deze 1200 ton enkel vanuit de visserij aangevoerd wordt of dat een deel door de aquacultuur geleverd wordt. New et al. (1987) stellen een totale aquacultuur productie voor van 1200 ton, met daarbij de opmerking dat de 700 ton extensief gekweekte zeebaars voor een deel bestaat uit de lagunare visserij. Het totale aanbod op de Italiaanse markt, zonder de invoer, zou ongeveer 1500 ton bedragen (France Aquaculture, 1986).

De belangrijkste aanvoer vindt plaats tijdens de wintermaanden. Op dit moment wordt de meeste zeebaars in de lagunes gevangen, omdat hij dan zeer inactief is en daardoor gemakkelijk kan afge-

vist worden (Ravagnan, 1984). Het is voor Italië precies tijdens deze periode dat de prijs voor zeebaars het hoogst ligt. Zeebaars staat in Italië immers traditioneel op het kerstmenu. De prijs op de Italiaanse markt ligt, zoals eerder reeds vermeld, hoger dan deze op de Franse markt. In 1986 noteerde men piekwaarden van 29 600 Lire/kg wat ongeveer overeenkomt met 850 Bfr/kg (France Aquaculture, 1986).

Daar de eigen voorziening op dit moment niet toereikend is, wordt er geen zeebaars geëxporteerd. Wel wordt jaarlijks 2000 ton geïmporteerd vanuit o.a. Frankrijk, Portugal, Marokko.

- **Spanje :**

De totale productie, welke volledig in Spanje verbruikt wordt, bedraagt ongeveer 500 ton/jaar. Tijdens de zomermaanden wanneer de prijs (2100 Pts/kg, wat overeenkomt met circa 700 Bfr) en de vraag het hoogst zijn vanwege het toerisme wordt, indien mogelijk, zeebaars geïmporteerd vanuit Portugal of Frankrijk.

De aanvoer vanuit de aquacultuur is nog steeds beperkt en bedraagt slechts 15 ton/jaar.

- **Griekenland :**

Officieel wordt er jaarlijks circa 17 ton zeebaars door de Griekse vissersvloot aangevoerd. In werkelijkheid zou dit echter drie maal meer zijn. Deze eerder beperkte aanvoer laat vanzelfsprekend geen export toe. Tevens vermoedt men dat ook de import beperkt is, vooral vanwege de voorkeur voor daurade (*Sparus aurata*).

In Griekenland bestaat een grote belangstelling voor de mariene viskweek. Toch beperkte de totale hoeveelheid afgemeste zeebaars zich voor 1987 tot enkele tonnen, terwijl de productie van daurade reeds de 100 ton overschreed. Recente gegevens (Anonymus, 1989) wijzen echter op een snelle productieaan groei. Alleen al in Cephalonian Fisheries Ltd. schat men de totale productie van zeebaars en daurade samen op 350 ton in 1989. Voor 1990 wordt bij de expansie van het bedrijf een verdere productieaan groei tot 700 ton vooropgesteld.

- **Yoegoslavië :**

De jaarlijkse aanvoer vanuit de visserij bedraagt ongeveer 62 ton. Daar volgens het MEDRAP rapport (1986) de totale aquacultuurproductie de 400 ton overschrijdt, is Joegoslavië het enige land waarin het aandeel van de aquacultuur groter is dan dit van de visserij. Volgens New et al., (1987) bedraagt echter de totale aquacultuurproductie van zeebaars slechts 140 ton.

De inspanningen die momenteel in Yoegoslavië gedaan worden om de zeebaarskweek en in het algemeen de zeeviskweek sterk uit te bouwen zijn een gevolg van het feit dat slechts 26% van de eigen behoefte gedekt wordt door de eigen productie (New et al., 1987).

2.3.2. Perspectieven.

Daar de zeebaars in Frankrijk en Italië meestal bestemd is voor verkoop in restaurants tijdens het toeristisch seizoen, blijft de toch al hoge prijs jaarlijks met zowat 20% stijgen. Momenteel is het aanbod voor deze markt veel kleiner dan de vraag. Wanneer echter onder invloed van de snel evoluerende technieken de zeebaarskweek kan "gebanaliseerd" worden, kan het gat in de markt op een korte tijd gevuld worden. Op dat moment voorspelt men dat de prijs zal stabiliseren, en dat de markt zal moeten worden uitgebreid naar de detailhandel toe, zodat verdere afzet verzekerd wordt. (France Aquaculture, 1986).

Dezelfde opmerking wordt gemaakt door New et al. (1987) die verdergaand op de productievoor-
spellingen per land concludeert dat vooral Spanje, Tunesië en Marokko samen, in 1992 een export
kunnen halen van 9 000 ton. Hierdoor zou de nu bestaande markt kunnen verzadigd worden, het-
geen een prijsdaling voor gevolg zou hebben. Langs de andere kant wordt in dit rapport terecht de
vraag gesteld of deze vooropgestelde productie wel kan behaald worden voor het jaar 1992. De be-
langrijkste belemmering is de productie van voldoende juvenielen. Nu reeds bestaat het probleem
van een onderaanbod aan pootvisjes, waardoor de prijs van deze zeer hoog is (18 BFr/stuk tot 35
BFr/stuk en meer, afhankelijk van de grootte, pers. mededeling Dr. P. Sorgeloos, prijzen van de
aquacultuur beurs in Verona 1988) en waardoor de vooropgestelde productie in het gevaar komt.
De totale productie vanuit de aquacultuur van zeebaars wordt op dit moment geschat op 6 000 ton
waarbij Italië, Turkije en Egypte de grootste producenten zijn. Voor 1992 wordt de totale productie
vanuit de aquacultuur geschat op 27 000 ton, waarvan de realisatie zoals eerder reeds vermeld voor-
al zal afhangen van het pootvisaanbod en het management in de nog op te richten kwekerijen.

Hoofdstuk III : De pilootplant te Doel.

3.1. Historiek van het Zeebaarsproject.

Begin 1982 werd op de afdeling ontwikkelingsfysiologie een eerste experimentele zeebaarskweek in volledig gesloten systeem opgebouwd. Deze proefopstelling werd in de eerste plaats gebruikt om een voorraad zeebaars aan te leggen waaruit kon gerecruteerd worden voor het uitvoeren van fysiologische experimenten.

Eind 1982 werd dit onderzoek multidisciplinair uitgebreid naar de eigenlijke opkweek van zeebaars, dit vanwege de snel groeiende interesse voor deze soort als kweekvis in gans Zuid Europa. Door de relatief hoge kosten inherent aan een gesloten recirculatiesysteem voor het afmesten van zeebaars werd naar alternatieve bronnen gezocht die aan volgende criteria moesten voldoen :

- Water leveren met een temperatuur die een optimale groei van de soort toelaat.
- Brak of zout water leveren, daar de zeebaars een mariene euryhaline vissoort is.
- Water leveren dat kwalitatief geschikt was om zeebaars in op te kweken.
- Voldoende oppervlakte bieden om een pilootinstallatie op te bouwen waarin de kweekexperimenten konden doorgaan.

Na een korte voorstudie van de belangrijkste fysische en chemische variabelen zoals O₂-concentratie, saliniteit en ammoniakconcentratie in het koelwater van het kernpark te Doel werden de eerste zeebaarzen (11 specimen) uitgezet. Toen na enkele maanden bleek dat de zeebaarzen in goede conditie bleven en snel adapteerden aan het opnemen van droog korrelvoer werd in augustus 1983 gestart met de eerste proef die de groei van zeebaars moest nagaan in het Doelse koelwater. Hiervoor werden een zeventigtal wildvang specimen uitgezet in een rechthoekige tank van (3 m³). Daar de groeieresultaten bij deze ad libitum voederproef bevredigend waren werd besloten een nieuwe pilootinstallatie te bouwen aan de voet van de koeltoren, bestaande uit 3 ronde tanks van 5m diameter (17 m²) en een decantatietank van 3m diameter.

Op 26-10-84 werden de eerste zeebaarzen in Zuid Frankrijk aangekocht en werden twee van de drie tanks met zeebaars bepop. In 1985 werd de pilootinstallatie uitgebreid met zes vierkante tanks (4 m²), en in 1986 werd nog één extra ronde tank 3m diameter (7 m²) bijgeplaatst waardoor de installatie zijn definitieve vorm kreeg. de totale beschikbare wateroppervlakte bedroeg eind 1986 90 m².

Op te merken valt dat slechts een gedeelte van deze pilootplant gebruikt werd voor de zeebaarskweek omdat er gelijktijdig groeiexperimenten met paling (*Anguilla anguilla*) en daurade (*Sparus aurata*) uitgevoerd werden.

In 1987 en 1988 werd de pilootopstelling verder geoptimaliseerd. Hierop wordt echter niet verder ingegaan omdat, voor wat dit werk betreft, de onderzoeksperiode in de kerncentrale te Doel naar de valorisatie van de thermische effluenten in de viskweek loopt van 1982 tot 1986.

3.2. Beschrijving van de verschillende kweeksystemen aangewend voor zeebaarskweek in de loop van de onderzoeksperiode 1982-1986.

3.2.1. Proefopstelling in gesloten systeem.

De opstelling bestaat uit een tank van 3 m x 0.7 m breedte x 0.6 m hoogte waarvan een gedeelte gebruikt wordt als biologische filter en waarop tevens een mechanische filter geïnstalleerd is. Het verdunde zeewater (conc. 30 ‰) is aangemaakt met artificieel zeezout (HW zeezout) terwijl de waterstroom onderhouden wordt door middel van een dompel pomp (Eheim type 1028). Een gesteriliseerde verwarming (RENA Model A2. Type F 150 w.) houdt de temperatuur op 22 °C.

De mechanische filter bestaat uit een plastic kuip, 0.5 m x 0.5 m x 0.5 m, met geperforeerde bodem en gevuld met Argex (gepoete kleipartikels), afgedekt met filterwatte.

De biologische filter, verantwoordelijk voor de denitrificatie, is samengesteld uit repen plastic die ondergedompeld worden en als substraat dienst doen voor de groei van nitrificerende bacteriën (nate biologische filter).

In deze opstelling werden zeebaarzen gehouden over een periode van 10 maanden zonder enige vorm van waterverversing. Het nadeel van dit systeem is de hoge arbeidsintensiteit, noodzakelijk voor het reinigen van de filters. Het systeem kan perfect aangewend worden in de aquariumwereld. Het is echter niet bruikbaar voor het afmesten van vis daar de filtercapaciteit de afvalverwerking van een intensief gevoerd systeem niet aankan. Door overbelasting van de biologische filter kan deze de ammoniak niet meer afbreken waardoor de vissen door hun eigen afvalproducten vergiftigd worden.

Momenteel bestaan er efficiënter werkende recirculatiesystemen die speciaal voor de viskweek ontwikkeld zijn.

3.2.2. Proefopstelling te Doel (1983)

De proeftank die voor de eerste experimenten te Doel ontworpen werd heeft een volume van circa 3 m³ (4 m lang x 1 m breed x 0.75 m hoog) (fig. 3.1).

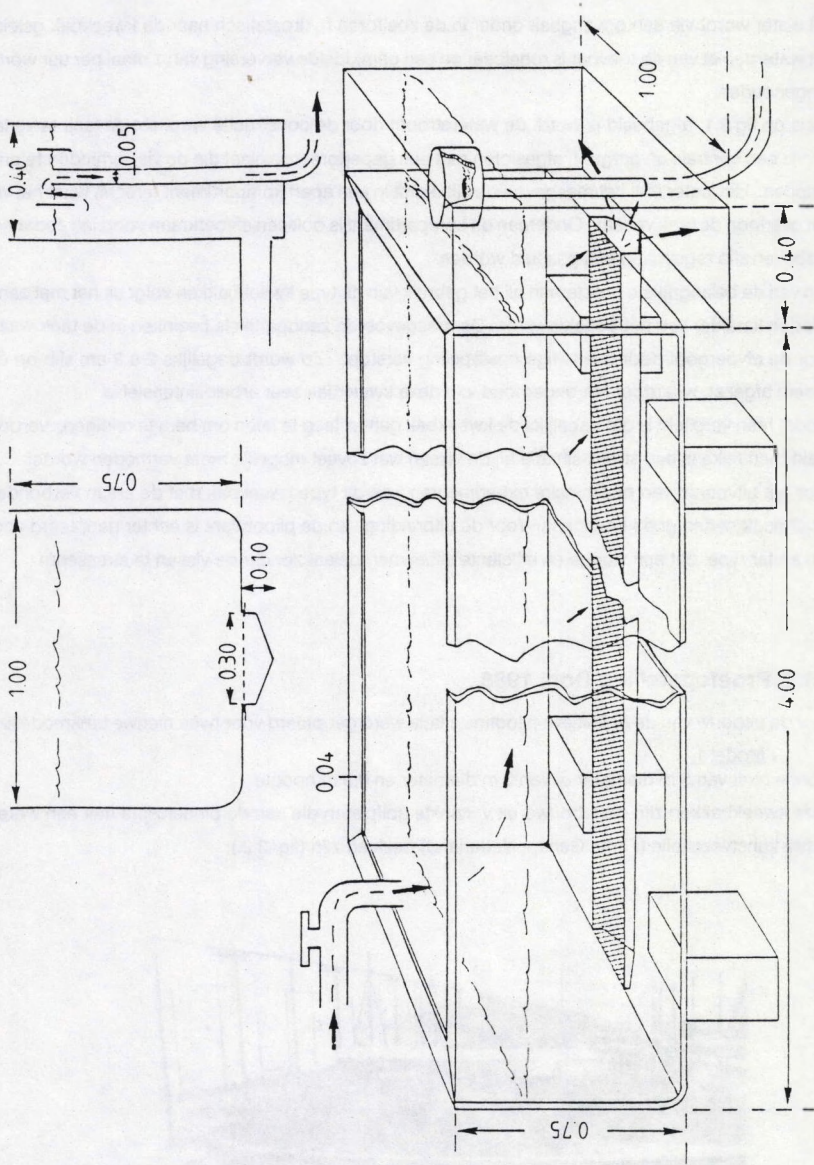


Fig. 3.1.: schematische voorstelling van de proeftank van 3 m³.

Het water wordt via een opvangbak onder in de koeltoren hydrostatisch naar de kweekbak geleid. Het waterdebiet van de toevoer is regelbaar en een gemiddelde verversing van 1 maal per uur wordt aangehouden.

Zoals op fig 3.1. afgebeeld is wordt de waterstroom door de constructie verplicht de tank te verlaten via een centrale afvoergoot, afgesloten met een geperforeerde plaat die de vis verhindert te ontsnappen. Het water met het meegevoerde slib komt in een apart compartiment terecht, waar het via een overloop de tank verlaat. Onderaan dit compartiment is ook een afvoerkraan voorzien zodat het bezonken slib regelmatig kan gespuid worden.

Eén van de belangrijkste problemen bij het gebruik van dit type kweekbakken volgt uit het met zand beladen karakter van het Scheldewater. De meegevoerde zandpartikels bezinken in de tank waardoor de afvoergoot door overtollige opstapeling verstopt. Zo wordt dagelijks 2 à 3 cm slib op de bodem afgezet, waardoor het onderhoud van deze kweekbak zeer arbeidsintensief is.

Omdat men verplicht is om dagelijks de kweekbak geheel leeg te laten om hem te reinigen, veroorzaakt men telkens een stress-situatie bij de vissen wat zoveel mogelijk moet vermeden worden.

Voor het uitvoeren van preliminaire experimenten was dit type kweekbak met de eraan verbonden onvolmaaktheden goed bruikbaar. Voor de uitbreiding van de pilootplant is echter geopteerd voor een ander type, dat een vlotte en efficiënte slibafvoer toelaat zonder de vissen te stresseren.

3.3.3. Proefopstelling Doel 1985

Voor de uitbouw van de definitieve pilootinstallatie werd geopteerd voor twee nieuwe tankmodellen.

- Model 1.

Ronde tank van 5 m diameter of van 3 m diameter en 0,9 m hoogte.

Deze kweekbakken zijn opgebouwd uit verzinkte golfplaten die aan de binnenzijde met een waterdichte kunstvezelfolie (Firma Genap, Nederland) bekleed zijn (fig. 3.2).

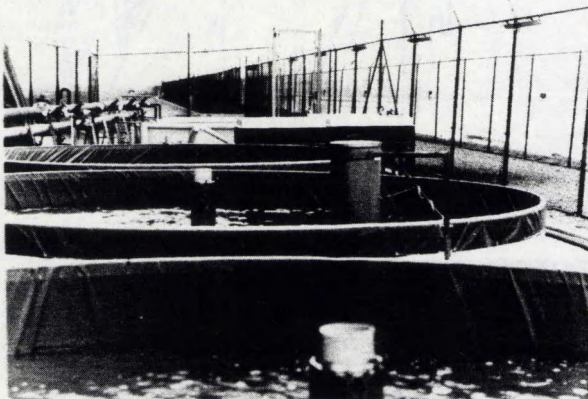


Fig. 3.2 : foto van de ronde tanks van 5 meter diameter.

De ganse installatie is gebouwd op gestabiliseerde beton, die de kunstvezelfolie op de bodem ondersteunt. De kweekbakken zijn ontworpen met een centrale afloop, langswaar het bezonken slib kan weggespuid worden. Het spuien gebeurt via de regelbare elleboog die in een afvoergoot uitkomt en die tevens toelaat het waterniveau te regelen. Om het bezonken vuil weg te spuien bestaat de centrale afloop uit twee delen. Een eerste omhulsel bestaande uit geperforeerde plaat dient om de vissen tegen te houden terwijl een tweede plasticen buis rechtstreeks op de afloop is aangesloten. In deze inwendige buis is onderaan ter hoogte van de vloer een opening gemaakt waardoor bij het spuien een enorme stroming ontstaat die het bezonken slib met zich meesleurt (fig 3.3.).

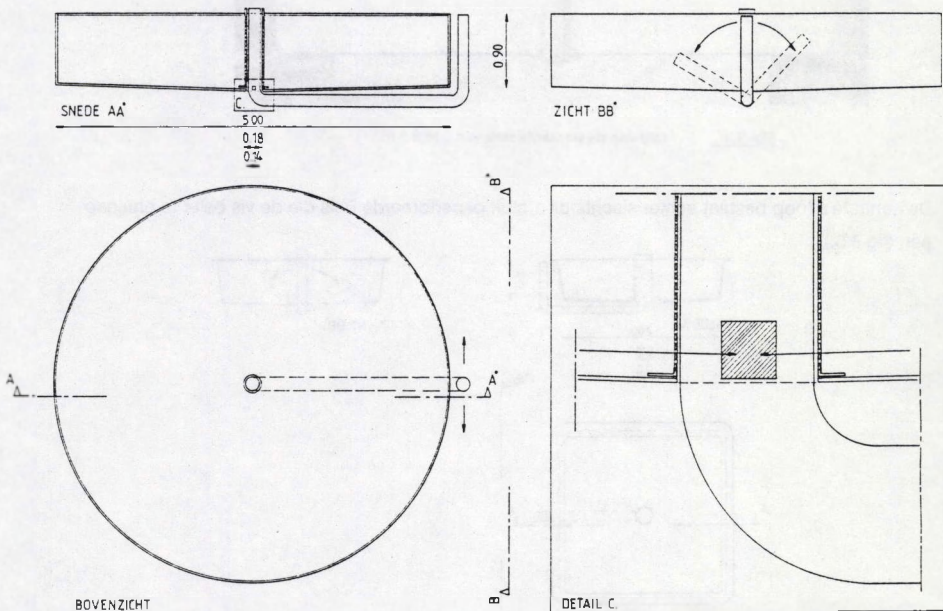


Fig. 3.3. : schematische voorstelling van het werkingsprincipe van de ronde tanks.

Het dagelijkse onderhoud beperkt zich voor één tank tot ongeveer 5 minuten en dit ondanks het zwaar beladen karakter van het Scheldewater. Na drie jaar proefdraaien heeft dit type kweekbak zijn nut en efficiënte werking bewezen voor het gebruik van Scheldewater.

• **Model 2.**

Vierkante tank van 2 m x 2 m en hoogte van 0,5 m.

Alhoewel vierkant en uit polyester vervaardigd is het werkingsprincipe van deze tank vergelijkbaar met dit van model 1 (fig. 3.4.)

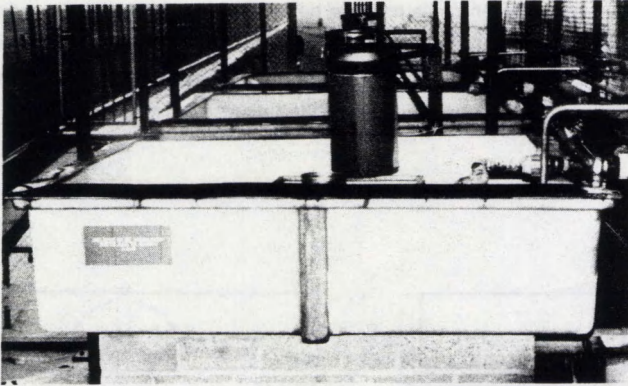


Fig. 3.4. : foto van de vierkante tank van 2 m x 2 m.

De centrale afloop bestaat echter slechts uit 1 stuk geperforeerde buis die de vis belet te ontsnappen (fig 3.5.).

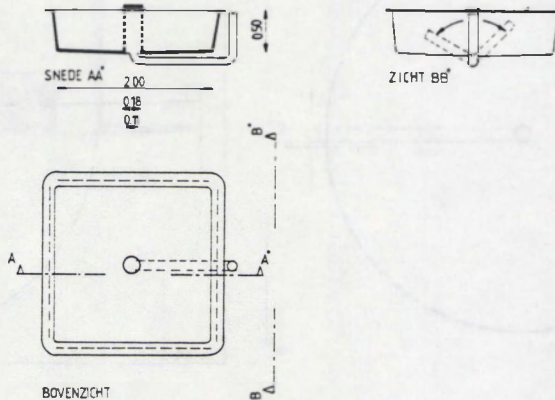


Fig. 3.5. : schematische voorstelling van het werkingsprincipe van de tank van 2 m x 2 m.

Een bijkomende centrale afloop bleek hier niet noodzakelijk, daar de bezinking in deze tanks kleiner is waardoor het normale spuien volstaat om het bezonken slib te verwijderen. Het onderhoud aan deze tanks is zeer miniem en neemt dagelijks slechts enkele minuten in beslag.

3.3.4. Schematische weergave van de opbouw van de piloot- plant te Doel.

Fig 3.6. geeft schematisch de opbouw weer van de pilootplant in Doel.

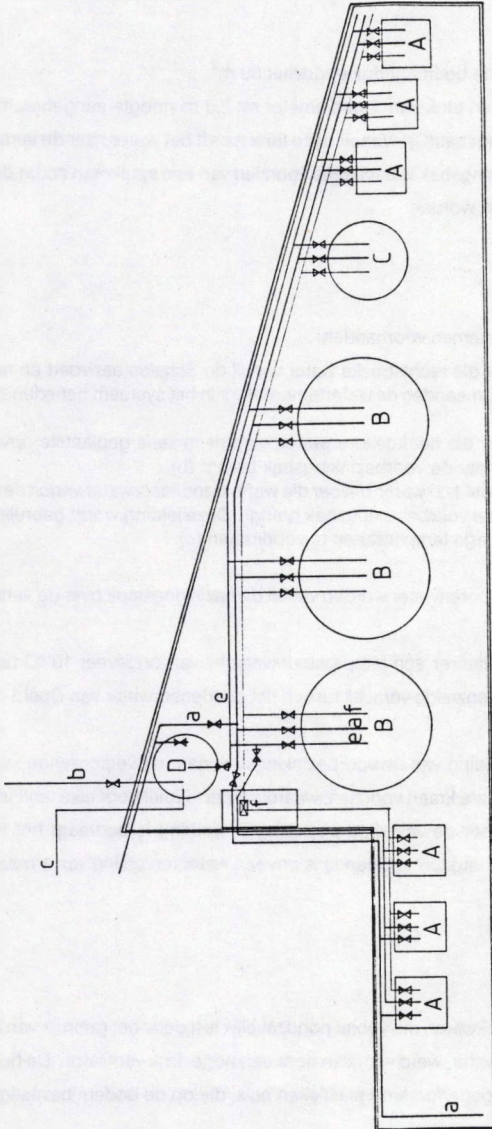


Fig 3.6. : schematische voorstelling van de kweekinstallatie te Doel.

3.3.4.1. Kweekbakken.

De plant is opgebouwd uit :

- 6 tanks van 2 m x 2 m. (A)
- 3 tanks van 5m diameter (B)
- 1 tank van 3m diameter (C)

De totale beschikbare wateroppervlakte bedraagt dus ongeveer 90 m².

Naast deze kweekbakken is er ook een tank van 3 m diameter en 2,5 m hoogte aangebracht die dienst doet als meng- en voorbezinkingsbak(D). Vanuit deze tank wordt het water naar de verschillende kweekbakken geleid. De bezinkingsbak is eveneens voorzien van een spuikraan zodat dagelijks het bezonken zand kan verwijderd worden.

3.3.4.2. De watertoevoer.

Voor de watervoorziening zijn drie systemen voorhanden:

- Scheldeleiding : watertoevoer die rechtstreeks water vanuit de Schelde aanvoert en noodzakelijk is om tijdens de zomermaanden de watertemperatuur in het systeem beneden 26°C. te houden. (a)
- Koeltorenwater : watertoevoer die het koeltorenwater, via drie in serie geplaatste opvangbakken, vanuit de koeltoren naar de voorbezinkingsbak brengt. (b)
- Warm condensatorwater van Doel 1-2: watertoevoer die warm condensatorwater vanuit de eenheden Doel 1 en Doel 2 naar de voorbezinkingsbak brengt. Deze leiding wordt gebruikt om tijdens de wintermaanden te lage temperaturen te voorkomen (c).

Zowel het condensatorwater als het koeltorenwater worden vanuit de bezinkingstank over de verschillende kweektanks verdeeld. (e)

Onder normale omstandigheden bestaat er een temperatuurverschil van ongeveer 10 °C tussen Scheldewater en koeltorenwater, en eenzelfde verschil tussen het condensatorwater van Doel 1-2. en het koeltorenwater.

Voor de Scheldeleiding en voor de leiding van de voorbezinkingsbak naar de verschillende kweekbakken is op elk kweekbak een regelbare kraan voorzien, waardoor het debiet voor elke tank afzonderlijk kan ingesteld worden. Wanneer de volledige opstelling in werking is bedraagt het totale waterdebiet ongeveer 60 m³ per uur, hetgeen voldoende is om een waterverversing van 1 maal per uur toe te laten.

3.3.4.3. Beluchting.

In de extra beluchting (f) van het kweekwater, die vooral noodzakelijk is tijdens het gebruik van zuurstofarm Scheldewater en condensatorwater, werd voorzien door een hoge druk ventilator. De beluchting in de kweekbak gebeurt via een geperforeerde plasticen buis, die op de bodem bevestigd is.

3.3.4.5. Voederapparatuur.

Het voeren gebeurt via een voederautomat van Ewos Multic (fig. 3.7.). Deze automaten worden door een centrale stuurseenheid bediend (fig. 3.8.), waardoor zowel de hoeveelheid voer als het ogenblik waarop gevoederd wordt nauwkeurig kan bepaald worden.

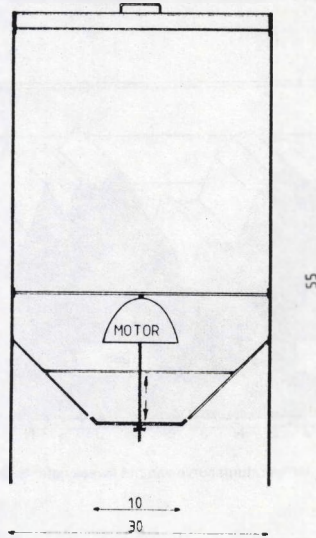


Fig. 3.7 : schematische voorstelling van een doorsnede van Ewos Multic voederautomat.

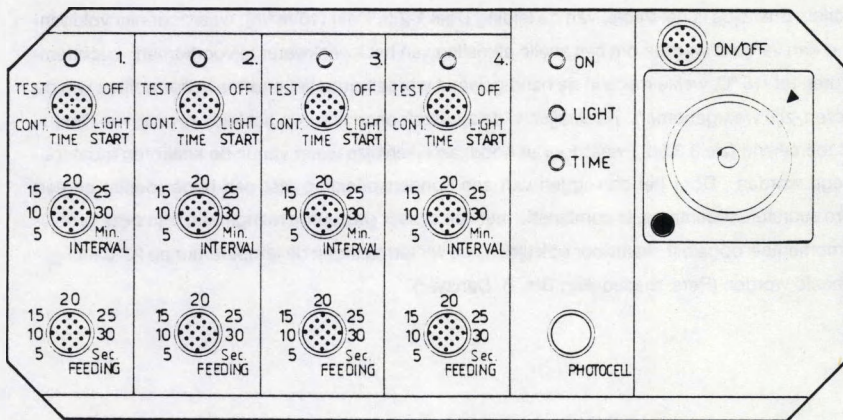


Fig. 3.8 : schematische voorstelling van de Ewos Multic stuurseenheid.

3.3.5. Bespreking van fysische en chemische variabelen van het kweekwater.

3.3.5.1. temperatuur

Fig 3.9. geeft per maand de gemiddelde watertemperaturen weer voor 1985 en 1986.

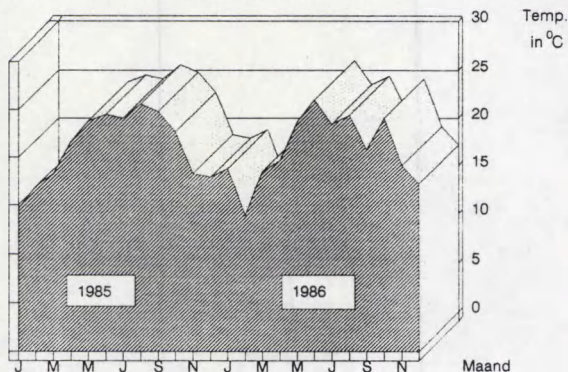


Fig. 3.9. : temperatuurscurve van het kweekwater te Doel in 1985 en 1986.

Globaal kan men stellen dat vanaf half april tot eind oktober de temperatuur vrij optimaal verloopt (20 - 25 °C). Tijdens de koudste wintermaanden daalt de temperatuur echter tot gemiddeld 14 °C, met minimumwaarden van 9 °C, hetgeen zoals eerder reeds vermeld de groei nadelig kan beïnvloeden. De oorzaak van deze lage wintertemperaturen, die ondanks de beschikbaarheid van een warmwaterleiding vanuit Doel 1-2 waarvan de watertemperatuur zelden beneden de 20 °C daalt, is tweëerlei. Enerzijds is het debiet van de leiding Doel 1-2 te klein (10 m³/h), waardoor niet voldoende snel kan ververst worden om een snelle afkoeling van het kweekwater te voorkomen. Luchttemperaturen tot -18 °C, welke mede in de hand gewerkt worden door het enorme schouweffect van de koeltoren, zijn waargenomen. Anderzijds is de zuurstofconcentratie in het leidingwater van Doel 1-2 niet toereikend (zie 3.3.5.2.) waardoor er noodzakelijkerwijze water vanuit de koeltoren moet toegevoegd worden. Door het aanleggen van een condensorleiding met een hoger debiet en een hogere zuurstofconcentratie, in combinatie met een sensor gestuurde mengkraan, zijn deze problemen momenteel opgelost, waardoor ook tijdens de wintermaanden de temperatuur op 23°C kan gehandhaafd worden (Pers. mededeling Drs. B. Denayer).

3.3.5.2. Zuurstofconcentratie.

Wanneer voor de watervoorziening van de kweekbakken uitsluitend koeltorenwater gebruikt wordt schommelt de O_2 -concentratie van het kweekwater tussen 5 en 7 ppm., hetgeen voor zeebaarzen ruim voldoende is (Barnabé, 1986). Deze hoge O_2 -concentraties in het koeltorenwater worden veroorzaakt door de verregening van het koelwater in de koeltoren. Het is echter noodzakelijk om de O_2 -concentratie dagelijks te volgen, daar tijdens de warmste periodes waarbij in het koeltorenwater de temperatuur tot 30 °C kan oplopen, de O_2 -concentratie van het kweekwater snel tot 3 mg per liter kan dalen. Dit geldt vooral voor de kweekbakken met hoge visdensiteiten, omdat bij temperaturen boven 30 °C het metabolisme en de daaraan verbonden zuurstofconsumptie sterk toeneemt. In die periodes is extra beluchting en toevoeging van koud Scheldewater noodzakelijk.

Anderzijds stelt men vast dat tijdens de periodes waarin vooral zuurstofarm Scheldewater of condensorwater van Doel 1-2 gebruikt wordt het beluchtingssysteem ontoereikend is. Dit wordt vooral duidelijk bij hoge temperaturen omdat juist dan de oplosbaarheid voor zuurstof het laagst is. De niet efficiënte werking van het beluchtingssysteem wordt verklaard door het feit dat de luchtbellen die opborrelen vanuit de geperforeerde plasticbuizen zeer groot zijn en slechts een plaatselijke O_2 -concentratie verhoging veroorzaken. Het vervangen van de geperforeerde buizen door een "air tubing", welke speciaal voor waterbezuurstoffing ontworpen is en een zeer fijne luchtverdeling in de waterkolom mogelijk maakt, biedt een directe oplossing voor dit probleem. In de praktijk zijn er geen rechtstreekste problemen ten gevolge van te lage O_2 -concentratie waargenomen daar de minimale zuurstofconcentratie van het kweekwater toch nog 3 mg/l bedraagt, hetgeen op korte termijn zeker niet lethaal is voor zeebaarzen (Barnabé, 1986). Momenteel is echter "air tubing" aangebracht in combinatie met een hoge druk compressor, welke noodzakelijk is om de tegendruk in de air tubing te overwinnen. (pers. mededeling Drs. B. Denayer).

3.3.5.3. Saliniteit.

Fig 3.10. geeft per maand de gemiddelde saliniteit van het kweekwater.

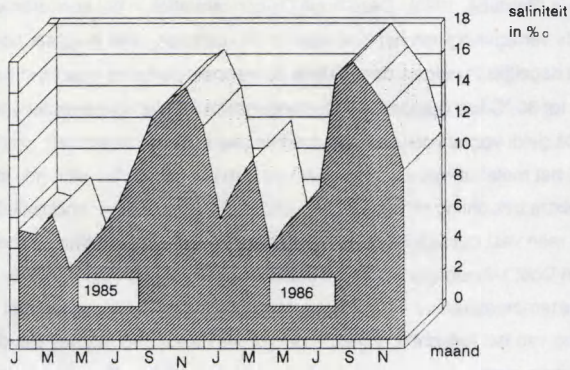


Fig. 3.10. : saliniteitscurve van het kweekwater te Doel in 1985 en 1986.

Uit figuur 3.10. blijkt dat de gemiddelde saliniteit van het kweekwater voor wat 1985 en 1986 betreft minimaal is tijdens de maanden april-mei (circa 6 ‰) en maximaal is voor de maanden september-oktober en november (circa 20 ‰). De minimale saliniteit waargenomen in het kweekwater bedraagt 0,8 ‰ (15 april 1986) terwijl de maximale saliniteit 23,8 ‰ bedraagt (6 november 1985). Omdat de zeebaars zeer euryhalien is kunnen we met zekerheid stellen dat deze saliniteitsfluctuaties osmoregulatorisch geen probleem vormen.

3.3.5.4. Zuurtegraad.

De pH van het kweekwater varieert tussen 7.5 en 8.6 afhankelijk van de herkomst van het water. Be- trekt men water vanuit de koeltoren dan situeert de pH zich tussen 8 en 8.6. (fig 3.11.).

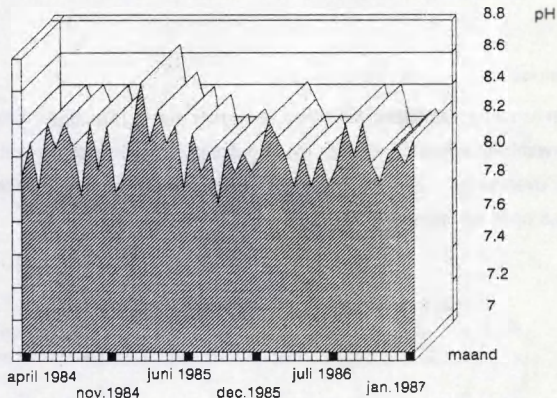


Fig. 3.11. : pH verloop in het koelwater van april 1984 tot januari 1987.

Bij menging van koeltorenwater met Scheldewater of condensorwater kan de pH dalen tot 7.5 om- dat de pH van het Scheldewater en het condensorwater gemiddeld 0.8 pH eenheid lager is dan deze van het koeltorenwater. (fig 3.12).

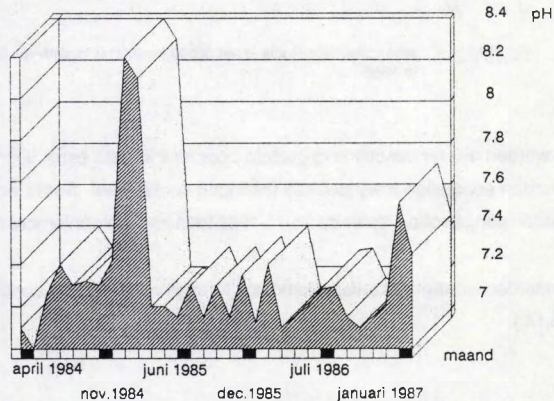


Fig. 3.12. : pH verloop in het condensorwater van april 1984 tot januari 1987.

Dit pH verschil wordt verklaard door het stripping effect van de koeltoren op het aanwezige CO₂ waardoor dit laatste uit het water verdwijnt, hetgeen een pH verhoging voor gevolg heeft. Het uitzonderlijk belang van pH monitoring zal besproken worden in hoofdstuk V, wanneer de invloed van de pH op de dissociatie van ammonium ter sprake komt.

3.3.5.5. Ammonium.

Ammoniak is één van de gevaarlijkste vistoxines, waardoor een regelmatige monitoring van de concentratie in het kweekwater noodzakelijk is. De ammoniumconcentraties van het Scheldewater fluctueren zeer sterk over het jaar. Zo schommelt de totale ammoniumconcentratie ter hoogte van Doel in 1986 tussen 0,5 ppm. en 4,6 ppm.. (fig 3.13.).

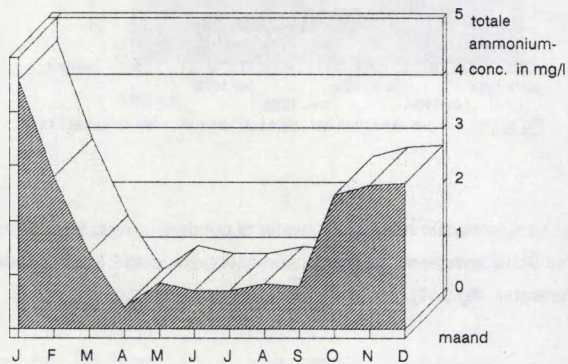


Fig. 3.13. : amoniumconcentratie in het Scheldewater ter hoogte van Doel in 1986.

Deze gegevens werden ons ter beschikking gesteld door de IHE data bank. Op te merken valt echter dat deze waarden eenmalige maandelijkse metingen voorstellen. Soms worden er echter extreem hoge waarden aangetroffen, zoals op 24-12-1986 toen een ammoniumconcentratie van 9 ppm gemeten werd.

Dezelfde hoge waarden worden vanzelfsprekend ook teruggevonden in het condensatorwater van het koelcircuit (fig 3.14.).

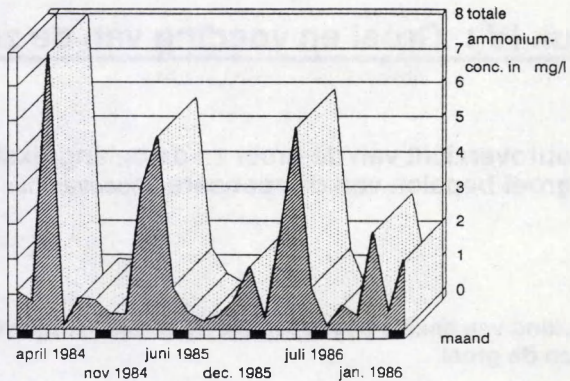


Fig. 3.14. : amoniumconcentratie in het condensatorwater van april 1984 tot januari 1987.

Deze hoge concentraties moeten ten aller tijde in het kweekwater vermeden of geneutraliseerd worden .

Opvallend is dat de ammoniumconcentratie in het koeltorenwater, hetgeen de voornaamste waterbron voor de viskweek vertegenwoordigt, over een periode van 1984 tot eind 1986 zeer laag is. De maximale waarden van 0,1 ppb (fig 3.15) over deze periode zijn weerom te verklaren door het strippingeffect van de koeltoren op het Scheldewater. Tijdens het verregenen wordt naast CO₂ ook het vluchtige ammoniakgas uit het water verdampt. Bij menging van koeltorenwater met Scheldewater of condensatorwater van Doel 1-2 moet echter de nodige voorzichtigheid in acht genomen worden opdat de ammoniakconcentraties in de kweekbakken niet schadelijk zouden worden voor het visbestand.

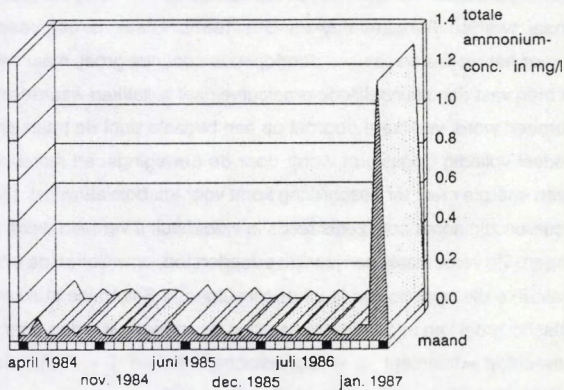


Fig. 3.15. : amoniumconcentratie in het koelwater van april 1984 tot januari 1987.

Hoofdstuk IV : Groei en voeding van de zeebaars.

4.1. Literatuuroverzicht van de groei en de belangrijkste variabelen die de groei bepalen van de zeebaars (*Dicentrarchus labrax*).

4.1.1. Bespreking van enkele begrippen die noodzakelijk zijn voor de beschrijving van de groei.

4.1.1.1. Groei-interval.

Een groei-interval geeft de periode of tijdsspanne weer waarin de groei bepaald wordt. Anders gezegd komt een groei-interval neer op de tijdsduur tussen twee staalnames.

4.1.1.2. Arithmetische groei.

De arithmetische groei die de gewichts- of lengtetoeename in de tijd weergeeft is de meest gebruikte vorm om de groei van een populatie te beschrijven. Voor de meeste gewervelden verloopt de groeicurve die de arithmetische groei beschrijft S-vormig, waardoor ze ook wel logistische curve genoemd wordt (Wheatherley en Gill, 1987). De logistische curve kan dan beschouwd worden als het resultaat van twee mekaar tegenwerkende invloeden. Enerzijds is er de neiging tot exponentiële groei, zolang de variabelen die de groei bepalen optimaal zijn. Anderzijds is er de invloed die de exponentiële groei gaat tegenwerken wanneer na verloop van tijd één of meerdere groeibepalende variabelen sub-optimaal worden (Wheatherley en Gill, 1987). Vaak is het voedselaanbod de beperkende factor voor het realiseren van een doorlopende continue groei, maar zelfs bij een ad libitum voeding stelt men vast dat uiteindelijk de groeicurve gaat afvlakken waardoor ze een S-vorm aanneemt. Dit fenomeen wordt verklaard doordat op een bepaald punt de totale energie beschikbaar vanuit het voedsel volledig opgeslorpt wordt door de bewegings- en metabolische energievraag, waardoor geen energie meer ter beschikking komt voor anabole aanwinst (Brett en Groves, 1979). S-vormige curven zijn soms ook, zoals reeds in Hoofdstuk II vermeld werd, het gevolg van seizoensveranderingen. Zo veroorzaakt een jaarlijkse voederstop, omwille van de extreem lage temperaturen, een groeicurve die opgebouwd is uit opeenvolgende S-vormige stukken (Lucet et. al., 1984). De arithmetische groei kan in de meeste gevallen beschreven worden door de vergelijking $G = ae^{bT}$ (G = gewicht, a = intercept, b = regressiecoëfficiënt en T = Tijd), waarbij a en b bepaald worden door logaritmische transformatie : $\ln G = \ln a + bT$.

4.1.1.3. Regressie van gewicht-lengte verhouding, conditiefactor.

Algemeen kan de relatie tussen gewicht en lengte van een vis beschreven worden volgens de vergelijking $G = aL^b$ (G = gewicht, a = intercept, b = regressiecoëfficiënten, L = lengte). Door logaritmische transformatie bekomt men $\log G = \log a + b \log L$ (Wheatley en Gill, 1987). Wanneer voor een bepaalde populatie $b = 3$ spreekt men van een isometrische groei, waarbij het gewicht cuboïdaal met de lengte toeneemt. Voor $b \neq 3$ neemt de lengte relatief sneller of trager toe t.o.v. het gewicht en is de groei allometrisch (Ricker, 1968).

4.1.1.4. Specifieke groeisnelheid (SGR)

De specifieke groeisnelheid is vooral nuttig voor het vergelijken van de groei tussen verschillende populaties of subpopulaties over gelijke tijdsintervallen, daar de SGR de gemiddelde procentuele aangroei per dag bepaalt voor een bepaalde populatie en voor een bepaald groei-interval. Vanzelfsprekend neemt de informatie verstrekt door de SGR toe naarmate het gekozen groei-intervallen over de totale groeiperiode kleiner zijn (Wheatley en Gill, 1987).

De specifieke groeisnelheid wordt berekend volgens de vergelijking $SGR = \frac{(\ln GT - \ln Gt)}{(T-t)} \times 100$ (GT = het gemiddelde gewicht op het moment van de staalname, Gt = het gemiddelde gewicht bij de vorige staalname, $T-t$ = tijdsinterval tussen de twee staalnames).

4.1.1.5. Voederratio of voederniveau.

Het voederniveau of voederratio is de hoeveelheid voeder die men dagelijks verstrekt uitgedrukt in percentage van de aanwezige biomassa. Dit percentage is afhankelijk van de vissoort, samenstelling van het voeder, grootte van de vis, temperatuur en waterkwaliteit. Algemeen is het voederniveau negatief gecorreleerd met het gewicht van de vis en positief met de temperatuur. (De Maeseneer, 1984).

4.1.1.6. Voederconversie-ratio.

De voederconversie-ratio geeft de verhouding weer tussen de hoeveelheid aangeboden voeder en de biomassatoename over een bepaald groei-interval.

Meestal wordt de voederconversie-ratio berekend aan de hand van het voederniveau en de specifieke groeisnelheid (Laird & Needham, 1988).

$FCR = \text{voederratio/specifieke groeisnelheid}$.

4.1.2. De nutritionele behoefte.

4.1.2.1. Samenstelling van het visvoeder.

Als inleiding op de voederbehoefte van zeevissen en specifiek van zeebaars is het noodzakelijk om de essentiële componenten van het visvoeder in het kort te bespreken. Samengevat bestaat een visvoeder steeds uit :

- vocht
- lipiden
- proteïnen of eiwitten
- vitamines
- mineralen

Elk van deze componenten is noodzakelijk voor elke vissoort, maar de onderlinge verhouding is afhankelijk van de specifieke behoefte van de soort. De hierna volgende bespreking van de verschillende voederbestanddelen steunt, indien niet anders vermeld, op literatuurgegevens van Wheaterley en Gill (1987) en van New (1986, 1987).

4.1.2.1.1. Vocht.

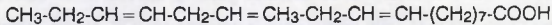
Meestal betreft het hier water en het is een essentieel onderdeel dat ondermeer instaat voor het oplossen van sommige vitamines, mineralen e.a. Tevens is het watergehalte vaak bepalend voor de stabiliteit van het voeder.

4.1.2.1.2. Lipiden.

Onder benaming lipiden verstaat men zowel harde vetten als oliën. In de omgangstaal worden lipiden met een hoog stolpunt harde vetten genoemd, terwijl oliën een laag stolpunt hebben. Naast het feit dat lipiden als oplosmiddel fungeren voor sommige vitamines, onderscheidt men twee belangrijke functies. Enerzijds zijn lipiden essentieel als energiebron en anderzijds zijn de vetzuren, waaruit de lipiden opgebouwd zijn door verestering van glycerol en vetzuren, noodzakelijke voedselbestanddelen om een normale groei te verzekeren. Een aantal van deze vetzuren worden essentiële vetzuren genoemd, daar de vis ze niet of niet in voldoende mate zelf kan aanmaken, zodat ze noodzakelijkerwijze via het voeder moeten opgenomen worden.

Binnen de groep van vetzuren wordt onderscheid gemaakt tussen enerzijds verzadigde en anderzijds enkelvoudig en meervoudig onverzadigde vetzuren. De nomenclatuur, verzadigd of onverzadigd, wijst op de aard van bindingen in de koolstofketen. Verzadigde vetzuren vertonen in hun C-keten geen onverzadigde bindingen, terwijl enkelvoudige of meervoudige onverzadigde vetzuren respectievelijk één of meerdere onverzadigde bindingen in hun C-keten hebben. Algemeen wordt een vetzuur voorgesteld als $A : x(n-y)$; waarbij A het aantal C-atomen in de keten weergeeft, x het

aantal dubbele bindingen en n-y de plaats van de eerste dubbele binding vertrekend van het methyl einde. B.v. 18:3(n-3) is linoleenzuur.



Op te merken valt nog dat binnen de groep van de meervoudige onverzadigde vetzuren er nog onderscheid gemaakt wordt tussen PUFA (poly unsaturated fatty acids) en HUFA (highly unsaturated fatty acids). Het verschil bestaat erin dat PUFA's twee of meer onverzadigde bindingen hebben, terwijl HUFA's vier of meer onverzadigde bindingen bezitten. Later zal blijken dat vooral de HUFA's van essentieel belang zijn voor het dieet van mariene vissoorten.

4.1.2.1.3. Proteïnen.

Naar analogie met de vetzuren zijn ongeveer de helft van de 24 aminozuren, waaruit proteïnen opgebouwd zijn, essentieel voor vissen.

Normaal gezien worden proteïnen voornamelijk aangewend voor de weefselopbouw, maar onder bepaalde omstandigheden, zoals bij vet deficiëntie of deficiëntie van één of ander aminozuur kunnen proteïnen ook als energiebron gebruikt worden. Dit moet zoveel mogelijk vermeden worden, daar proteïnen als energiebron duurder zijn dan vetten en suikers.

4.1.2.1.4. Koolhydraten.

Onder de term koolhydraten worden zowel enkelvoudige als meervoudige suikers ondergebracht. Alhoewel koolhydraten veruit de goedkoopste energiebron zijn is het gebruik ervan beperkt, omdat de meeste vissen enkel enkelvoudige suikers als energiebron kunnen gebruiken. Carnivore vissen en vooral mariene soorten zijn beperkt in hun vermogen om koolhydraten te verteren. Sommige koolhydraten, zoals cellulose, zitten vervat in niet verteerbare vezels en komen dus niet voor energievoorziening in aanmerking. Ze zijn echter belangrijke voedselcomponenten omdat ze de peletterbaarheid van het voeder verhogen.

4.1.2.1.5. Mineralen.

Mineralen spelen een belangrijke rol in tal van metabolische processen. Ze zijn bijvoorbeeld essentieel bij de opbouw van beenderen en het in stand houden van osmotische evenwichten. Algemeen neemt men echter aan dat de grondstoffen, aangewend voor de voederformulering, voldoende mineralen bevatten. Een gedeelte van de noodzakelijke mineralen kan tevens via actief transport, door onder andere de kieuwen, vanuit het water opgenomen worden, waardoor mineraaldeficiëntie bij vissen niet of nauwelijks voorkomt.

Desondanks worden er soms mineralen gesupplementeerd om eventuele deficiënties te voorkomen.

4.1.2.1.6. Vitaminen.

In tegenstelling tot mineralen zijn er voor vitamines wel deficiënties gekend, die niet enkel een nadelige invloed op de groei kunnen hebben maar zelfs pathologisch worden (ADCP, 1980). Daarom worden vaak vitamines gesupplementeerd waarbij men toch niet uit het oog mag verliezen dat te hoge concentraties van sommige vitamines eveneens schadelijk kunnen zijn voor het organisme.

4.1.2.2. Voederbehoefte van de zeebaars en enkele verwante mariene Percoidea.

4.1.2.2.1. Lipiden.

In tegenstelling tot de landdieren waar vooral vetzuren van het type n-6 voorkomen worden bij vele vissoorten hoge concentraties van n-3 vetzuren aangetroffen.

Sommige vissoorten zijn in staat om lagere onverzadigde vetzuren verder te desatureren en te verlengen tot HUFA's. Belangrijk in dit opzicht is dat de meeste zoetwatervissen, zoals o.a. de forel, over het algemeen probleemloos deze HUFA's kunnen aanmaken wanneer er maar voldoende linoleenzuur, 18:3(n-3) aanwezig is. Op die manier kan voor de forel aan de essentiële vetzuurbehoefte van het n-3 type voldaan worden door 1 % linoleenzuur ten opzichte van het drooggewicht aan het voeder toe te voegen (Jauncy en Ross, 1982, Watanabé, 1982). Bij een te laag aanbod van linoleenzuur, waaruit de HUFA's 20:5(n-3) en 22:6(n-3) opgebouwd worden, kan de forel ook bijvoorbeeld het 18:1(n-9) vetzuur of oliezuur omzetten in het weinig bruikbare 20:3(n-9) vetzuur. De verhouding 20:3(n-9) / 20:5(n-3) is dus een maat voor de vetzuurdeficiëntie van het n-3 type (New, 1986).

Over het nut van de n-6 vetzuren wordt sterk gespeculeerd. Voorlopig neemt men aan dat 1 % van de n-3 serie en 1% van de n-6 serie bij de forel een maximale groei toelaten (Watanabé, 1982), terwijl bij Tilapia de n-6 serie voor de groei belangrijker is dan de n-3 serie (Kanazawa et al., 1980). Algemeen wordt aangenomen dat voor warmwatervissen de n-6 serie belangrijk is, terwijl voor koudwatervissen de n-3 serie belangrijk is. Dit wordt verklaard door het feit dat de n-3 serie meer onverzadigd is en daardoor een lager stolpunt heeft, hetgeen voor de koudwatervissen zeer belangrijk is voor het behoud van de membraanfluiditeit.

Voor de meeste zeevissoorten die gekweekt worden en meestal tot de familie van de Percoidea behoren is de situatie verschillend, daar ze zoals eerder vermeld niet of nauwelijks C-18 vetzuren kunnen desatureren en verder verlengen tot C-20 en C-22 vetzuren. Vandaar dat de essentiële vetzuurbehoefte voor deze soorten moet gezocht worden binnen de C-20 en C-22 en niet binnen de C-18 vetzuren, zoals dit wel het geval is voor de meeste zoetwater vissoorten (Halver, 1980). Dit werd bijvoorbeeld aangetoond door Yone en Fujii (1975 a) die proefondervindelijk bewezen dat het toevoegen van linoleenzuur aan het dieet van de red sea bream (*Chrysophrys major*) geen groeistimulerende werking had, zolang er geen C-20 en C-22 vetzuren in het dieet aanwezig waren. In een volgend experiment toonden dezelfde onderzoekers (1975 b) aan dat toevoegen van 2 % HUFA's

aan het dieet, bij deze soort, wel degelijk groeistimulerend werkte. Belangrijk is dat volgens Kanazawa et al. (1982) voor de red sea bream deze HUFA's ook essentieel zijn voor een normale ontwikkeling van de zwemblaas (Kanazawa et al., 1982), een afwijking die binnen de zeebaarskweek nog steeds voor grote problemen zorgt vanwege de groeivertraging die bij deze zwemblaas deficiënte vissen waargenomen wordt (Frentzos en Sweetman, 1988).

Over het eventuele nut van n-6 PUFA's voor zeevissen is niets gekend en verder onderzoek zal moeten uitmaken in hoeverre dit type PUFA's bruikbaar is voor zeevissen. Algemeen stelt men dus vast dat de voederformulering voor zeevissen moeilijker is dan voor zoetwatervissen daar men steeds rekening moet houden met een supplementatie van essentiële HUFA's.

4.1.2.2.2. Proteïnen.

Vismeeel wordt beschouwd als de meest aangewezen proteïnebron voor de aanmaak van visvoerders. Het aminozuurpatroon van de proteïnen van vismeel komt immers het best overeen met de aminozuurbehoefte van de vis. Daar echter plantaardige proteïnen voor de fabricatie van visvoeder goedkoper zijn dan proteïnen afkomstig uit vismeel, wordt meer en meer gebruik gemaakt van plantaardige proteïnen (New, 1986). Toch zijn de mogelijkheden voor het gebruik van plantaardige proteïnen beperkt daar ze bijvoorbeeld bij pladijs een duidelijke groeivertraging veroorzaken. Anderzijds heeft men voor Tilapia geen groeivertraging vastgesteld wanneer vismeel gedeeltelijk of geheel vervangen wordt door plantaardige proteïnen, op voorwaarde dat men door supplementatie een aminozuur deficiëntie voorkomt (Jauncy en Ross, 1982).

Veelal wordt voor de kweek van mariene vissoorten, die meestal carnivoor of semi carnivoor zijn, voornamelijk gebruik gemaakt van vismeel als basisproduct voor het voeder (New, 1986). Alliot et al., (1976) vergeleek 6 verschillende vismelen als proteïnebron en vond dat voor zeebaars niet ontvet haringmeel de beste groeieresultaten gaf in een voeder dat 50 % proteïne en 10 % lipiden bevatte. Metailler et al. (1977) formuleerde voor zeebaars een voeder waarin 20 % van de proteïnen van zuiver plantaardige oorsprong waren en dit zonder negatieve invloed op de groei. Zoals hoger reeds vermeld, (4.1.2.1.) is het noodzakelijk om de voor elke soort optimale ratio proteïnen tegenover vetten en koolhydraten te bepalen om te voorkomen dat proteïnen als energiebron gaan fungeren. Alhoewel dus de proteïnesparende werking van vetten en koolhydraten gekend is, is het opvallend dat de samenstelling van commerciële voeders vrij sterk afwijkt van de experimenteel vastgestelde behoeften voor de meeste mariene vissoorten. Algemeen stelt men vast dat het vetgehalte te laag en het proteïnegehalte te hoog is. (New, 1986). Voor zeebaars werd experimenteel bepaald dat de optimale proteïnegehalten van het voeder schommelen tussen 40 en 53 %, terwijl optimale lipidenconcentraties ongeveer 12 % bedragen (Alliot et al., 1979b, Metailler et al., 1981). In commerciële zeebaarsvoerders bedraagt het proteïnegehalte tot 69 % en het lipidegehalte slechts 10 %. Hieruit kan men volgens New (1986) besluiten dat vooral het proteïnesparend karakter van lipiden onvoldoende gebruikt wordt bij het formuleren van visvoerders waardoor onnodig dure proteïnen in te hoge concentraties in het voeder verwerkt worden.

Naast het ruwe proteïnegehalte, hetgeen bij het formuleren van voeder erg belangrijk is, is de aminozuursamenstelling nog belangrijker. Voor de meeste zoetwatersoorten die voor kweek in aanmerking komen is de essentiële aminozuurbehoefte gekend, zodat de voederformulering op basis van deze behoeften kan gebeuren (Jauncy en Ross, 1982, Millikin 1982 fide New, 1986). Voor zeebaars en voor de meeste andere mariene soorten is de aminozurenbehoefte echter veel minder bekend. Metailler (1973) bepaalde de essentiële aminozuren voor zeebaars ofschoon hij de exacte behoefte voor elk van deze niet kon vastleggen. Hetzelfde geldt voor het onderzoek van Alliot et al (1974) die wel de aminozuursamenstelling van de spier en de eieren van zeebaars bepaalde, maar geen uitspraak kon doen over de specifieke behoeften van de zeebaars. Rekening houdend met de aminozuursamenstelling van spier en eieren kan men vooropstellen dat haringmeel, behalve voor methionine, aan de aminozuurbehoefte van zeebaars voldoet, hetgeen ook experimenteel door Alliot et al. (1976) aangetoond werd.

4.1.2.2.3. Koolhydraten.

Kort samengevat stelt New (1986) dat er weinig geweten is over de opneembaarheid van koolhydraten, maar hij neemt algemeen aan dat vissen enkelvoudige suikers zoals glucose en fructose efficiënter gebruiken dan meervoudige suikers en dit in tegenstelling tot Crustacea. Voor wat de niet verteerbare vezels betreft wordt in het voeder een maximale hoeveelheid van 8 % aangeraden door Jauncy en Ross (1982), dit om eventuele darmconstipatie tegen te gaan.

Voor de koolhydratenbehoefte van mariene soorten beperken we ons tot de zeebaars. Metailler (1980) vergeleek twee voeders met respectievelijk 65.1 % proteïnen + 5.9 % koolhydraten en 50.8 % proteïnen + 22.2 % koolhydraten. Voor beide voeders bleef het lipidengehalte gelijk. De beste groei werd gevonden voor het laagste proteïne- en het hoogste koolhydratengehalte. Er zijn dus, althans voor wat de zeebaars betreft, indicaties dat naast lipiden ook koolhydraten proteïnesparend kunnen werken. Een gelijkaardig proteïnesparend effect werd door Alliot et al. (1979a) bekomen door 12 % koolhydraat supplementatie aan koolhydratenvrij voeder. Te hoge concentraties aan koolhydraten veroorzaken echter leververvetting en glycogeenopstapeling (New, 1986). Ondanks het feit dat koolhydraten voor de zeebaars gedeeltelijk als energiebron kunnen aangewend worden, dient toch te worden opgemerkt dat de meeste vissen van nature uit diabetisch zijn, waarbij zoals verwacht wordt de carnivore soorten meer diabetisch zijn dan de herbivoren, hetgeen door Furuichi en Yone (1980 fide New, 1986) aangetoond is voor de Yellowtail en de karper.

4.1.2.2.4. Mineralen.

Zoals in 4.1.2.1. vermeld, zijn er in commerciële voeders voldoende mineralen aanwezig om een normale groei te verzekeren (Tacon en De Silva, 1983). Doordat er echter in commercieel voeder voor mariene vissoorten meestal gebruik gemaakt wordt van dierlijke bronnen die rijk zijn aan calcium raadt New (1986) aan om het fosforgehalte van het voeder boven 0,7 % te houden, hetgeen normaal

gezien geen problemen stelt daar de meeste grondstoffen voldoende fosfor aanbrengen. Enerzijds resulteert fosfordeficiëntie in *Chrysophrys major* in een lager asgehalte van de wervels, waardoor deze brozer worden en anderzijds voorkomt het een efficiënt aanwenden van de lipiden als energiebron, waardoor vetopstapeling ontstaat (Sakamoto en Yone, 1980). Op te merken valt dat mineraal-supplementatie aan commerciële voeders om zeker te zijn dat van elk mineraal voldoende hoge concentraties aanwezig zijn eerder negatieve gevolgen heeft. Zo veroorzaken Cu concentraties hoger dan 15 mg/kg en Zn concentraties hoger dan 300 mg/kg groeistoornissen bij de karper (Tacon en De Silva, 1983).

4.1.2.2.5. Vitaminen.

Bijzonder weinig onderzoek is gedaan naar de vitaminebehoefte van Percoidea, tot welke familie de meeste mariene kweeksoorten, waaronder ook de zeebaars, behoren. Voor algemene informatie betreffende vitaminebehoefte van vissen verwijzen we naar Halver (1979), terwijl voor vitamine-deficiëntie naar het werk van Millikin (1982) verwezen wordt. Dezelfde opmerking als voor mineralen geldt ook voor vitamines: ongecontroleerde supplementatie veroorzaakt meer kwaad dan goed en pogingen om kwalitatief arm voeder te verbeteren door het toevoegen van enorme dosissen aan vitamines resulteert vaak in een nog slechtere kwaliteit (New, 1986).

4.2. Bespreking van de groei en de belangrijkste variabelen die de groei bepalen te Doel.

4.2.1. Materiaal, methode en doelstellingen van de experimenten.

4.2.1.1. Experiment I.

4.2.1.1.1. Proefdieren.

In oktober 1983 werden 250, gemiddeld 4 g wegende zeebaarzen, gevangen te Ambleteuse (Noord Frankrijk) uitgezet te Doel in een inox tank beschreven onder 3.3.2.

4.2.1.1.2. Voeding.

De zeebaars werd ad libitum gevoederd met gepelleteerd forellenvoer (N.V. Trouw, Gent).

De samenstelling van dit voer kan als volgt weergegeven worden :

- ruw eiwit : 45 %
- ruw vet : 7 %
- suiker en zetmeel : 14 %
- vocht 10 %.
- ruw as : 10 %.
- ruwe vezel : 3 %.

4.2.1.1.3. Doel.

Het doel van het experiment beperkte zich tot het nagaan van de overleving en in mindere mate het volgen van de groei.

4.2.1.2. Experiment II.

4.2.1.2.1. Proefdieren.

Op 26-10-1984 werden 6000, 4 g wegende zeebaarzen vanuit de Ferme Marine de d'Houhet (la Bree-les-Bains, Frankrijk) in Doel uitgezet en in februari 1985 na triëren verdeeld over twee tanks van 5 m diameter (3.3.3.). Binnen de populatie van experiment II vertoonden een groot aantal zeebaarzen zwemblaasanomalieën. Bij het bespreken van experimenten II en III wordt de populatie normale zeebaarzen weergegeven door P1 (circa 2000 stuks) terwijl de populatie met zwemblaasafwijking weergegeven wordt door P2 (circa 4000 stuks).

4.2.1.2.2. Voeding.

Het voeder voor deze zeebaarzen bestond uitsluitend uit gepelleteerd forellenvoeder (N.V. Trouw, Gent) dat drie maal per dag aan een ratio van 3 % toegediend werd, hetgeen neerkomt op een ad libitum voeding. Voor samenstelling zie 4.2.1.1.2..

4.2.1.2.3. Doel.

Daar in deze populatie het aantal zeebaarzen zonder zwemblaas meer dan 65 % bedroeg, werd vooral aandacht besteed aan de groeiverschillen tussen beide populaties, zonder echter rekening te houden met voederratio's, conversie, SGR, e.a.

4.2.1.2.4. Statistische verwerking.

Voor de verwerking van de groeieresultaten werd telkens een staal genomen van minimaal 30 zeebaarzen, waarvoor op regelmatige tijdstippen het gewicht en de standaardlengte bepaald werd. Aan de hand van deze meetresultaten werd een regressieanalyse uitgevoerd van gewicht naar tijd en van gewicht naar lengte. Deze statistische verwerking gebeurde met behulp van het SAS-systeem (1985).

4.2.1.3. Experiment III.**4.2.1.3.1. Proefdieren.**

Naast drie nieuwe populaties P3, P4 en P5 waarvan de groei vanaf 9-1-1986 nauwkeurig gevolgd werd, gebeurde dit ook voor P1 en P2 uit experiment II. Op 9-1-1986 kunnen de 5 populaties als volgt gekarakteriseerd worden (tabel 4.1).

Tabel 4.1.: karakterisatie van de verschillende populaties in experiment III op 9-1-1986.

pop	gewicht in gram	aard v/d tank	herkomst	aantal	voeder	% zwem ¹ afw.
P1	163,7	rond 5m diameter	F.M.D. ²	1027	Trouw ⁴	0
P2	67.6	rond 5m diameter	F.M.D.	1554	Trouw	100
P3	12.9	rond 5m diameter	P.S.M. ³	2260	Trouw	< 5
P4	30	vierk.2x2m	P.S.M.	300	Trouw	< 5
P5	47.8	vierk.2x2m	F.M.D.	645	Trouw	50

1 : Percent zwemblaasafwijking.

2 : Ferme Marine de Douhet, Bree-Les-Bains, Frankrijk.

3 : Poissons Soleil, Marquize, Frankrijk.

4 : Trouvit forellenvoeder, a rato van 3 voedingen per dag.

4.2.1.3.2. Voeding.

In exp III werd eveneens gebruik gemaakt van gepelleteerd forellenvoeder (N.V. Trouw, Gent). Voor de samenstelling zie 4.2.1.1.2..

4.2.1.3.2.1. Bepaling van de vetzuursamenstelling van het voeder.

De vetzuursamenstelling van het voeder werd bepaald op het laboratorium voor voedingsleer (KUL) van Prof. De Schrijver. De bepaling verliep volgens een gewijzigde methode van Bligh en Dyer (1959), waarbij na een directe alkalische verzeping, vrijstelling, extractie en verestering van de vetzuren , de vetzuurmethylesters gescheiden en geïdentificeerd worden d.m.v Gas Liquid Gromatography (GLC) in een Shimadzu GC-15A gaschromatograaf.

4.2.1.3.2.2. Vaststellen van de voederconversie-ratio en het opstellen van een voedertabel.

Voor elke groep werd de voederconversie-ratio over de ganse duur van het experiment bepaald en werd een voedertabel samengesteld steunend op gegevens uit de literatuur en op eigen bevindingen(tabel 4.2.).

Tabel 4.2.: vastgestelde voederniveaus, afhankelijk van de temperatuur en het gewicht, voor de zeebaars te Doel in experiment III.

Gewicht	Voederratio temperatuur 14-18 °C	Voederratio temperatuur 18-22 °C	Voederratio temperatuur 22-26 °C
<20g	2.1%	2.1%	2.8%
20g-50g	1.8%	2.1%	2.1%
50g-100g	1.8%	2.1%	2.1%
100g-200g	1.1%-1.3%	1.5%-1.8%	1.5%1.8%
200g-400g	0.8%-1%	0.9%	0.9%-1%

4.2.1.3.3. Doel.

Het was de bedoeling om op basis van de verkregen groeiresultaten een verband te leggen tussen b.v. arithmetische groei, SGR, voederconversie en temperatuur. Ten slotte kan men steunend op de resultaten van exp II en exp III een volledige kweekcyclus voor zeebaars gaan beschrijven in de koelwaters van de kerncentrale te Doel.

4.2.1.3.4. Statistische verwerking.

Om nauwkeurig de groeigegevens, voederconversies e.a. te volgen werden van elke populatie op regelmatige tijdstippen staalnames verricht. Hiervoor werd telkens van 30-40 vissen de standaardlengte en het gewicht bepaald. Zoals in experiment II werd ook hier aan de hand van de meetresultaten een regressieanalyse uitgevoerd van gewicht naar tijd en van gewicht naar lengte, d.m.v. het SAS-systeem (1985).

4.2.2. Resultaten en bespreking.

4.2.2.1. Experiment I.

4.2.2.1.1. Resultaten.

4.2.2.1.1.1. Groei.

Na precies één jaar bereiken de snelste groeiers 180 g.

4.2.2.1.1.2. Mortaliteit

Over de ganse duur van het experiment werden geen mortaliteiten waargenomen. Begin oktober 1984 stierven alle zeebaarzen door een technisch defect, waarbij de tank leegliep.

4.2.2.1.2. Bespreking.

Ondanks het feit dat de resultaten uit deze proef zeer onvolledig en beperkt zijn, leverde dit kleine experiment toch het bewijs dat zeebaars niet alleen kon gedijen in het verwarmde Scheldewater, maar dat hij er ook vrij vlug in groeide vanwege de verhoogde temperatuur.

4.2.2.2. Experiment II

4.2.2.2.1. Resultaten.

Tabel 4.3. geeft een overzicht van de gewichts- en lengtetoename van P1 en P2 over de ganse duur van experiment II.

Tabel 4.3. : gemiddelde gewichten en lengten van P1 en P2 tijdens het verloop van experiment II.

Dag	Gem. gP1 ¹	Gem. lP1 ²	Gem. gP2 ³	Gem. lP2 ⁴
1	4	4.8	4	4.3
166	36	12.1	/(5)	/
183	38	12.4	17.1	7.5
212	47	13.8	/	/
292	81	16	48.6	12.6
336	116	18.2	/	/
435	163	20	67.6	14.3

- 1 : Gemiddelde gewicht in g voor P1.
 2 : Gemiddelde standaardlengte in cm voor P1.
 3 : Gemiddelde gewicht in g voor P2.
 4 : Gemiddelde standaardlengte in cm voor P2
 5 : Ontbrekende waarde.

Tabel 4.4. Geeft een overzicht van de mortaliteit voor P1 en P2 tijdens experiment II. Op 26-10-1984 en op 9-1-1986 werden er totaalellingen op de populaties uitgevoerd.

Tabel 4.4. : overzicht van het mortaliteitsverloop voor P1 en P2 in experiment II.

	Tot. N. 26-10-84	Mort. N. 11-1984	Mort. N. 2-1985	Mort. N. 10-85	Mort. ? ¹	Tot.N. 9-1-1986	% ²
P1	2000	310	410	155	98	1027	48
P2	4000	520	605	510	815	1550	61

- 1 : Mortaliteitsaantal waarvan de oorzaak niet gekend is.
 2 : Totaal mortaliteitspercentage voor experiment II.

De in tabel 4.4. weergegeven mortaliteiten zijn te wijten aan : 11-1984 : bacteriële infectie, 2-1985 : *Aeromonas hydrophyla*-*Pseudomonas fluorescens* infectie, 10-1985 : *Mycobacterium marinum* infectie. Hierbij moeten we nog vermelden dat er een chronische *Vibrio parahaemolyticus* infectie vastgesteld werd in P2, waarvan echter de impact op de mortaliteit niet kon ingeschat worden.

4.2.2.2. Bespreking.

4.2.2.2.1. Groei.

Aan de hand van de gegevens uit Tabel 4.3. kan men voor P1 en P2 de lineaire regressie van gewicht naar tijd berekenen (Fig 4.1.). Hieruit blijkt dat op dag 435 het gemiddelde gewicht van de zeebaarsen zonder zwemblaas significant lager ligt dan dat van normale zeebaarsen. ($P < 0.001$)

- P1 : $\ln G = 1.85 + 0.0084T$ $r^2 = 0.87$ ($P < 0.001$)
- P2 : $\ln G = 1.7 + 0.0064T$ $r^2 = 0.81$ ($P < 0.001$)

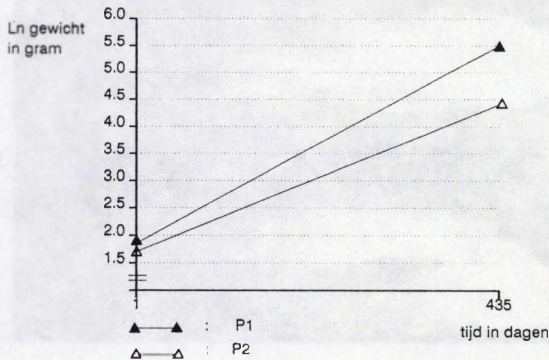


Fig. 4.1.: lineaire regressie van gewicht naar tijd voor P1 en P2 in experiment II, berekend aan de hand van de gegevens in tabel 4.3., volgens de vergelijking $\ln G = \ln a + bT$.

Zeebaarsen zonder zwemblaas betekenen dus voor de kweker een enorm verlies, daar niet alleen de groei vertraagt maar zelfs volledig stopt bij een gewicht lager dan het afmestgewicht (exp.III), (Frentzos en Sweetman, 1988). Het niet ontwikkelen van de zwemblaas mag dan ook beschouwd worden als één van de belangrijkste problemen binnen de intensieve zeebaarskweek, vooral omdat tot 90 % van de larven deze anomalie kan vertonen (Mace, 1988). Daar men nog steeds niet precies weet hoe deze zwemblaasanomalieën ontstaan wordt momenteel veel aandacht besteed aan dit fenomeen. Aanpassing van het kweekstelsel verhoogt in sommige gevallen het percentage normaal gevormde zeebaarsen (Barnabé, 1987), echter met wisselend succes. In de meeste kwekerijen

worden deze zwemblaasdeficiënte zeebaarzen zeer vroeg in de kweekcyclus geëlimineerd zodat men voorkomt dat ze in de afmesterij zouden terecht komen (Frentzos en Sweetman, 1988). Weinig onderzoek is gedaan naar metabolische verschillen tussen zeebaarzen met en zonder zwemblaas. Waarschijnlijk kan de groeivertraging of groeistop bij zwemblaasdeficiënte vissen verklaard worden doordat de beschikbare energie uit het voeder grotendeels aangewend wordt voor de hoge zwemactiviteit. Door het gebrek aan een zwemblaas, waardoor de vissen de capaciteit tot het bijsturen van de soortelijke massa verliezen, zijn ze immers verplicht voortdurend te zwemmen om te voorkomen dat ze naar de bodem zinken. Dit gedrag wordt uitgesproken waargenomen onder de voederautomaat hetgeen vanzelfsprekend enorm veel energie kost. Door dit voortdurend zwemgedrag krijgen de vissen een typisch uitzicht, waarbij de ruggegraat ter hoogte van de nek een duidelijke knik vertoont, hetgeen op RX-foto's kan aangetoond worden (fig 4.2.).

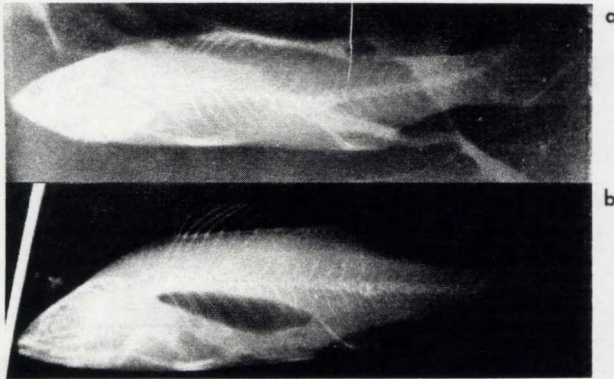


Fig. 4.2. : RX-foto van een zeebaars met zwemblaasanomalie (a) en een normale zeebaars (b).

Fysiologische implicaties van de zwemblaasdeficiëntie wordt besproken in hoofdstuk VII.

4.2.2.2.2. Regressie van de gewicht-lengte relatie.

Aan de hand van de meetgegevens uit tabel 4.3. kan men voor P1 en P2 de regressie van gewicht naar lengte berekenen. Voor P1 verloopt de groei praktisch isometrisch. Voor P2 daarentegen is de groei uitgesproken allometrisch. Hieruit volgt dat in vergelijking met P1 het gewicht voor P2 relatief minder toeneemt dan de lengte. (fig 4.3).

- P1 : $G = 0.0222 \times L^{2.95}$ $r^2 = 0.94$ ($P < 0.001$)
- P2 : $G = 0.101 \times L^{2.35}$ $r^2 = 0.67$ ($P < 0.001$)

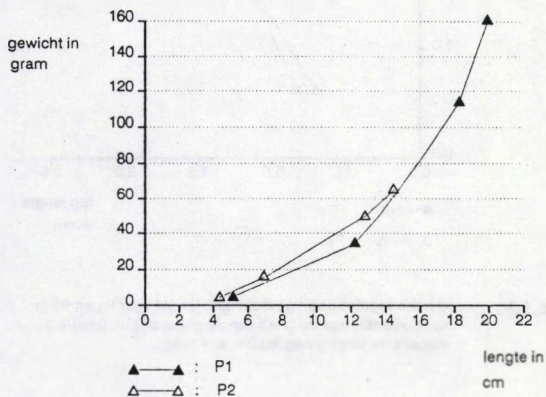


Fig. 4.3. :

regressie van gewicht naar lengte voor P1 en P2 in experiment II aan de hand van de gegevens uit tabel 4.3., volgens de vergelijking $G = aL^b$.

Opvallend is echter dat voor P2 over het ganse groei-interval van 4-64 g het gewicht voor een bepaalde lengte groter is dan voor P1. Dit wordt duidelijk geïllustreerd in fig 4.4. waar met behulp van logaritmische transformatie de lineaire regressie gemaakt is van de gewicht-lengte verhouding.

- P1 : $\log G = -1.65 + 2.95 \log L$.
- P2 : $\log G = -0.9 + 2.35 \log L$.

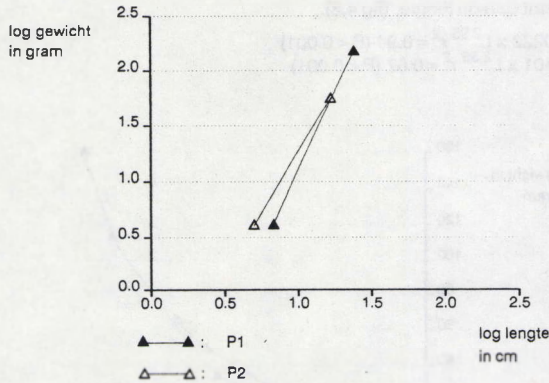


Fig. 4.4.: lineaire regressie van gewicht naar lengte voor P1 en P2 in experiment II, aan de hand van de gegevens uit tabel 4.3., volgens de vergelijking $\log G = a + b \log L$.

De vraag stelt zich dus waarom in exp.II P2 steeds een hoger gewicht heeft dan P1 voor een bepaalde lengte, alhoewel dit verschil kleiner wordt naarmate beide populaties groeien. Een verklaring voor dit fenomeen vinden we bij de gebruikte meetmethode. Voor de lengtebepaling werd gebruik gemaakt van de standaardlengte. Hiervoor wordt de horizontale lengte tussen het vooruiteinde van de snuit en de staartvinbasis gemeten, via een rechte lijn. Voor vissen met een zwemblaasabnormale is de gemeten standaardlengte korter dan de werkelijke afstand van de top van de bovenkaak tot de staartbasis. Op fig. 4.5. wordt dit aangetoond. "L1" is de gemeten standaardlengte, terwijl "L2" de echte lengte is, weliswaar beschreven door een gebroken lijn, tussen de top van de bovenkaak en de staartbasis.

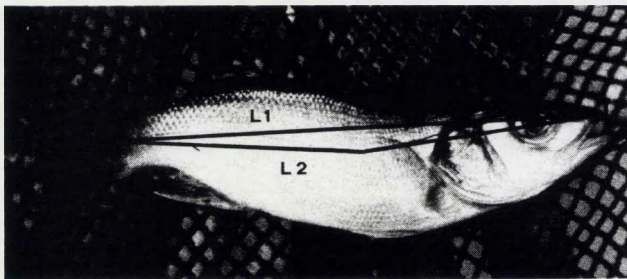


Fig. 4.5.: gevolgen op de standaard lengtemeting van een zwemblaasabnormale. "L1" is de gemeten standaardlengte; terwijl "L2" de eigenlijke standaardlengte is.

Het steeds kleiner wordende verschil voor de lengte-gewicht verhouding tussen P1 en P2 wordt dan weer verklaard door de verschillende regressiecoëfficiënt tussen P1 en P2. Deze bedraagt voor P1 2.95 en voor P2 slechts 2.35, of anders gezegd groeien vissen uit P2 langer en smaller waardoor uiteindelijk het verschil met P1 verdwijnt.

4.2.2.2.3. Mortaliteit.

De mortaliteit die optrad direct na aankomst was het gevolg van de slechte conditie waarin de zeebaarzen vanuit Frankrijk naar Doel getransporteerd waren. Bij aankomst werd ook geen preventieve behandeling met bacteriostatica uitgevoerd ter voorkoming van infecties. Uit het ziektebeeld dat gekenmerkt werd door puntbloedingen op de huid, vermoedden we dat het een bacteriële besmetting betrof. Identificatie van de bacteriënsoort was echter niet mogelijk daar op dat moment de nodige kennis nog niet voorhanden was.

De *Aeromonas* infectie die uitbrak in februari 1985 werd veroorzaakt door een stresserende behandeling. In februari 1985 slechts enkele maanden na het uitzetten van de zeebaars werd een duidelijk groeiverschil vastgesteld binnen de populatie, te wijten aan het voorkomen van een groot aantal zwemblaasdeficiënte vissen. Om kannibalisme te voorkomen werd besloten in februari 1985 de zeebaarzen te sorteren in twee groepen. Het temperatuurverschil op dat moment tussen de buitentemperaturen (circa 0 °C) en de watertemperatuur (circa 15 °C) was echter groot en veroorzaakte meer dan waarschijnlijk, samen met de beschadigingen die de vis bij het manueel sorteren opliep deze bacteriële ziekteuitbraak. Voor de identificatie en de behandeling wordt verwezen naar hoofdstuk V.

Met de *Mycobacterium marinum* infectie die in oktober 1985 uitbrak ging van de normale populatie zeebaarzen ongeveer 10 % verloren, terwijl het verlies bij de zwemblaasdeficiënte dieren ongeveer het dubbele was. Daar deze infectie een chronisch verloop heeft en dus over een langere periode ernstige schade aan het visbestand kan toebrengen, wordt in Hoofdstuk V uitvoerig op deze infectie ingegaan. Zoals later zal blijken zijn de meeste vissen niet gestorven aan de infectie maar werden ze gedood en vernietigd om verdere verspreiding van de infectie tegen te gaan.

Opvallend voor de *Vibrio* infectie is het feit dat ze enkel waargenomen werd bij de zwemblaasdeficiënte vissen. Meestal was bij deze dieren de basis van de buikvinnen sterk aangetast en kwamen vooral daar ulcers voor, ten gevolge van deze infectie. Dit is alweer een gevolg van de instabiliteit van deze vissen. Doordat de zwemblaasloze zeebaarzen wanneer ze niet zwemmen steeds over de bodem schuren, ontstaan er ventraal kleine verwondingen die dan een gemakkelijke toegang vormen voor deze bacteriën. De identificatie van deze bacterie wordt eveneens in Hoofdstuk V besproken.

Het mortaliteitsaantal waarvan de oorzaak niet gekend is, werd bekomen door de verschillende mortaliteitsaantallen met gekende oorzaak af te trekken van het initiële aantal vissen. Merken we hierbij op dat de mortaliteit te wijten aan onbekende factoren procentueel laag ligt bij normale zeebaarzen, en mogelijks te wijten is aan kannibalisme. Bij zwemblaasdeficiënte vissen ligt dit aantal veel hoger. Het is echter onmogelijk om voor deze groep te berekenen hoeveel vissen aan een onbekende oorzaak stierven en hoeveel er dood gingen aan de *Vibrio* infectie.

Globaal kunnen we besluiten dat de mortaliteit bij experiment II zeer hoog is. Toch kunnen we hier direct aan toevoegen dat dit hoge mortaliteitspercentage voor een groot deel te wijten was aan onnodig gecreëerde stresssituaties die door het opdoen van de nodige ervaring kunnen vermeden worden.

4.2.2.3. Experiment III.

4.2.2.3.1. Resultaten.

4.2.2.3.1.1. kweekresultaten.

Tabel 4.5. geeft een overzicht van de kweekresultaten voor P1, P2, P3, P4, en P5 in experiment III. Het aantal gemeten exemplaren bedroeg over de ganse duur van experiment III voor respectievelijk P1 : 150; P2 : 150; P3 : 298; P4 : 267 en P5 : 246; hetgeen neerkomt op ca. 30 metingen per staalname.

De mortaliteit bedroeg over gans de duur van experiment III voor respectievelijk P1 : 0,5 %; P2 : 4,9 %; P3 : 1,3 %; P4 : 1,3 %; P5 : 4,6 %.

Tabel 4.5. : overzicht van de kweekresultaten voor P1, P2, P3, P4 en P5 in experiment III.

Populatie	Dag	Gewicht in gram	Lengte in cm	Voeder- ratio(1)	Voedercon- versie	SGR (2)	Gem.Temp. in °C	Gem.Sal. in ‰	Densiteit. in kg/m ³
P1	1	163.6	20	/	/	/	/	/	11.2
P1	98	198	21.5	0.9	4.4	0.19	16.1	9.5	13.5
P1	141	219	23	0.9	4.3	0.21	20.7	9	14.9
P1	258	306	25.4	0.9	2.8	0.32	23.3	15.6	20.9
P1	321	360	28	0.9	3.5	0.26	19.7	19.7	24.6

P2	1	67.6	14.4	/	/	/	/	/	6.9
P2	83	76	16.7	1.8	>10	0.15	17	10.5	7.6
P2	141	79	16.8	1.8	>10	0.06	21.5	7	7.9
P2	258	80	16.8	1.8	>10	0.01	23.3	15	7.9
P2	321	84	16.7	1.8	>10	0.07	19.7	19.7	8.2

P3	1	12	9	/	/	/	/	/	1.8
P3	57	16.5	9.3	2.1	3.8	0.55	15	9.5	2.4
P3	98	22.8	10.2	2.1	2.8	0.75	18.6	12.8	3.4
P3	114	24.5	10.4	2.1	4.6	0.44	21.1	5.2	3.6
P3	141	30.4	11.2	2.1	2.4	0.86	23.1	8.4	4.5
P3	155	36	11.8	2.1	1.9	1.20	21.4	11.4	5.4
P3	182	45	12.7	2.2	2.7	0.82	25.1	9	6.7
P3	258	80	16.1	2.1	2.4	0.85	23	18	11.9
P3	307	98	17.4	1.8	3.3	0.57	22.8	20	14.5
P3	321	106	18.1	1.8	4.4	0.41	19.2	17	15.6

P4	1	30.9	11.9	/	/	/	/	/	4.4
P4	57	44.9	13.4	1.8	2.8	0.65	16.1	9.5	6.5
P4	83	54	14.5	1.8	2.6	0.70	18.9	12.8	7.8
P4	98	58	14.8	1.8	3.8	0.47	18.9	5.2	8.4
P4	141	70.3	15.8	1.8	3.9	0.45	22.3	9	10.2
P4	182	86.3	16.6	1.8	3.6	0.5	23.8	4.9	12.5
P4	258	128	19.5	1.5	2.8	0.52	23	18	18.6
P4	307	164	20.6	1.5	3.1	0.5	22.8	20	23.8
P4	321	183	21.4	1.2	2.1	0.66	19.2	17	26.6

P5	1	47.8	13	/	/	/	/	/	7.2
P5	57	56.5	13.6	1.8	6.3	0.29	16.1	9.5	9.1
P5	83	60.1	13.9	1.8	8.2	0.23	18.9	12.8	9.6
P5	141	77	15.2	2.2	6.2	0.41	21.5	15	11.2
P5	182	79	15.5	2.2	>10	0.06	23.8	4.9	11.4
P5	258	90	16.5	1.8	>10	0.15	23	18	14
P5	307	121	17.4	1.8	3.2	0.60	22.8	20	18.6
P5	321	126	17.4	1.8	6.9	0.29	19.2	17	19.3

1 : Uitgedrukt in ‰ van de totale biomassa.

2 : Uitgedrukt in ‰ van de totale biomassa.

4.2.2.3.1.2. Vetzuuranalyse van het gebruikte forellenvoeder.

In tabel 4.6. zijn de resultaten van de vetzuuranalyse voor het forellenvoeder weergegeven in % van het totaal vetgehalte dat voor het forellenvoeder 7 % bedraagt.

Tabel 4.6. : vetzuursamenstelling van het gebruikte forellenvoeder in experiment I, II en III.

aard van het vetzuur	conc. in % van het totaal vetgehalte = 7 %
8:0	0.24
12:0	0.58
14:0	3.37
16:0	21.28
16:1 (n-7)	3.36
17:0	0.41
18:0	8.15
18:1 (n-9)	23.81
18:1 (n-7)	2.58
18:2 (n-6)	10.70
18:3 (n-3)	1.56
20:1 (n-9)	3.22
20:2 (n-6)	0.28
20:4 (n-6)	0.55
20:5 (n-3)	3.22
22:0	4.05
22:6 (n-3)	5.80

4.2.2.3.2. Bespreking.

4.2.2.3.2.1. Groei.

Aan de hand van de gegevens uit tabel 4.5. kan voor elke populatie de lineaire regressie van gewicht naar de tijd berekend worden (fig 4.6.).

- P1 : $\ln G = 5.0 + 0.0026T$ $r^2 = 0.65$ ($P < 0.001$)
- P2 : $\ln G = 4.2 + 0.0005T$ $r^2 = 0.13$ ($P < 0.001$)
- P3 : $\ln G = 2.4 + 0.0067T$ $r^2 = 0.82$ ($P < 0.001$)
- P4 : $\ln G = 3.4 + 0.0053T$ $r^2 = 0.85$ ($P < 0.001$)
- P5 : $\ln G = 3.8 + 0.0028T$ $r^2 = 0.62$ ($P < 0.001$)

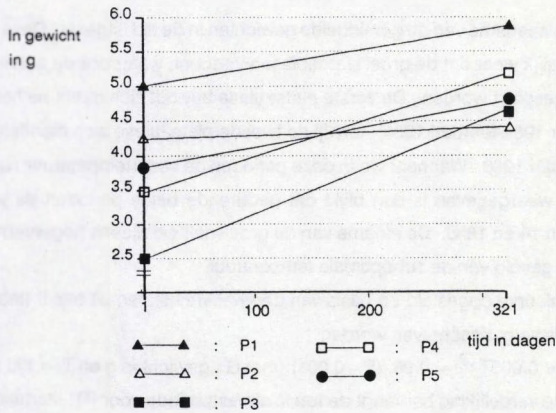


Fig. 4.6. : lineaire regressie van gewicht naar tijd voor P1, P2, P3, P4, en P5 in experiment III aan de hand van de gegevens uit tabel 4.5. volgens de vergelijking $\ln G = \ln a + bT$.

Voor P1 en P2 blijft het groeiverschil bestaan tussen beide populaties, waarbij de groei van P2 praktisch verwaarloosbaar wordt. Anders gezegd verschilt de groei van P2 niet significant van 0 ($P = 0.1$). Experiment III bevestigt de resultaten uit experiment II: zeebaarzen met een zwemblaasanomalie betekenen een pure verliespost. Voor de vergelijking van P4 (0 % zwemblaasafwijking) en P5 (50 % zwemblaasafwijking) kan dezelfde opmerking gemaakt worden als voor P1 en P2. De groei van P4 en P5 is significant verschillend ($P < 0.001$), waarbij de negatieve invloed van de 50 % zwemblaas-deficiënte vissen van P5 op de groei tot uiting komt.

Op basis van experiment II en III kan tevens een groeicurve opgesteld worden voor P1 voor de ganse kweekcyclus (fig 4.7.).

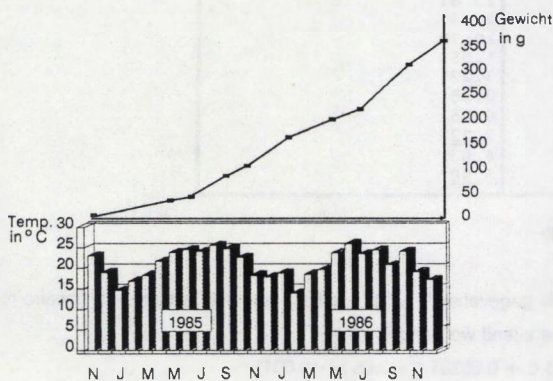


Fig. 4.7. : toename in gemiddelde gewicht voor P1 over de ganse afmestperiode.

In fig 4.7. wordt de toename van de gemiddelde gewichten in de tijd uitgezet. Deze manier van voorstellen geeft duidelijk weer dat de groei plateaufasen vertoont, waardoor de curve in twee S-vormige delen kan opgesplitst worden. De eerste plateaufase bevindt zich direct na het uitzetten van de dieren (december 1984-februari 1985), terwijl de tweede plateaufase zich manifesteert van december 1985 tot februari 1986. Wanneer we in deze perioden de watertemperatuur nagaan, welke eveneens in fig 4.7. weergegeven is dan blijkt dat gedurende beide perioden de watertemperatuur schommelt tussen 14 en 18°C. De afname van de groeisnelheid tijdens hogervermelde perioden is dus een duidelijk gevolg van de suboptimale temperatuur.

De volledige groeicurve opgesteld op basis van de kweekresultaten uit exp.II (tabel 4.3.) en exp.III (tabel 4.6.) kan als volgt beschreven worden:

P1 : $\ln G = 2.53 + 0.005T$ $r^2 = 0.96$, ($P < 0.001$) (met G : gewicht in g en T = tijd in dagen).

Op basis van deze vergelijking bedraagt de totale afmestperiode voor P1; startend van pootvis van gemiddeld 4 g tot een gemiddelde eindgewicht van 367 g, 756 dagen of 25 maanden.

Naast de groeicurve voor P1, voor een totale afmestperiode, kan men ook aan de hand van de kweekresultaten van P1, P3 en P4 (tabel 4.6.) een theoretische groei beschrijven voor een totale kweekcyclus door de groeicurve van P3, P4 en P1 als volgt op mekaar te laten aansluiten:

- P3 groeit van 12 g tot 106 g in 321 dagen.
- P4 groeit van 106 g tot 183 g in 100 dagen.
- P1 groeit van 183 g tot 367 g in 250 dagen.

In totaal bedraagt deze theoretisch berekende duur om zeebaarsen van gemiddeld 12 g tot gemiddeld 367 g af te mesten 671 dagen of 23 maanden. De groeicurve voor de combinatie van deze drie populaties wordt door volgende vergelijking beschreven :

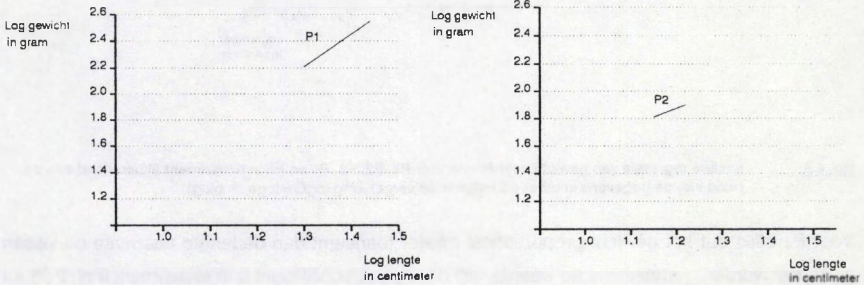
$\ln G = 2.75 + 0.0054T \quad r^2 = 0.87 \quad (P < 0.001)$ (met G = gewicht in g en T = tijd in dagen).

Samengevat kan men stellen dat bij de omstandigheden waaronder in Doel de experimenten uitgevoerd werden de afmestperiode voor zeebaars varieert tussen 23 en 25 maanden voor een startgewicht van respectievelijk 4 g en 12 g en een afmestgewicht van 367 g.

4.2.2.3.2.2. Regressie van gewicht-lengte relatie.

Aan de hand van de gegevens uit tabel 4.5. kan voor elke populatie de regressie van lengte naar gewicht berekend worden (fig. 4.8.).

- P1 : $\log G = -0.86 + 2.37 \log L \quad r^2 = 0.90 \quad (P < 0.001)$
- P2 : $\log G = 0.27 + 1.33 \log L \quad r^2 = 0.47 \quad (P < 0.001)$
- P3 : $\log G = -1.56 + 2.86 \log L \quad r^2 = 0.95 \quad (P < 0.001)$
- P4 : $\log G = -1.76 + 3.03 \log L \quad r^2 = 0.94 \quad (P < 0.001)$
- P5 : $\log G = -1.45 + 2.84 \log L \quad r^2 = 0.74 \quad (P < 0.001)$



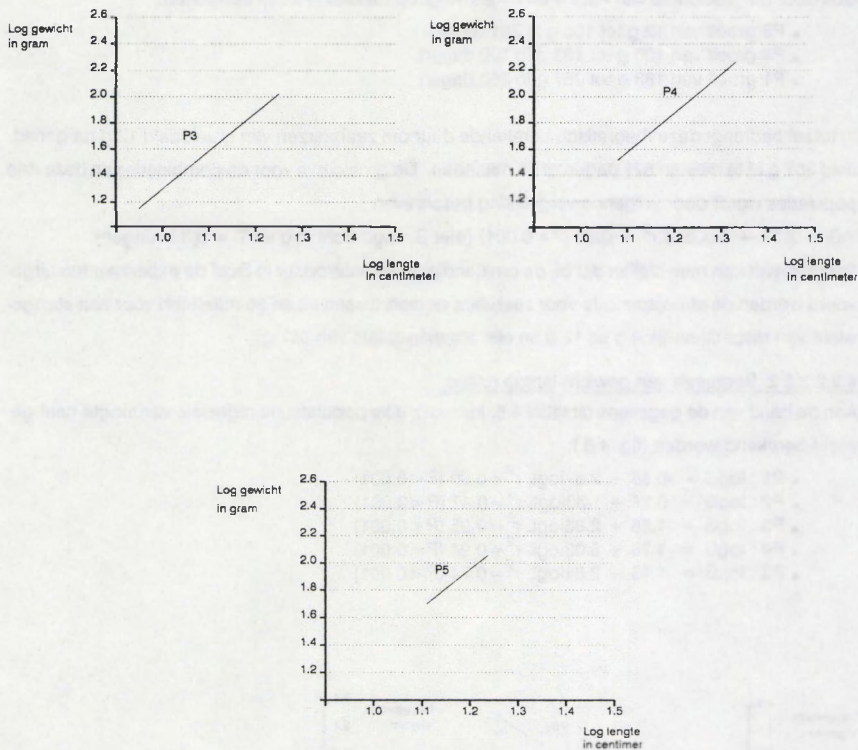


Fig. 4.8. : lineaire regressie van gewicht naar lengte voor P1, P2, P3, P4 en P5 in experiment III berekend aan de hand van de gegevens in tabel 4.5 volgens de vergelijking $\log G = \log a + b \log L$.

Voor P1 blijkt dat het gewicht proportioneel minder toeneemt dan de lengte naarmate de vissen zwaarder worden, wanneer we de waarde van de regressiecoëfficiënt b in experiment II nl. 2.95 en experiment III nl. 2.37 vergelijken. Een gelijkaardig fenomeen wordt vastgesteld voor beekforel (Ricker, 1968), terwijl bij karpers daarentegen de regressiecoëfficiënt b groter wordt naarmate de vis groeit (De Maeseneer, 1984).

Voor P2 is $b = 1,33$ wat erop wijst dat voor de beperkte lengtegroei in experiment III praktisch geen gewichtstoename optreedt of dat een aantal zeebaarzen na het bereiken van een bepaalde lengte aan gewicht verliezen, ten gevolge van een negatieve balans tussen de opgenomen energie en de aangewende metabolische en bewegingsenergie, waardoor de eigen reserves dienen aangesproken te worden. De lage r^2 waarde (0,47) voor P2 ten opzichte van de hoge r^2 waarde (0,90) voor P1; en rekening houdend met het feit dat voor P1 en P2 $n = 150$ wijst er tevens op dat het vooropgestelde model $G = aL^b$ voor P2 zeer slecht opgaat, of anders gezegd geeft de lineaire regressie een slechte fitting door de puntenwolk die ontstaat bij het uitzetten van het gewicht naar de lengte. Een gelijkaardig fenomeen stelt men vast bij het vergelijken van P4 ($n = 267$) en P5 ($n = 246$). Ook hier is de fitting voor P5 ($r^2 = 0,74$) slechter dan voor P4 ($r^2 = 0,94$). Het verschil is kleiner dan tussen P1 en P2 aangezien P5 nog 50 % normaal gevormde zeebaarzen bevat.

Aan de hand van de meetgegevens uit exp.II en exp.III kan de vergelijking opgesteld worden voor de regressie van gewicht naar lengte voor P1 over de ganse afmestperiode. Dezelfde vergelijking kan opgesteld worden d.m.v. meetresultaten uit exp.III uitgaande van P1, P3 en P4. In fig 4.9. zijn voor beide de lineaire regressie van gewicht naar lengte weergegeven.

- P1 : $\log G = -1,53 + 2,85 \log L$, $r^2 = 0,96$ ($P < 0,001$)
- P1 + P3 + P4 : $\log G = -1,59 + 2,90 \log L$, $r^2 = 0,97$ ($P < 0,001$)

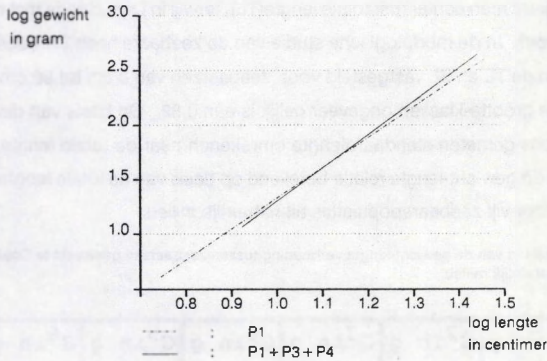


Fig. 4.9. :

lineaire regressie van gewicht naar lengte voor P1 en voor P1 + P3 + P4 voor de totale afmestperiode, volgens de vergelijking $\log G = \log a + b \log L$.

Op basis van beide vergelijkingen kan men voor zeebaarzen het gewicht voorspellen voor een bepaalde lengte (tabel 4.7.).

Tabel 4.7 : voorspelde gewicht van de zeebaars met behulp van de regressievergelijking van gewicht naar lengte voor P1 en voor P1 + P3 + P4.

Lengte in cm	voorspeld gewicht van P1 in g	voorspeld gewicht van P1+P3+P4 in g
5	2.84	1.85
10	20.5	19.8
15	65.2	64.3
20	148	148
30	470	480

Beide vergelijkingen geven praktisch identieke resultaten voor de voorspelling van het gewicht uitgaande van een vooropgestelde lengte. De twee vergelijkingen stellen ons tevens in staat de gewicht lengte relatie van de vissen in Doel te vergelijken met deze van andere kwekerijen en met zeebaarzen uit hun natuurlijk milieu. In de literatuur zijn echter geen gegevens vermeld over de gewicht-lengte relatie van andere gekweekte zeebaarzen.

Barnabé (1980) heeft voor een vijftal localisaties de gewicht-lengte relatie van zeebaars vergeleken. In deze studies rekent men echter met totale lengte (TL), terwijl in Doel steeds met de standaardlengte (SL) gewerkt werd. In de morfologische studie van de zeebaars heeft Barnabé (1973) echter de verhouding tussen de TL en SL vastgesteld voor zeebaarzen van 8 cm tot 90 cm. Hieruit blijkt dat de SL/ST voor alle grootte-klassen ongeveer gelijk is aan 0,82. Op basis van deze gegevens kunnen we de door ons gemeten standaardlengte omrekenen naar de totale lengte. Tabel 4.8. geeft een overzicht van de gewicht-lengte relatie berekend op basis van de totale lengte voor de zeebaarzen van Doel en voor vijf zeebaarspopulaties uit natuurlijk milieu.

Tabel 4.8 : vergelijking van de gewicht-lengte verhouding tussen zeebaarzen gekweekt te Doel en zeebaarzen uit een natuurlijk milieu.

Lengte in cm	G ¹ in g	G ² in g	G ³ in g	G ⁴ in g	G ⁵ in g	G ⁶ in g	G ⁷ in g
10	11.6	11.1	9.4	10.1	10.8	8.8	8.6
20	85	83	80.2	83.2	88.5	69	74.7
30	267	270	280.3	284.9	302	264	266.1

1 : P1.Doel; exp I + exp II.

2 : P1 + P2 + P3 Doel; exp II + exp III

3 : Arcachon, Domaine de Graveyron, (Stéquert, 1972).

4 : Arcachon, Océan, (Stéquert, 1972).

5 : Sable d'Olone, (Lam Hoai, 1970)

6 : Sète, (Barnabé, 1972)

7 : Tunesië, (Bou Ain, 1977)

Tabel 4.8. toont aan dat er geen uitgesproken verschillen bestaan voor wat betreft lengte-gewicht relatie tussen gekweekte zeebaarzen uit Doel en zeebaarzen uit natuurlijk milieu of anders gesteld behoudt de zeebaars zijn natuurlijke gewicht-lengte relatie in kweekomstandigheden.

De combinatie van de resultaten uit de groeicurve en de lengte-gewicht relatie laten eveneens toe na te gaan of de zeebaars in Doel sneller groeit dan in zijn natuurlijk milieu. Hiervoor hebben we nagegaan na hoeveel tijd een lengte circa 22 cm (totale lengte), hetgeen overeenkomt met een gewicht van 350 g, bereikt wordt onder kweekomstandigheden en in de natuur. Kort samengevat doet de zeebaars in de Ierse wateren er precies één jaar langer over dan in Doel (Kennedy en Fitzmaurice, 1972), terwijl in Marokko de zeebaars net zoals in Doel na twee jaar een gemiddelde lengte van circa 22 cm bereikt, (Gravier 1961).

4.2.2.3.2.3. Mortaliteit.

De mortaliteit in exp.III is bijzonder laag in vergelijking met exp.II. Het is moeilijk om hiervoor een directe verklaring te geven. Waarschijnlijk is de verklaring voor deze lage mortaliteit te zoeken in tal van kleine verbeteringen aan het systeem aangebracht en in de proefondervindelijk opgedane ervaring, waardoor stresssituaties zo veel mogelijk vermeden worden. Enkele punten die zeker bijgedragen hebben tot dit resultaat zijn : het ontsmetten van schepnetten telkens na gebruik; het voorkomen van onnodige stresssituaties door de vissen zo weinig mogelijk te manipuleren bij suboptimale temperaturen; het ontsmetten van de vissen na bv. bloedstaalname; het vervoeren van de vissen bij optimale temperatuur en O₂ concentratie en het preventief behandelen met bactericiden bij aankomst; het zo snel mogelijk uitvoeren van metingen en wegingen waarbij de vissen zo vlug mogelijk worden teruggeplaatst enz.

Op te merken valt toch dat de mortaliteit voor P2 nog beduidend hoger is dan in de andere kweekbakken hetgeen nog maar eens wijst op de zwakte van de zwemblaasdeficiënte vissen. De precieze oorzaak van de mortaliteit is niet gekend maar verwondingen die deze vissen oplopen door over de bodem te schuren kunnen zeker bijgedragen hebben tot deze verhoogde mortaliteit t.o.v. andere populaties.

Merken we op dat de mortaliteiten waarvan sprake in experiment III slaan op de periode van 9-1-1986 tot 18-12-1986. Op 19-12-1986 manifesteren zich de eerste symptomen van een ammoniakvergiftiging welke bij gebrek aan een pH sturingsmechanisme in een tijdspanne van enkele dagen het volledige zeebaarzenbestand zal vernietigen. De gevolgen van deze ammoniakvergiftiging voor het visorganisme zullen in hoofdstuk V uitvoerig besproken worden.

4.2.2.3.2.4. Voederconversieratio (FCR) en specifieke groeisnelheid (SGR).

Daar SGR en FCR zeer nauw met mekaar gecorreleerd zijn en een verandering van FCR steeds een verandering in SGR voor gevolg heeft, alleszins voor een bepaald voederniveau, worden beide hier samen besproken.

Voor alle normaal gevormde zeebaarzen uit exp.III varieert FCR tussen 2 en 4,5. Gemiddeld bedraagt de FCR 2,9 voor zeebaarzen tot 100 g, waarna hij langzaam oploopt tot gemiddeld 3,5. Deze stijging van de FCR bij toenemend lichaamsgewicht is een algemeen vastgesteld fenomeen in de

kweek van zeebaars en van andere vissoorten (Dosdat, 1984 ; Stirling, 1977). Verder is duidelijk in exp.III aangetoond dat zwemblaasdeficiënte vissen zeer inefficiënt voeder aanwenden (gemiddelde FCR voor p2 > 10; gemiddelde FCR voor p5 = 8,82) hetgeen zich vertaalt in een verminderde groei of groeistop.

Voor de specifieke groeisnelheid geldt vanzelfsprekend het omgekeerde, ze neemt af bij toenemend lichaamsgewicht, te wijten aan een verhoogde voederconversie en een verminderde voederopname per gewichtseenheid.

Veel moeilijker is het echter de invloed na te gaan van de temperatuur en de saliniteit op de voederconversie-ratio en SGR. Voor het bestuderen van de invloed van één van de fysische variabelen zou men niet alleen moeten in staat zijn de andere constant te houden, maar tevens zouden andere factoren zoals : zuurstof-, ammoniak-, nitrietconcentratie, densiteit van de vissen en de leeftijd binnen een proefopzet constant moeten gehouden worden. Peter (1979) toonde immers aan dat deze factoren elk op zich een invloed hebben op de SGR en de voederconversie-ratio.

Tegenstrijdige resultaten uit de literatuur omtrent de invloed van saliniteit en temperatuur op FCR en SGR tonen tevens aan dat het tot nu toe nog steeds niet duidelijk is hoe deze variabelen mekaar beïnvloeden. Volgens Zanuy en Carillo (1985) zijn lage saliniteiten optimaal bij lagere temperatuur, terwijl hogere saliniteiten optimaal zijn bij hogere temperatuur. Alliot et al. (1983) toonden echter aan dat bij 22°C optimale SGR en FCR bereikt worden bij extreem hoge en extreem lage saliniteiten, terwijl intermediaire saliniteiten een negatieve invloed hebben. Merken we wel op dat Zanuy en Carillo (1985) met zeebaars van ongeveer 200 g werkten en Alliot et al. (1983) met juvenielen (1 - 10 g). Boeuf en Lassere (1978), die met zeebaars vanaf 0,5 g experimenteerden vinden een optimale groei bij precies 11 ‰, hetgeen zij verklaren doordat bij deze isotonische omstandigheden de energie noodzakelijk voor het in- of uit- pompen van ionen minimaal is. Onafhankelijk van deze resultaten blijkt toch de temperatuur en niet de saliniteit de belangrijkste groeibepalende variabele te zijn, waarbij 22°C als optimum beschouwd wordt (Zanuy en Carillo, 1985).

Het moge duidelijk zijn dat indien proeven, opgezet om precies de invloed van saliniteit en temperatuur op de groei te onderzoeken, tot zeer contradictorische resultaten leiden het moeilijk is om de invloed van de saliniteit in interactie met de temperatuur op de kweek in Doel direct uit de meetgegevens af te leiden. Niettegenstaande deze opmerking blijkt uit fig (4.4), waarin de groeicurve voor P1 samen met de temperatuur uitgezet wordt dat er een duidelijke afname van de groei bij temperaturen tussen 14- en 18 °C optreedt. Ook in experiment III stellen we vast dat er voor P1 een positieve significante correlatie bestaat tussen SGR en de temperatuur ($r = 0.62$; $P < 0.001$), terwijl voor P3 er eveneens een positieve correlatie tussen de temperatuur en de SGR waargenomen wordt, die echter niet significant is ($P = 0.13$). Daar het hoogste maandgemiddelde voor Doel om en bij de 23°C ligt en met zeer goede groei gecorreleerd is, bevestigen onze resultaten in grote lijnen de literatuurgegevens waarin 22°C als optimaal beschouwd wordt. Berekening van de correlatiecoëfficiënt voor SGR en saliniteit geeft een vergelijkbaar beeld, waarbij er in exp.III voor P1 weer een duidelijke positieve significante correlatie bestaat tussen de saliniteit en de SGR ($r = 0.89$; $P < 0.001$) terwijl voor P3 geen significante correlatie kon aangetoond worden ($p = 0.12$). Recente kweekgegevens uit Doel

wijzen eveneens in de richting van een hogere SGR bij hogere saliniteiten (persoonlijke mededeling Dhr. Denayer). Toch willen we ons beperken tot de vaststelling dat er een correlatie bestaat tussen saliniteit en SGR zonder ze in causaal verband te brengen. Het is immers mogelijk dat de gevonden correlaties toevallig zijn, daar b.v. de temperatuur en de saliniteit ook onderling positief gecorreleerd zijn ($P < 0.001$). Het belangrijkste in deze context is echter het feit dat de zeebaars geen merkbare negatieve invloed ondervindt van de grote en soms snel optredende saliniteitsschommelingen van het Scheldewater.

Blijft echter P4 waarbij de verschillen tussen FCR over de ganse kweekcyclus geringer zijn dan in P3, en waar de minst goede conversie vastgesteld wordt bij een voor zeebaars volgens de literatuur optimale temperatuur. Een directe verklaring voor dit fenomeen is er niet, en speculeren over de eventuele invloed van de saliniteit, verschillend type van tank, verschil in densiteiten tussen P3 en P4 is riskant.

Met uitzondering van P4 blijkt dus, zoals in andere kwekerijen, de temperatuur de voornaamste groei-bepalende variabele te zijn, waarbij temperaturen van ongeveer 22 °C de beste groeieresultaten geven en temperaturen beneden 18 °C een groeivertraging veroorzaken.

4.3. Vergelijking van groei en kweekresultaten in verschillende kweekcentra en te Doel.

Tabel 4.9. geeft een overzicht van enkele belangrijke kweekresultaten voor de voornaamste zeebaarskwekerijen in Europa.

Tabel 4.9.: overzicht van enkele interessante kweekgegevens uit de voornaamste zeebaarskwekerijen in Europa.

Plaats	Groei/ maanden	FCR	over- leving in %	Aard van het het voeder	voeder- stop bij temp in °C	capaci- teit in ton	bezettings- dichtheid in kg/m ³	systeem	temp. in °C.	sal. in ‰	O ₂ -conc in ppm.
Ghisonaccia ¹	1-300g 30m	2.5	70	/	5.5	9	15	raceway	10-24	zeewater	3-6
Gravelines ²	2-320à350g 24-26m	2.5	79	korrel voor zeebaars	geen	60	max65	raceway	15-25	zeewater	/
Salses ³	40-400à500g 36m	3-3.5	98	korrel voor zeebaars	geen	16	1.7-35	vijver	15-20	10ppt	6-10
Martinique ⁴	1-250à350g 15m	1.3-5	/	korrel zeeb. + verse vis	geen	/	tot40g 1-6 +40g 5-20	kooi	/	zeewater	/
Hérault ⁵	7-380-400g 36m	1.9	50	korrel	5-10	10	10	kooi	5-23	25-35 ‰	verzad.
Kefalonie ⁶	1.5-300g 18-24m	2.5	60-80	korrel zeeb+ verse vis	geen	25 ^a	1.5-15	kooi	15-27	zeewater	/
Cenmar ⁷	1-320-350g vanaf 18m	2.5	79	korrel+ verse vis	geen	400 ^b	max 20	kooi	11-25	zeewater	/
Lima ⁸	/	/	/	korrel+ verse vis	geen	18-27	8-10	kooi	/	19-37 ‰	/
Torre Val Daliga ⁹	/	/	/	/	geen	/	10	ronde tanks	/	zeewater	/
Doel	4-350g 25m	3.5	50-95	korrel voor forel	geen	1	max 26	ronde tanks	15-25	3-17 ‰	3-7

1 : Dosdat, 1984

2 : Quincy, 1987; Wray, 1988.

3 : Conte, 1984.

4 : René, 1984.

5 : Lucet et al., 1984.

6 : Prentzos en Sweetman, 1988.

7 : Medrap, 1986.

8 : Medrap, 1986.

9 : Carpa project, informatiemap ENEL.

a : Zeebaars en Daurade samen.

b : Totale capaciteit.

4.3.1. Groei.

Zoals uit Tabel 4.9. blijkt is het moeilijk om de groeieresultaten rechtstreeks te vergelijken omdat het gewicht van de uitgezette vis en het afmestgewicht van plaats tot plaats sterk verschillen, en vooral omdat de groeicurve niet in een vergelijking vastgelegd weergegeven wordt. Ondanks deze beperking is het duidelijk dat de groei van de zeebaars sterk verschillend is naargelang de localisatie, en dat vooral de temperatuur een voorname rol speelt. De snelste groei wordt dan ook bereikt op Martinique, (René, 1984) gelegen op de Franse antillen. Op 15 maanden worden de zeebaarzen afgemest van 0,2 g tot circa 300 g. Alhoewel René (1984) geen concrete waarden voor de temperatuur weergeeft mag men toch aannemen dat de constante hoge temperatuur ter hoogte van Martinique verantwoordelijk is voor de snelle groei. Volgens Barnabé en Lecoz (1987) loopt de temperatuur er 's zomers op tot meer dan 30°C waardoor vooral bij de éénjarige zeebaars hoge mortaliteit veroorzaakt wordt, welke echter sterk teruggedrongen wordt door aanpassing van het voeder. Hier tegenover staat dat de traagste groei precies op die plaatsen waargenomen wordt waar de minimumtemperaturen onder 10°C dalen (Dosdat, 1984, Lucet et al., 1984), waardoor een voederstop gepaard gaande met een groei-stop optreedt.

Voor de andere kwekerijen, waar de temperatuur fluctueert tussen 15 en 25°C stelt men vast dat de beste groeieresultaten in kooicultuur behaald worden (Frentzos en Sweetman, 1988). Een gemiddelde groei van 2 g tot 300 g wordt hier verwezenlijkt binnen een periode van 18 tot 24 maand. In Gravelines waar zoals eerder gezegd met raceways gewerkt wordt doet de zeebaars er 24 tot 36 maanden over om gemiddeld 320 tot 350 g te halen, waarbij 20 % van de uitgezette zeebaars na 2 jaar en 80 % van de uitgezette zeebaars in de loop van het derde jaar dit afmestgewicht haalt (Quincy, 1987). De minst goede groeieresultaten zijn beschreven voor de vijfverteelt, waar de kweek van gemiddeld 40 g tot gemiddeld 400 g drie jaar in beslag neemt.

Uit deze literatuurgegevens blijkt dat voor wat Doel betreft de groei van de zeebaars het best vergelijkbaar is met deze in Gravelines, hetgeen niet te verwonderen is daar zowel de kweekmethode (tanks) als de watertemperatuur vergelijkbaar zijn voor beide sites. Momenteel is men er echter in geslaagd om te Doel de afmestperiode voor zeebaars met enkele maanden in te korten (pers. mededeling Dhr De Nayer) door het aanbrengen van een regelsysteem voor de temperatuur. Hierdoor is het mogelijk geworden om continu het jaar rond optimale kweektemperaturen van circa 22 °C aan te houden.

Om echter een objectiever en beter vergelijkbaar beeld te krijgen van de groeieresultaten in de verschillende kweekcentra zou men moeten beschikken over de verschillende specifieke groeisnelheden voor de overeenkomstige groei-intervallen, in combinatie met de temperatuur en voederratio's. Spijtig genoeg worden er in de literatuur, met betrekking tot de zeebaarskweek, geen van de hoger vermelde groeibescrijvende parameters vermeld.

4.3.2..Voederconversie-ratio en voederniveau.

Het vergelijken van voederconversies is even moeilijk, zoniet nog moeilijker dan het vergelijken van de groeieresultaten. Voor de meeste kwekerijen is de samenstelling van het voeder niet gekend, en zelfs wanneer het om een commercieel voeder gaat kent men in meeste gevallen niet exact de samenstelling en de calorische waarde. Een verkeerde interpretatie van voederconversie-ratio kan bijvoorbeeld ontstaan bij de vergelijking van de conversie voor Kefalonïë en Gravellines. Voor beide kwekerijen wordt een voederconversie-ratio van 2.5 opgegeven. Daar verse vis een veel hoger watergehalte en een lagere calorische waarde heeft in vergelijking met droog korrelvoeder zou dit betekenen dat op basis van het droog gewicht de voederconversie-ratio voor Kefalonïë beter is dan voor Gravellines. Daar echter Frentzos en Sweetman (1988) nergens weergeven wat de verhouding verse vis/korrelvoer is en of ze hun conversie berekenen op basis van het droog of nat voedergewicht, geeft de conversiefactor weinig informatie. Om dus effectief voederconversies te vergelijken is het noodzakelijk om van de aangewende voeders de calorische waarde en het watergehalte te kennen. Deze toch wel belangrijke opmerking terzijde gelaten kan men uit tabel 4.8. afleiden dat de gemiddelde voederconversie-ratio voor zeebaars zich tussen 2 en 3,5 situeert.

De voederconversie-ratio voor de zeebaars in Doel ligt dus binnen de normale waarden (van 2.9 tot 3.5). Toch dient opgemerkt dat de gemiddelde conversie voor Gravellines bijvoorbeeld slechts 2.5 bedraagt, hetgeen lager is dan de laagste conversie in Doel behaald. Een mogelijke verklaring voor de relatief hoge voederconversie-ratio te Doel ligt in de aard van het gebruikte voeder. Terwijl experimenteel vastgesteld is dat voor zeebaars het optimale vetgehalte ongeveer 12 % bedraagt (zie 4.1.2.2.2.), ligt het vetgehalte in het door ons gebruikte voeder slechts op 7 %. Wat echter nog belangrijker is, is het gehalte aan HUFA's in het voeder, omgerekend op basis van het totaal voedergewicht. Uit tabel 4.6. en rekening houdend met het feit dat het vetgehalte in het forellenvoeder slechts 7 % bedraagt, kan men omrekenen dat het totaal gehalte aan HUFA's slechts 0.63 % bedraagt op basis van het totaal voedergewicht. Aangezien de preciese kwantitatieve behoefte voor zeebaars niet gekend is moeten we ons baseren op deze van andere zeevissoorten die voor de aquacultuur in aanmerking komen. Zo bedraagt de minimale HUFA behoefte voor Tarbot 0.8 % op basis van het totaal voedergewicht (Gatesoupe et al., 1977). Mogelijks is dus het relatief lage gehalte aan HUFA's mede verantwoordelijk voor de minder goede voederconversie. Verdere aanwijzingen in deze richting vinden we in de recente groeieresultaten voor Doel, waar momenteel de gemiddelde voederconversie voor zeebaars steeds lager is dan 3 (Pers. mededeling Drs. De Nayer). Bij deze proeven wordt een commercieel voeder (Provimi, B.V. Rotterdam) gebruikt waarin het vetgehalte 11 % is en de HUFA's 1.5 % van het totaal voedergewicht uitmaken.

Naast de eventuele invloed van het HUFA-gehalte op de voederconversie speelt natuurlijk ook de temperatuur een bepalende rol. Dosdat (1984) kon aantonen dat de voederconversie bij zeebaars opliep van 2.5 tot 4 wanneer de temperatuur daalde tot 14°C. Daar er in Doel periodisch watertemperaturen gemeten werden van 14°C is het duidelijk dat de suboptimale voederconversie deels te wijten zijn aan de suboptimale temperatuur. De huidige optimalisatie van het systeem, waarbij

constante watertemperaturen van 22 tot 24°C kunnen aangehouden worden zal dus eveneens bijdragen tot de verbeterde voederconversie die momenteel behaald wordt.

Zoals in hoofdstuk II reeds vermeld is de voederopname afhankelijk van de temperatuur, waarbij over het algemeen een voederstop waargenomen wordt bij temperaturen beneden 10°C (Lucet et al., 1984; Dosdat, 1984). Naast de temperatuur is ook het lichaamsgewicht belangrijk voor het bepalen van het voederniveau, daar in het algemeen de hoeveelheid opgenomen voeder, uitgedrukt in % van het lichaamsgewicht, omgekeerd evenredig is met het gewicht van de vis. Rekening houdend met beide gegevens kunnen experimenteel voor elke soort de voederniveaus bepaald worden voor een bepaald type voeder. Voor zeebaars zijn op deze manier een aantal voedertabellen opgesteld. Tabel 4.10. (Trouw, 1981) geeft schematisch de kwantitatieve voederbehoefte van de zeebaars weer voor het Trouw Branzani voeder, afhankelijk van de temperatuur en de grootte-klasse.

Tabel 4.10.: kwantitatieve voederbehoefte van de zeebaars voor het Trouw Branzani voeder, afhankelijk van de temperatuur en de grootte-klasse.

Trouw Branzani N°	0000	000	00	0	1	1A	2A	2 B	3	4
Diameter in mm	0.3	0.5	0.7	1.1	1.7	1.7	2.2	2.8	3.5	4.8
Korreltype	Kruimel	Kruimel	Kruimel	kruimel	kruimel	korrel	korrel	korrel	korrel	korrel
Zeebaars lengte in cm	1/1.5	2/3	3/5	5/6.5	6.5/8	8/10	10/12.5	12.5/17	17/22.5	+22
Watertemperatuur	De dagelijks te geven hoeveelheid voer in % van het levend gewicht.									
10°C	1.5	1.5	1.2	1.0	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3
12°C	2.0	2.0	1.8	1.6	1.4	1.3	1.2	1.1	0.9	0.7
14°C	2.5	2.5	2.3	2.1	1.9	1.7	1.5	1.3	1.1	0.9
16°C	3.1	3.0	2.7	2.5	2.3	2.1	1.9	1.7	1.5	1.3
18°C	3.8	3.7	3.4	3.1	2.9	2.7	2.3	1.9	1.7	1.5
20°C	4.7	4.5	4.0	3.5	3.3	2.9	2.5	2.1	1.9	1.7
22°C	5.2	5.0	4.5	3.7	3.5	3.1	2.7	2.3	2.1	1.9
24°C	4.7	4.5	4.1	3.3	2.7	2.5	2.3	1.9	1.7	1.5
26°C	3.1	3.0	2.8	2.5	2.2	2.0	1.8	1.6	1.4	1.2

Hierbij dient weer onmiddellijk opgemerkt te worden dat de aard en de samenstelling van het voeder, welke de calorische waarde bepalen, zeer belangrijk zijn. In tegenstelling tot bijvoorbeeld *Tilapia* en forel waarvoor verschillende voederniveaus of voederratio's zijn vastgesteld (New, 1986), zijn de gegevens voor zeebaars beperkt tot enkele summier publicaties.

Deze tabellen kunnen in de praktijk enkel als richtlijn gebruikt worden. Het is aan de kweker om zelf uit te maken in hoeverre deze gegevens van toepassing zijn voor zijn kwekerij. De temperatuursafhankelijke voederniveaus te Doel werden opgesteld rekening houdend met de tabellen uit de literatuur, maar vooral met de behoeften van de vissen. Hiermee wordt voornamelijk het eetgedrag bedoeld. Indien theoretisch 2% van de totale biomassa aan droog voeder moet gevoederd worden en men stelt vast dat de vissen slechts 1.5% aankunnen dan is men genoodzaakt om voor die bepaalde populatie de voedergif te verminderen. Omgekeerd geldt dat meer voeder aangeboden wordt indien uit het eetgedrag blijkt dat de vissen meer aankunnen dan theoretisch opgegeven wordt. Uit vergelijkende proeven blijkt dat de aangehouden voederniveaus te Doel overeenkomen met deze van andere kwekerijen, met uitzondering van de vastgestelde niveaus voor de kleinste zeebaars (tabel 4.2.). Vaak gaat men tot 5% van de totale biomassa voederen bij zeebaars met een gewicht van

enkele grammen en bij optimale temperatuur. Vandaar dat misschien in het eerste deel van de cyclus te weinig voeder toegediend werd, waardoor de conversie ook niet optimaal was. Het is immers bewezen dat zowel ondervoederen als overvoederen leidt tot minder goede conversies (Laird en Needham, 1988). Naast het voor zeebaars speciaal geformuleerde voeder wordt nu ook aan de kleinste stadia (tot 15 g) een hogere voederratio aangeboden hetgeen eveneens kan bijdragen tot de vastgestelde verbeterde voederconversie-ratio.

4.4. Algemeen besluit.

Daar de kweekresultaten te Doel vergelijkbaar zijn met deze behaald te Gravelines, waar momenteel uitgebreid wordt tot een kwekerij met een capaciteit van ongeveer 100 ton, bieden de koelwaters van Doel de potentiële mogelijkheden voor de kweek van zeebaars. Verdere optimalisatie van het kweekstelsel is echter noodzakelijk om tot een maximaal rendement te komen. Zo moet vooral de aandacht toegespitst worden op het verbeteren van de voederconversie-ratio door aanpassen van het voeder, het regelen van kweekwatertemperaturen en het op punt stellen van een pH sturing. De tweede of semi-industriële fase van het onderzoek, in dewelke we ons nu bevinden, bestaat vooral aandacht aan deze problematiek en onderzoekt de mogelijkheden tot optimalisatie van de bestaande installatie met het oog op de uitbouw van een commerciële zeebaarskweek met behulp van de thermische effluenten van de kerncentrale te Doel.

Hoofdstuk V : Pathologische en toxicologische aspecten van de zeebaarskweek te Doel.

5.1. Inleiding.

Eén van de voornaamste mortaliteitsoorzaken binnen de aquacultuur zijn infectieziekten van parasitaire, bacteriële of virale aard. Ook bij de zeebaars te Doel zijn enkele infecties vastgesteld die een aanzienlijke mortaliteit veroorzaakten.

Alhoewel enkele kieuwparasieten aangetroffen werden zijn de parasitaire infecties steeds beperkt gebleven en hebben ze nooit aanleiding gegeven tot massale sterftes.

Bacteriële infecties daarentegen hebben wel geleid tot vrij ernstige mortaliteiten. Naast een korte bespreking van de *Aeromonas hydrophyla*-*Pseudomonas fluorescens* infectie en het voorkomen van een *Vibrio parahaemolyticus* bacterie wordt in dit hoofdstuk uitvoerig aandacht besteed aan een *Mycobacterium marinum* infectie, omdat deze vanwege het traag en chronisch verloop, eigenaardige ziektebeeld en moeilijke behandeling een ernstig gevaar voor het visbestand kan betekenen zonder dat het direct opgemerkt wordt.

Virale infecties zijn niet voorgekomen, of beter gezegd er werden geen symptomen waargenomen die duiden op virale infecties.

Naast infectieziekten zijn intoxicaties vaak verantwoordelijk voor massale mortaliteit. Ammoniak is één van de toxines die onder bepaalde omstandigheden, namelijk bij hoge pH, zeer giftig wordt voor de vis en tot enorme verliezen kan leiden. Intensieve kweeksystemen die gebruik maken van water-recirculatie hebben het meest te lijden onder ammoniakvergiftiging, omdat het voornaamste eiwit afbraakproduct bij vissen uit ammoniak bestaat. In open systemen kan echter ammoniakvergiftiging voorkomen wanneer de ammoniakbelasting van het aangevoerde water te hoog is. In december 1986 is ten gevolge van de hoge ammoniumconcentratie in het Scheldewater, gepaard gaande met de op dit tijdstip geregistreerde hoge pH-waarde, een totale mortaliteit van het visbestand opgetreden. De gevolgen van deze vergiftiging voor het visorganisme zullen dan ook in dit hoofdstuk besproken worden. Naast de ammoniakvergiftiging werden geen andere intoxicaties waargenomen.

5.2. Parasitaire infecties.

Zoals in de inleiding reeds vermeld zijn de parasitaire infecties beperkt gebleven tot het sporadisch voorkomen van enkele kieuwparasieten. We beperken ons dan ook tot een korte beschrijving van deze soorten.

5.2.1. *Lernaeocera branchialis*.

Een *Lernaeocera branchialis* infectie werd vastgesteld op de kieuwen van de wildvang zeebaarzen uit Ambleteuse, maar werd na behandeling niet meer waargenomen in de kweekinstallatie te Doel. *Lernaeocera branchialis* is een parasitair schaaldier dat behoort tot de orde van de copepoden. Er bestaat een duidelijk geslachtsdimorfisme met dien verstande dat de mannetjes kleiner zijn (fig.5.1.) (Schäperclaus, 1979).

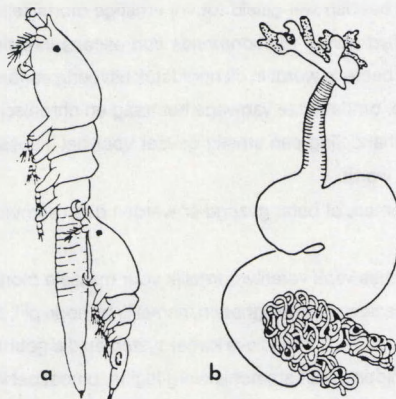
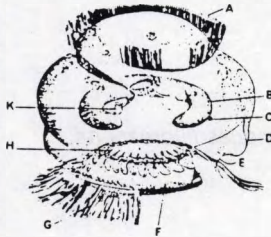


Fig. 5.1 : schematische voorstelling van *Lernaeocera branchialis*. a: kopulerend paar; b: vrouwelijk exemplaar na metamorfose (naar Schäperclaus, 1979).

Na de kopulatie sterft het mannetje en ondergaat het wijfje een metamorfose waarbij het zich met het kopstuk in de kieuwboog verankert. De parasiet voedt zich uitsluitend met het bloed van de gastheer en kan hierdoor enorme schade toebrengen bij hoge infectiegraad (Schäperclaus, 1979). Niet-tegenstaande meerdere therapieën, waaronder behandeling met formol (250 ppm gedurende 2 h) of KMnO_4 (5 ppm gedurende 15 minuten) beschreven zijn, is volgens Schäperclaus (1979) het manueel verwijderen van deze parasiet de meest aangewezen oplossing. Daar het in Doel slechts enkele tientallen vissen betrof, werden alle parasieten met behulp van een pincet van de kieuwen genomen. Alle behandelde vissen overleefden en aangezien er achteraf geen herinfectie optrad mag men aannemen dat *Lernaeocera branchialis* geen potentieel gevaar betekent voor de zeebaarzen te Doel.

5.2.2. *Trichodina* sp.

Trichodina's zijn parasiterende ciliaten die vooral op de kieuwen, maar ook op de huid voorkomen. Het betreft hier circa 50 µm grote organismen met een adorale wimperkrans en voorzien van een centraal gelegen tandapparaat (fig.5.2.) (De Kinkelin et al., 1985).



- a : adorale wimperkrans
- b : macronucleus
- c : micronucleus
- d : myonema
- e : randcilia
- f : circulaire membraan
- g : ciliazoom
- h : denticulus
- k : voedingsvacuole

Fig. 5.2. : schematische voorstelling van *Trichodina* sp. (naar De Kinkelin et al., 1985).

Meestal komen ze slechts in geringe aantallen voor en veroorzaken ze beperkte en oppervlakkige letsels. Bij reeds verzwakte vissen kunnen de zeer beweeglijke *Trichodina*'s echter massaal parasiteren en zware huid- en kieuwletsels veroorzaken doordat ze als het ware gangen graven in het epitheel (Reichenbach-Klinke, 1980).

Deze *Trichodina*'s werden bij elke routinecontrole op de kieuwen teruggevonden, maar steeds in gering aantal (fig. 5.3). Om ernstige infecties te voorkomen werd maandelijks een formalbehandeling uitgevoerd (200 ppm gedurende 2h). Volgens Shäperclaus (1979) is dit voldoende om de besmetting binnen de perken te houden.

5.3. Bakteriële infecties.

In tegenstelling tot de parasitaire infecties hebben enkele bakteriële infecties wel aanleiding gegeven tot direct waarneembare mortaliteiten. Na het bespreken van een *Aeromonas hydrophyla*-*Pseudomonas fluorescens* infectie en een *Mycobacterium marinum* infectie wordt in het kort ook ingegaan op het voorkomen van een ander potentieel pathogeen namelijk een *Vibrio parahaemolyticus*.

5.3.1. *Aeromonas hydrophyla* en *Pseudomonas fluorescens*.

5.3.1.1. Literatuurstudie.

A. hydrophyla is een gram negatieve bacterie die behoort tot de groep van de Vibrionaceae (De Kinkelin et al., 1985). De bacterie is wereldwijd verspreid en wordt vooral bij zoetwatervissoorten geïdentificeerd. Toch zijn er gevallen beschreven van *A. hydrophyla* infecties bij zeevissoorten (Austin en Austin, 1987). De moeilijkheid bij het interpreteren van infecties waarbij *A. hydrophyla* teruggevonden wordt ligt hierin dat deze bacterie tot de natuurlijke bakteriënfloora behoort, en vooral samen voorkomt met *Pseudomonas* sp. Om die reden wordt *A. hydrophyla* niet zelden uit gezonde vissen geïdentificeerd. Volgens Austin en Austin (1987) is het precies daarom bijzonder moeilijk uit te maken of *A. hydrophyla* een primair of secundair infectans is. In dit verband stelt Reichenbach-Klinke (1980) dat *A. hydrophyla* vooral virulent wordt wanneer de abiotische omstandigheden verslechteren of nadat de vis gestresseerd wordt door manipulatie en/of beschadiging. Roberts (1985) meent dat *A. hydrophyla* als primair infectans kan fungeren wanneer hun concentratie in het visorganisme te hoog wordt of wanneer uitzonderlijk virulente subsoorten in het milieu voorkomen.

Het ziektebeeld van *A. hydrophyla* uit zich als vinrot en haemorrhagische septicemie, gekenmerkt door het loslaten van schubben over gans het lichaam ten gevolge van huidletsels. Alhoewel het aantastingsmechanisme van *A. hydrophyla* op de cellen van de vis nog niet volledig achterhaald is, is men het er over eens dat de productie van endo- en exotoxines een belangrijke rol spelen bij de weefselbeschadiging (Austin en Austin, 1987).

Wat voor *A. hydrophyla* geldt, geldt ook voor *Pseudomonas fluorescens*. *P. fluorescens* is eveneens een gram negatieve beweeglijke bacterie die vaak samen met andere bacteriesoorten, en veelal met *Aeromonas* sp, geïsoleerd wordt. Hierdoor is het moeilijk om de echte ziekteverwekker te identificeren bij het vaststellen van mengculturen (Reichenbach Klinke, 1980). Criteria om uit te maken welke bacterie de infectie veroorzaakt zijn op zijn minst onduidelijk vastgelegd. Meestal is *A. hydrophyla* virulent bij temperaturen hogen dan 10 °C en *P. fluorescens* bij lagere temperaturen, terwijl het ziektebeeld veroorzaakt door *P. fluorescens* meer gekenmerkt is door grote lokale ulcervorming (Austin en Austin, 1987). Op basis van deze gegevens kan men gaan speculeren over welke van beide

bacteriën nu de eigenlijke ziekteverwekker is. Virulentieproeven met geïsoleerde bacteriën en bijkomend onderzoek zijn dan ook aangewezen om tot een eenvormig besluit te komen.

5.3.1.2. Materiaal en methode.

Van de geïnfecteerde vissen werd onder steriele omstandigheden een stukje huid en een stukje lever weggenomen. Vanuit deze weefsels werd een bacteriënkultuur aangelegd op een semi selectieve BHIA (brown hard infusion agar) bodem (Difco, Pasture, Brussel). De verschillende kolonietypes werden vervolgens voor rechtstreekse identificatie overgeënt op een API 20NE systeem (fig.5.4.). De identificatie werd uitgevoerd in het laboratorium van Prof. F. Ollevier.

5.3.1.3. Resultaten en bespreking.

5.3.1.3.1. Resultaten.

5.3.1.3.1.1. Identificatie.

In de interpretatietabel 5.1. zijn de resultaten weergegeven van de API 20NE identificatie. De identificatie wordt gedaan op basis van som van de waarden voor de verschillende enzymreacties die per drie gerangschikt zijn en elk een codewaarde 1,2 of 4 dragen. (b.v. NO_3^- , TRP +, GLU +, geeft 2 + 4 = 6 als code. De identificatiecodes 7577755 en 1147555 staan respectievelijk voor *Aeromonas hydrophyla* en *Pseudomonas fluorescens* (zie pag. 72).

5.3.1.3.1.2. Observatie.

De geïnfecteerde zeebaarsen vertoonden puntbloedingen en schubverlies over gans het lichaam (fig.5.5.). De zieke vissen zwommen aan het wateroppervlak en vertoonden geen vluchtreactie bij aanraking.

5.3.1.3.1.3. Mortaliteitsverloop.

De dag na het sorteren (7-2-1985, exp.II) vertoonden bijna alle zeebaarsen huidlesies ten gevolge van deze bacteriële infectie. De dode en stervende vissen werden verwijderd. De overblijvende vissen herstelden uitzonderlijk snel zodat 3 dagen na het uitbreken van de infectie geen mortaliteit meer werd waargenomen. De totale mortaliteit bedroeg 20 % voor de zwemblaasdeficiente en 15 % voor de normale zeebaarsen.

5.3.1.3.1.4. Behandeling.

Onmiddellijk na het vaststellen van de infectie werd gestart met een Cl-tetracycline behandeling in badvorm (25 mg/l). Daarna werd nog tien dagen nabehandeld met hetzelfde produkt, via het voeder (3g/kg voeder). Omdat het in deze fase van het onderzoek niet mogelijk was tijdig een antibiogram op te stellen voor het desbetreffende Infectans werd er geopteerd voor een tetracyclinebehandeling. Dit breedspectrum antibioticum heeft immers bij de bestrijding van gram negatieve bacteriën binnen de viskweek zijn nut bewezen (De Kinkelin et al., 1985).

Tabel 5.1 : code-identificatie met behulp van het API 20NE Systeem van *Aeromonas hydrophyla*, *Pseudomonas fluorescens* en *Vibrio parahaemolyticus*

Test	substraat	reactie/enzyme	code	+/- ¹	+/- ²	+/- ³
NO ₃	kaliumnitraat	reductie van NO ₃	1	+	+	+
TRP	tryptofaan	indolvorming	2	+	-	+
GLU	glucose	fermentatie	4	+	-	+
ADH	arginine	ADH-hydrolase	1	+	+	-
URE	ureum	urease	2	-	-	-
ESC	esculine	hydrolyse	4	+	-	-
GEL	gelatine	hydrolyse	1	+	-	+
PNPG	p-nitro-phenyl βD-galactopy- ronase	β-galactosidase	2	+	-	+
GLU	glucose	assimilatie	4	+	+	+
ARA	arabinose	assimilatie	1	+	+	-
MNE	manose	assimilatie	2	+	+	+
MAN	mannitol	assimilatie	4	+	+	+
NAG	N-acetyl-gluco- samine	assimilatie	1	+	+	+
MAL	maltose	assimilatie	2	+	-	+
GNT	gluconaat	assimilatie	4	+	+	+
CAP	capraat	assimilatie	1	+	+	-
ADI	adipaat	assimilatie	2	-	-	-
MLT	malaat	assimilatie	4	+	+	+
CIT	citraat	assimilatie	1	+	+	-
PAC	phenyl-acetaat	assimilatie	2	-	-	-
ox	tetramethyl-p- phenyleen diamine	cytochroom- oxidase	4	+	+	+

1 : *Aeromonas hydrophyla* code : 7577755

2 : *Pseudomonas fluorescens* code : 1147555

3 : *Vibrio parahaemolyticus* code : 7076744

5.3.1.3.2. Bespreking.

Daar de ziekte-uitbraak zich direct manifesteerde na het sorteren van de zeebaars, en daar vaststaat dat *A. hydrophyla* evenals *P. fluorescens* vooral virulent worden onder stress condities, kan ook in dit geval de ziekte-uitbraak toegeschreven worden aan de stress, ontstaan bij het manipuleren van de vis. Ook in Cephalonian fisheries (Cephalonië), de grootse zeebaarskwekerij in Griekenland, is het sorteren van de zeebaars een probleem, daar men er net zoals in Doel onmiddellijk na het sorteren vaak bacteriële infecties vaststelt die tot aanzienlijke mortaliteit leiden (Pers. mededeling Drs. Lobbé). De snelle genezing van de overgebleven vissen na voornoemde antibioticumbehandeling en na het wegvallen van de stresssituatie is typisch voor de van nature zwak pathogene bacteriën die hier de infectie veroorzaakten. Dergelijke problemen kunnen dus voorkomen worden door vanaf de aanvang van de kweek met zeer homogene groepen te werken waardoor het sorteren van de dieren zoveel mogelijk vermeden wordt. Indien echter een ziekte-uitbraak van deze aard optreedt blijkt een snelle behandeling efficiënt maar tevens noodzakelijk om grote verliezen te voorkomen. Alhoewel het ziektebeeld typisch is voor *A. hydrophyla* en optreedt bij een temperatuur hoger dan 10 °C kunnen we niet met zekerheid stellen dat *A. hydrophyla* en niet *Pseudomonas fluorescens* de primaire ziekteverwekker was. Om deze met zekerheid te identificeren is verder onderzoek noodzakelijk waarbij o.a. de pathogeniciteit van de in cultuur gebrachte stammen wordt nagegaan door middel van infectieproeven.

5.3.2. *Vibrio parahaemolyticus*.

5.3.2.1. Literatuurstudie.

Momenteel zijn een zevental *Vibrio* soorten beschreven die duidelijk pathogeen zijn voor vissen. Het zijn gram negatieve bacteriën die zich met behulp van een gesel voortbewegen. Jaarlijks zijn de *Vibrio* infecties verantwoordelijk voor een miljoenen verlies binnen de aquacultuur (Austin en Austin, 1987).

De best gekende en meest gevreesde *Vibrio* soort is *Vibrio anguillarum*. Deze soort veroorzaakt niet alleen ernstige epidemieën in zout en brak maar ook in zoet water en is vooral gevreesd bij palingmesters. Net zoals *A. hydrophyla* en *P. fluorescens* komt deze soort ook voor bij niet zieke vissen en is hoge stressbelasting vaak oorzaak voor het uitbreken van epidemieën. Toch is over het algemeen de pathogeniciteit van *Vibrio anguillarum* groter dan deze van *A. hydrophyla* en *P. fluorescens* waardoor vaak bij dergelijke epidemieën meer dan 50 % van de populatie bij infectie verloren gaat (Roberts, 1985).

Vibrio parahaemolyticus, die evenals *Vibrio anguillarum* van mariene origine is, wordt niettemin ook regelmatig geïdentificeerd uit zoetwatervissoorten, vaak in combinatie met *Aeromonas*-en *Pseudomonas* soorten (Reichenbach Klinke, 1980). Het ziektebeeld van acute *Vibrio* infecties wordt vol-

gens Roberts (1985) uitwendig gekenmerkt door het voorkomen van bijzonder ernstige huidulcers waarbij niet zelden wonden tot op het spierweefsel vastgesteld zijn. Inwendig ontstaan zeer zware haemorrhagieën vooral in de hartspier, welke samen met ernstige en volledige nier- en levernecrose een snelle dood tot gevolg kunnen hebben. Chronische ontstekingen daarentegen zorgen voor een systematische verzwakking van de vis, omdat door de lytische werking van de *Vibrio* bacteriën ernstige haemolyse ontstaat die gepaard gaat met het afsterven van het haematopoëtisch weefsel, uiteindelijk resulteert in een algemene verzwakking van het visorganisme met de dood tot gevolg. Voor de behandeling van vibriosis gaat men meer en meer beroep doen op vaccinatie. Zo heeft Baudin Laurencin (1981) een vaccinatie experiment uitgevoerd bij zeebaars waarbij hij 95% van de één maand en 78% van de drie maanden oude zeebaars tegen *Vibrio* infectie kon beschermen.

5.3.2.2. Materiaal en methode.

Zoals bij de *Aeromonas-Pseudomonas* infectie werd ook hier van de zeebaarzen die lesies aan de borstvinnen vertoonden, een stuk huidweefsel van de vinbasis samen met een stuk leverweefsel op steriele wijze weggenomen en geïncubeerd op een BHIA bodem en daarna voor identificatie overgeënt op een API 20 NE systeem.

5.3.2.3. Resultaten en bespreking.

5.3.2.3.1. Resultaten.

5.3.2.3.1.1. Identificatie.

In interpretatietabel 5.1. (zie tabel 5.1. pag. 72) zijn de identificatieresultaten voor deze infectie weergegeven. De identificatiecode 7076744 staat voor *Vibrio parahaemolyticus*.

5.3.2.3.1.2. Observatie.

Praktisch alle zeebaarzen zonder zwemblaas vertoonden aan de basis van de borstvinnen lesies als gevolg van het schuren over de tankbodem. Bij al deze vissen werden op deze plaatsen lokale infecties waargenomen. Buiten het feit dat de zwemblaasdeficiënte vissen een aberrant zwemgedrag vertoonden werd steeds een normale vluchtreactie waargenomen, ook bij de geïnfecteerden.

5.3.2.3.1.3. Mortaliteitsverloop.

Nooit werd massale mortaliteit vastgesteld ten gevolge van het voorkomen van *Vibrio parahaemolyticus*. Het mortaliteitsverloop was eerder continu: regelmatig werden enkele dode vissen bij het spuien teruggevonden.

5.3.2.3.1.4. Behandeling.

Daar het duidelijk was dat de zwemblaasdeficiënte zeebaarzen, door de kwetsuren opgelopen aan de vinbasis steeds opnieuw geïnfecteerd zouden worden werd geen antibioticum behandeling toegediend. Overmatig gebruik van antibiotica kan immers een snelle resistentieontwikkeling van de pathogene stammen veroorzaken (De Kinkelin et al., 1985). Bij eventuele overdracht van deze bacteriën op andere tanks zou daardoor hoge mortaliteit kunnen ontstaan precies omdat behandeling van deze resistente kiemen onmogelijk wordt.

5.3.2.3.2. Bespreking

Daar we hier te maken hebben met een secundaire infectie is het moeilijk om vast te stellen in hoeverre de geïdentificeerde *Vibrio* stam verantwoordelijk is voor een deel van de mortaliteit in P2. Het isoleren van een pathogeen is immers geen bewijs voor de pathogene werking van de geïsoleerde kiem. Het is dus aangewezen dat we ons beperken tot het weergeven van het voorkomen van een *Vibrio parahaemolyticus*-bacterie bij de P2 zeebaarzen te Doel. De hoge aanhoudende mortaliteit kan immers evenzeer verklaard worden door totale uitputting en aftakeling van deze vissen omwille van hun zwemblaas anomalie als door het voorkomen van een *Vibrio* infectie.

Toch is het belangrijk te weten dat *Vibrio* epidemieën potentieel mogelijk zijn, zodat men bij eventuele infectietekenen direct gericht bacteriologisch onderzoek kan doen. *Vibrio* infecties hebben trouwens al bewezen voor grote verliezen verantwoordelijk te zijn in de zeebaarskweek (Medrap, 1986; Frenzos en Sweetman, 1988).

5.3.3. *Mycobacterium marinum*.

5.3.3.1. Literatuurstudie

Mycobacteriose, veroorzaakt door gram positieve zuurvaste bacteriën, is een wijd verspreide ziekte die zowel populaties in het wild (Johnston 1913, Conroy, 1965) als kweekvissen aantast (Nigrelli, 1953). Tot op heden zijn reeds meer dan 150 vissoorten beschreven, waaronder ook de zeebaars (De Kinkelin et al., 1985), die voor *Mycobacterium*-infecties vatbaar zijn (Austin en Austin, 1987).

Mycobacterium marinum werd eerst geïsoleerd in tropische koraalvissen door Aronson (1926). Deze auteur veronderstelde dat *M. marinum* enkel pathogeen zou zijn in zoutwatermilieu. Van Duyn (1981) heeft echter aangetoond dat *M. marinum* naast mariene vissoorten ook zoetwatervissen en zelfs warmbloedigen, waaronder de mens, kan infecteren. Swift en Cohen (1962) beschreef dergelijke infectie bij mensen, nadat ze zich aan de handen verwond hadden bij het reinigen van vistanks. De infectie beperkte zich echter tot het ontstaan van enkele oppervlakkige huidgranulomas.

Vooraf bij de kweek van salmoniden blijken mycobacteriosen voor grote verliezen verantwoordelijk te zijn. Ross (1970) kon aantonen dat de belangrijkste oorzaak van *Mycobacterium* infecties te vin-

den was in het voederen van gemalen visresten, die waarschijnlijk besmet waren, aan jonge vissen. Of salmoniden nu effectief meer gevoelig zijn voor *Mycobacterium* infecties dan andere soorten laat de auteur in het midden.

Een beschrijving geven van een typisch ziektebeeld voor *Mycobacterium* infecties is onmogelijk. Huidontsteking, ulcervorming en exophthalmie zijn de belangrijkste symptomen. Het voorkomen ervan is echter sterk afhankelijk van het ontwikkelingsstadium van de ziekte (Austin en Austin, 1987). Ook lordosis, vinrot en gewichtsverlies worden regelmatig vastgesteld bij mycobacteriose. (Csaba et al., 1982).

Histologisch vertonen de zieke vissen cysten of tuberkels in de geïnfecteerde organen (Hedrick et al., 1987). In bijna alle gevallen liggen deze bacteriënhaarden als het ware ingebed in concentrisch geordende bindweefselslagen, welke zouden instaan voor het inactiveren van de bacteriën. Vanuit deze tuberkels, die in latere stadia kunnen openbarsten, kan echter herinfectie ontstaan van het omliggende weefsel (Reichenbach-Klinke, 1980).

Jonge tuberkels zijn voornamelijk omgeven door epitheloidale cellen, waartussen macrofagen fagocyteren, terwijl in sommige gevallen de tuberkels ook door eosinofyle granulocyten omgeven zijn (Csaba et al., 1982, Möller en Anders, 1986).

De overdracht van bacteriën kan via verschillende wegen gebeuren. Ross (1970) toonde aan dat in gekweekte zalm, het voorkomen van de ziekte rechtstreeks gerelateerd was met het voederen van slachtafval afkomstig van andere zalmkwekerijen. Pasteurisatie van het slachtafval kon de uitbraak van de ziekte voorkomen. Infectie langs intra-ovariële weg is een andere manier langswaar *Mycobacterium* sp. kunnen overgedragen worden (Conroy, 1966). De derde, en misschien wel de voornaamste verspreidingsroute, is via het water of de bodem waarin zich de bacteriën, afkomstig van afgestorven vissen, voor lange tijd kunnen handhaven (Reichenbach-klinke, 1980).

Als kultuurbodem voor de kweek van *Mycobacterium* stammen zijn verschillende substraten aangevend, deze beschreven door Petraghani, Loewenstein, Laporte en Jensen bieden de beste resultaten (Besse, 1949a).

5.3.3.2. Materiaal en methode.

5.3.3.2.1. Weefselbehandeling.

In oktober 1985 werden uit P1 en P2 zeebaarzen met ooginfecties naar het laboratorium overgebracht voor bacteriologisch onderzoek. Na dissectie werden in de ogen tuberkels aangetroffen die een volledige lens en irisdestructie veroorzaakten. Gelijkaardige tuberkels werden teruggevonden in de kopnier, milt en lever van deze vissen.

Na fixatie van de geïnfecteerde ogen, werden deze gedeshydrateerd in ethanol en ingebed in paraffine. Weefselsneden van 6 μ m werden behandeld met de trichroomkleuring van Pollak (Pollak, 1944) en de Zhiel-Neelsen kleuring (Frerichs, 1984) voor histologisch onderzoek. Van dezelfde vissen wer-

den druk en uitstrijkpreparaten van de ogen en milt gemaakt voor microscopische observatie en voor Zhiel-Neelsen kleuring.

5.3.3.2.2. Bakteriologie.

Om een cultuur te starten op Loewensteinbodem werden onder steriele omstandigheden milt - en ogenweefsel weggenomen. Daarna werden de weefsels gehomogeniseerd met Zephyrol¹ om banale kiemen af te doden, ten einde contaminatie te voorkomen (Procedure, Bayer, Leverkusen). Na behandeling werd het homogenaat geïnoculeerd op de Loewensteinbodem (Difco, macro tubes, code 6400652). De incubatie werd uitgevoerd bij 25 en 37 °C.

Voor de identificatie van de bacterie werd beroep gedaan op het laboratorium van microbiologie van het tropisch instituut te Antwerpen.

De druk en uitstrijkpreparaten van de ogen en de milt werden gekleurd volgens de klassieke Zhiel-Neelsen methode. De weefselsneden werden op dezelfde manier behandeld maar achteraf 15 seconden gekleurd met methyleen blauw (1 %) als achtergrondkleuring.

5.3.3.2.3. Microscopie.

De lengte van de zuurvaste staven werd bepaald door middel van het bioquant image analysing system, R & M Biometrics, Inc.

5.3.3.3. Resultaten en bespreking.

5.3.3.3.1. Resultaten.

5.3.3.3.1.1. observatie.

De eerste tekenen van de *Mycobacterium* infectie werden waargenomen toen sommige zeebaarzen donker verkleurden terwijl de oogpupil kleiner werd (fig.5.6.). In een verder stadium was het oog volledig door de infectie vernietigd (fig.5.7.) De geïnfecteerde zeebaarzen vertoonden geen andere uitwendige symptomen die op een *Mycobacterium* infectie konden wijzen.

In de meeste vitale organen, zoals in de lever en kopnier, maar ook in de milt en het oog konden tuberkels waargenomen worden, waarbij vooral het oog en de milt het sterkst aangetast waren. (fig.5.8. en fig.5.9.).

1. Zephyrol :

- Trinatriumfosfaat ($\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$) 250 g. (UCB 1770)
- gedestilleerd water 1l
- Benzalkoniumchloride 1% 3 ml
- Fendrood (0.3 % in 5 % alcohol) 1.5 ml

Voor het histologisch onderzoek van de tuberculose cysten werd vooral gebruik gemaakt van geïnfecteerde ogen. De meeste tuberkels werden aangetroffen in de lens en in het iris. In het iris kunnen de opeenvolgende ontwikkelingsstadia van de *Mycobacterium* tuberkels het best waargenomen worden.

Op sommige plaatsen ontstaan in het iris de eerste histopathologische veranderingen, gekenmerkt door kleine kernen van epitheloidale cellen (fig.5.10.).

Grotere tuberkels zijn meestal opgebouwd uit niet gepigmenteerde macrofagen die oranje gekleurd worden en omringd zijn door concentrisch gerangschikte bindweefselcellen (fig.5.11.).

De oudste en meest ontwikkelde tuberkels bestaan uit afgestorven en gemelaniseerde macrofagen, (fig.5.12.) eveneens omgeven door concentrisch gerangschikte bindweefselcellen.

5.3.3.3.1.2. De bacteriecultuur.

Na het enten van de geïnfecteerde en met Zephirol behandelde weefselhomogenaten van oog en milt, ontstonden bij 25 °C respectievelijk na 4 à 5 dagen en na 11 dagen gele kolonies op de groene Loewensteinbodem (fig.5.13.). De aangelegde subculturen van milt bij 37 °C ontwikkelden analoge kolonies na 7 dagen.

Uit deze bacteriecultuur werd *Mycobacterium marinum* geïdentificeerd. Het antibiogram toonde aan dat de stam gevoelig was voor streptomycine, P-amino salicylzuur, izoniazide, ethambutol en ethionamide terwijl hij resistentie vertoonde voor rifampicine.

5.3.3.3.1.3. Zhiel-Neelsen kleuring.

Zowel in de uitstrijkpreparaten van de ogen en de milt als in de weefselsneden van het oog konden zuurvaste staven aangetoond worden (fig.5.14.).

Gelijkaardige zuurvaste staven werden teruggevonden op uitstrijkpreparaten gemaakt van de cultuur op de Loewenstein bodem (Fig.5.15). De lengte van de staven varieerde tussen 1 µm en 2.1 µm (gemiddeld 1.6 µm ; S.D. = 0.29 ; n = 30) voor de bacterien uit de zuivere cultuur en tussen 5.3 µm en 9 µm (gemiddeld 7.2 µm ; S.D. = 1.5 ; n = 30) voor de bacteriën in de weefselsneden.

5.3.3.3.1.4. Behandeling.

Na het verwijderen van alle vissen die infectietekenen vertoonden werden de overigen behandeld met streptomycine (2 g/kg voeder gedurende 7 dagen). Na de behandeling werden geen nieuwe infecties meer waargenomen.

5.3.3.3.1.5. Mortaliteitsverloop.

Er werd geen directe mortaliteit ten gevolge van de *Mycobacterium* infectie waargenomen. De zieke dieren werden door ons afgeslacht en vernietigd om verdere besmetting tegen te gaan. Het percentage afgemaakte vissen bedroeg voor P1 circa 12 % en voor P2 circa 17.7%.

5.3.3.3.2. bespreking.

De pathologische symptomen waargenomen bij deze *M. marinum* infecties vertonen sterke overeenkomst met deze beschreven door andere auteurs. Ook in dit geval worden goed gevasculariseerde organen het meest aangetast (Amlacher, 1981). Alhoewel ulcervorming in de meeste gevallen samen voorkomt met tuberkelvorming waren de uitwendige symptomen bij de zeebaars in essentie beperkt tot het ontstaan van ooglesies. Het verdonkeren van de huid kan immers niet direct toegeschreven worden aan de ziekte als dusdanig vermits het wegvallen van de oogfunctie bij geïnfecteerde vissen huidverdonkering voor gevolg kan hebben. Toch blijkt het verkleuren van de huid vaak een eerste aanwijzing voor een besmetting met *Mycobacterium marinum*, zelfs wanneer er geen ooglesies ontstaan. Bij *Morone saxatilis*, de Amerikaanse zeebaars of stripped bass, konden behalve een huidverkleuring geen andere uitwendige symptomen waargenomen worden alhoewel inwendig de vissen reeds uitgesproken tuberkels vertoonden (Hedrick et al., 1987).

Voor wat betreft de verschillende ontwikkelingsstadia van de tuberkels is er een duidelijke overeenkomst met de bevindingen van Amlacher (1981), Csaba et al. (1982) en Hedrick et al. (1987) met deze uitzondering dat Csaba et al. (1982) kalkhaarden binnen de tuberkels aantrof welke bij de zeebaars niet voorkwamen.

De bakteriëncultuur op Loewensteinbodem is een veel gebruikte techniek, zowel voor de cultuur van homeothermische specifieke als atypische *Mycobacterium* soorten. Atypische *Mycobacterium* soorten zijn deze die van nature uit infectieus zijn voor poecilotherme dieren, maar die -zoals ook voor *Mycobacterium marinum* geldt- onder bepaalde omstandigheden ook homeotherme dieren kunnen infecteren. Niettegenstaande atypische *Mycobacterium* soorten vlugger groeien dan homeotherm specifieke soorten is het ontstaan van de eerste kolonies na 5 dagen uitzonderlijk snel, daar Besse (1949 b) de eerste kolonies zag ontstaan na 7 à 8 dagen, terwijl Amlacher (1981) pas na 14 dagen de eerste kolonies waarnam. Bij *Morone saxatilis* daarentegen werd eveneens kolonievorming waargenomen na 3-5 dagen of na 7 dagen afhankelijk van de incubatietemperatuur. Het is echter gekend dat voor bepaalde *Mycobacterium* stammen interspecifieke groeiverschillen waargenomen worden (Wayne en Kubica, 1986), hetgeen de hoger vermelde verschillen in groeisnelheid kan verklaren.

Opvallend is het grote lengteverschil tussen de zuurvaste staven in het cultuurmedium en in het weefsel. Toch is dit geen abnormaal verschijnsel daar de vermenigvuldigingssnelheid van de bakteriën op cultuurbodem veel hoger ligt dan in het weefsel, waardoor ze minder groot worden (pers. med. Prof. Dr. Verbiest, U.Z. Leuven.). De gemeten lengte voor de bakteriën uit de cultuur komt overeen met deze gemeten door Besse (1949), Amlacher (1981) en Hedrick (1987), terwijl Jahnel (1940) maximale lengtes van 10 μm vaststelde voor bacteriën uit weefselpreparaten, wat vergelijkbaar is met onze meetgegevens.

Vermits Popp (1982) erop wijst dat sommige atypische *Mycobacterium* soorten pathogeen zijn voor de mens is het belangrijk te vermelden dat de *Mycobacterium marinum* stam door ons geïsoleerd op een temperatuur van 37 °C doorgroeide. Daarom werd besloten al de geïnfecteerde vissen te verwijderen en te verbranden.

Te noteren valt ook dat de infectie uitbrak precies na een periode waarin maximale watertemperaturen van 32°C genoteerd werden, hetgeen voor zeebaars als een limiet kan beschouwd worden en op zichzelf al nadelig is voor de gezondheid (Barnabé en le Coz, 1987). Komt hier nog bij dat de O₂-concentratie bij deze hoge temperatuur zakt tot 3mg/l waardoor de leefomstandigheden voor de zeebaars uiterst ongunstig worden. Alhoewel in een aantal gevallen spontane *Mycobacterium* infecties beschreven zijn, waarbij dus geen enkele aantoonbare reden voorhanden was (Csaba et al., 1982), is het mogelijk dat de suboptimale abiotische factoren en de stress die ze veroorzaken de *Mycobacterium* uitbraak in de hand gewerkt hebben. Dit betekent dat, zoals door Runyon (1965) vastgesteld werd, *Mycobacterium marinum* als het ware saprofytisch leeft en pas, zoals tal van andere bacteriën, pathogeen wordt als de abiotische condities verslechteren. Ook in het geval van de *Mycobacterium marinum* infectie bij *Morone saxatilis* wordt deze toegeschreven aan een stresssituatie door overstockage, waardoor vermoedelijk via de faeces de bacterie overgedragen werd. Het is dan ook moeilijk de preciese impact van de streptomycinebehandeling op de genezing van de zeebaarzen na te gaan. Het normaliseren van de kweekomstandigheden op zich kan reeds voldoende zijn om de symptomen te elimineren doordat dan de pathogeniciteit van de bacterie afneemt en/of de resistentie van het visorganisme toeneemt.

Tenslotte wordt ook weer bij deze infectie aangetoond dat vooral zwemblaasdeficiënte vissen vatbaar zijn indien infectieziekten voorkomen.

5.4. Ammoniak intoxicatie.

5.4.1. Inleiding

Zoals in hoofdstuk IV reeds vermeld bij de bespreking van de mortaliteit in exp III, ging in december 1986 over een periode van enkele dagen het volledige visbestand ten gronde ten gevolge van een ammoniakvergiftiging. De situering van het ammoniakprobleem, de gevolgen voor de zeebaars en de systeemaanpassing noodzakelijk om dergelijke vergiftiging te voorkomen worden in dit deel besproken.

5.4.1.1. Literatuurstudie.

Ammoniak is het belangrijkste excretieproduct van de peptideafbraak bij vissen (Schäperclaus, 1979). Intensieve voeding van meestal zeer eiwitrijk korrelvoer, gecombineerd met een onvoldoende waterverversing kan leiden tot accumulatie van dit toxine in het kweekwater. Deze vorm van ammoniakaccumulatie vormt vooral een probleem in intensieve recirculatiesystemen omdat al het gevormde ammoniak in biologische filters moet omgezet worden in het niet, of nauwelijks giftige nitraat. In intensieve kweeksystemen die geen gebruik maken van gerecirculeerd water is het vooral de ammoniakconcentratie van het toevoerwater dat bepalend is voor het al of niet optreden van intoxicaties. In dit verband is het belangrijk te vermelden dat vooral in gebieden waar intensieve industriële activiteit bestaat er gevaar is voor verhoogde ammoniakconcentraties in het oppervlaktewater. Volgens het USEPA (1985) rapport staan vooral de rivierestuaria bekend voor hun hoge ammoniakconcentraties. Hierop maakt zoals in hoofdstuk III reeds besproken de Schelde geen uitzondering.

Om in het verdere verloop van onze bespreking verwarring te vermijden, die in de literatuur splijtig genoeg regelmatig vastgesteld wordt, hanteren we de terminologie gebruikt door Emmerson et al. (1975). Hierbij verstaat men onder ammonium, het geïoniseerde NH_4^+ ; onder ammoniak, het niet gedissocieerde NH_3 en onder totale ammoniak de som van beide voorgaande. Zowel ammoniak, ammonium en totale ammoniak worden in dit werk telkens weergegeven in mg/l en niet als mg N/l zoals soms in de literatuur aangegeven is.

Vooraleer de invloed van een ammoniakvergiftiging op het visorganisme te bespreken is het noodzakelijk om de rol van de pH en de temperatuur van het water na te gaan op de ammoniakvorming. In een waterige oplossing is het ongedissocieerde NH_3 in evenwicht met het ammonium ion NH_4^+ en het hydroxide ion OH^- . Dit evenwicht kan als volgt weergegeven worden : $(\text{NH}_4^+).(\text{OH}^-) = K \text{NH}_3.\text{H}_2\text{O}$. (met K = dissociatieconstante) (Kinne, 1976). Trussel (1972) bepaalde de invloed van de temperatuur op de dissociatieconstante K , waardoor voor elke temperatuur het procentueel aandeel van NH_3 kan berekend worden in functie van de pH of (OH^-) . Grosso modo kwam hij tot de vast-

stelling dat voor een bepaalde temperatuur, een pH stijging met één eenheid resulteert in een tienvoudiging van het ammoniakgehalte.

Alhoewel beperkt, is er ook een invloed van de saliniteit op het evenwicht. Whitfield (1978) berekende de invloed van de ionensterkte op de dissociatie. Hieruit blijkt dat bij stijgende saliniteit het evenwicht verschuift in de richting van het geioniseerde ammonium. Bij een saliniteit van 20 ‰ wordt er circa 10% minder NH_3 gevormd vergeleken met zoet water. Bower (1978) zette de theorie om in een voor de praktijk geschikte werktabel waarin rechtstreeks het percentage NH_3 voor een bepaalde saliniteit, pH en temperatuur kan afgeleid worden startend van het totale ammoniumgehalte van het water. Voor het berekenen van het NH_3 gehalte in het kweekwater van Doel werd gebruik gemaakt van deze werktabel.

Naast het feit dat de pH dus rechtstreeks het NH_3 gehalte in het kweekwater bepaalt, interfereert hij ook met de NH_3 diffusie tussen het bloed en het kweekwater doorheen het kieuwepitheel. Deze diffusie kan bij zeer hoge pH (9.5-10) volledig geblokkeerd worden; de NH_3 die vanuit het bloed in het water diffundeert wordt immers bij dergelijk hoge pH niet omgezet in NH_4^+ waardoor de diffusie stopt, wat tot zelfvergiftiging of autointoxicatie leidt (Shäperclaus, 1979). Niet enkel de inhibitie van de NH_3 diffusie door de kieuw veroorzaakt autointoxicatie. Maetz en Garcia Romeu (1964) toonden aan dat er in de goudvis (*Carassius auratus*) een actief transport van NH_4^+ plaatsvindt, waarbij Na^+ naar binnen en NH_4^+ actief naar buiten gepompt wordt. Het NH_4^+ dat op deze manier in het water terecht komt wordt bij hoge pH (9.5-10) eveneens in NH_3 omgezet, hetgeen de autointoxicatie bevordert. Het voorkomen van zelfvergiftiging is een zeer belangrijk fenomeen dat maar al te vaak over het hoofd gezien wordt. Deze vaststelling impliceert immers dat zelfs bij een totale afwezigheid van ammoniak in het kweekwater een ammoniakvergiftiging kan ontstaan.

Dat ammoniakvergiftiging in de aquacultuur voor enorme problemen zorgt bewijzen de talrijke meldingen van intoxicaties, zowel in natuurlijke bekkens als in kweeksystemen. Vaak wordt echter de rol die ammoniak speelt bij een optredende vissterfte niet herkend, precies vanwege de hoge toxiciteit bij lage concentraties. In hun studie naar het optreden van kieuwnecrose in tal van rivieren en bekkens in de DDR kwamen Schröckenbach et al (1975) tot de vaststelling dat het niet de parasitaire, bacteriële of schimmelinfecties waren die het ziektebeeld veroorzaakten, zoals tot dan toe altijd gesteld was, maar dat chronische ammoniakvergiftiging verantwoordelijk was voor de kieuwnecrose.

De invloed van chronische en acute ammoniakvergiftiging op kieuwen en op zuurstofmetabolisme zijn reeds uitgebreid onderzocht. (Smart 1976, Reichenbach-Klinke, 1980, Thurston et al., 1978, 1984, 1986, Mayes et al., 1986). Chronische ammoniakvergiftiging veroorzaakt een verdikking van het lamellaire kieuwepitheel gepaard gaande met een verhoogde mucusproductie op de secundaire gezwollen kieuwlamellen. Uiteindelijk sterft de vis door verstikking o.a. vanwege een sterk gereduceerde zuurstofdiffusie door het kieuwepitheel. Acute ammoniakvergiftiging daarentegen veroorzaakt praktisch geen histopathologische veranderingen in de kieuwen. In sommige gevallen kan echter het kieuwepitheel loskomen van de onderliggende steuncellen. Hierdoor ontstaat een verhoogde waterpermeabiliteit, waardoor de vis hydrateert. Bij een acute ammoniakvergiftiging is

dus niet zozeer het zuurstofgebrek de voornaamste doodsoorzaak, maar wel de verhoogde waterpermeabiliteit die een uitgesproken hydratatie voor gevolg heeft (Lloyd and Oir, 1969). In de praktijk is het echter niet steeds duidelijk te omschrijven of men al dan niet met een acute of chronische vergiftiging te doen heeft, daar symptomen van beide vormen samen kunnen voorkomen.

In tegenstelling tot het aantal onderzoeken betreffende de invloed van ammoniakvergiftiging op kieuwen en zuurstofmetabolisme, is er veel minder onderzoek verricht naar de invloed van ammoniakintoxicatie op de lever (Flis 1968a,b , Reichenbach-Klinke 1967, 1980) en op hematologische parameters (Kinne 1976, Dabrowska en Wlaslow, 1986). Zware beschadigingen aan het leverparenchym en bloedvaten met het naar buiten treden van gefigureerde bloedelementen als gevolg worden algemeen teruggevonden, dit in combinatie met een daling van de hematocrietwaarde.

5.4.1.2. Situering van het probleem.

Zoal in Hoofdstuk IV vermeld veroorzaakte in december 1986 (van 18-12 tot 25-12) een ammoniakvergiftiging een totale mortaliteit bij de zeebaars te Doel. Meestal wordt als kweekwater gebruik gemaakt van koeltorenwater, waarin de ammoniakconcentratie zeer laag is (Hoofdstuk III). Wegens werkzaamheden aan de koeltoren werd in december 1986 uitsluitend gebruik gemaakt van condensatorwater van Doel 1-2. Op 18-12-1986 werden de eerste tekenen van een ammoniakvergiftiging vastgesteld. Metingen van de totale ammoniumgehalten in het kweekwater vertoonden enorme schommelingen waarbij piekwaarden van 9 ppm gemeten werden bij laag tij. Bij een pH van 7,8, hetgeen voor het condensatorwater vrij hoog is, betekent dit dat de concentratie aan NH_3 oploopt tot 0,34 ppm. Ook nadat de koeltoren terug in werking gesteld werd bleef de totale ammoniakconcentratie nog steeds dezelfde hoge waarden behouden. Deze vaststelling was echter ongewoon, daar normaliter de totale ammoniumconcentratie in dit koelwater beneden 0,1 ppm ligt. Ofwel was het strippingseffect van de koeltoren op dit moment niet toereikend om het ammoniakgas uit het water te verdampen ofwel was er door biodegradatie van organisch materiaal, dat bij stilleggen van het circuit snel decomposeert, extra ammoniak gevormd. De totale duur van de ammoniakvergiftiging bedroeg 7 dagen, waarbij afhankelijk van het getij, ammoniakconcentraties variërend tussen 0.1 en 0,34 mg/l gemeten werden. Bij de normalisatie van het ammoniakgehalte in het kweekwater op 24-12-1986, toen de totale ammoniumconcentratie terugviel tot 0.1 à 0.3 mg/l, konden de overblijvende zeebaarsen niet meer gered worden vanwege de ernstige beschadiging die ze opgelopen hadden tijdens de vergiftiging. Ook door Reichenbach-Klinke (1967) kon aangetoond worden dat ernstige, acute ammoniakvergiftiging irreversibele weefsebeschadiging veroorzaakt waardoor herstel van het organisme onmogelijk wordt.

5.4.1.3. Materiaal en methode.

5.4.1.3.1. Weefselbehandeling.

Van de vergiftigde zeebaarzen werd lever- en kieuwweefsel in Bouin Hollande sublimaat gefixeerd. Na 24 h fixatie werden de weefsels gedehydrateerd in ethanol en ingebed in paraffine. De sneden werden met de trichroomkleuring van Pollak behandeld. Tegelijkertijd werd van deze vissen d.m.v. een punctie van de caudale vene een bloedstaal genomen.

5.4.1.3.2. statistiek.

Een variantieanalyse werd uitgevoerd op de gemeten hematocrietwaarden.

5.4.1.4. Resultaten en bespreking.

5.4.1.4.1. Resultaten.

5.4.1.4.1.1. Observatie.

Bij het vaststellen van de eerste vergiftigingstekenen vertoonden de vissen een zeer onrustig en verstoord gedrag. De zeebaarzen zwommen in hoge snelheid aan het wateroppervlak en botsten met grote kracht tegen de wand van de kweektank. De volgende dagen verdween dit rusteloos gedrag en de vissen werden apathisch en traag, terwijl ze geen vluchtreactie vertoonden bij aanraken. Uiteindelijk verloren ze hun evenwicht waardoor ze op hun rug draaiden, naar de bodem zonken en stierven. Al de gestorven vis vertoonde tekenen van huidbeschadiging, welke het best waarneembaar was rond de mond en de vinbasis. De vergiftigde, nog levende zeebaarzen vertoonden, allemaal een gezwollen abdomen veroorzaakt door hydratatie.

5.4.1.4.1.2. Anatomische veranderingen.

Huid : Op het huidoppervlak werden puntbloedingen vastgesteld rond de mond en aan de vinbasis. Een verhoogde mucusproductie kwam echter niet voor (fig.5.16).

Kieuwen : In plaats van een diep rode kleur te hebben, waren de kieuwen van de vergiftigde vissen zeer licht roos gekleurd. Macroscopisch konden er op de kieuwen geen bloedingen of verhoogde mucusproductie worden waargenomen (fig.5.17.).

Lever : De ammoniakvergiftiging had een volledige vernietiging van de normale leverfunctie voor gevolg. Alle structuur was verdwenen, en van de lever restte enkel nog een structuurloos bloederig weefselhoopje (fig. 5.18.).

andere organen : Naast de lever waren vooral bij de vrouwelijke exemplaren de ovaria aangetast. Ook kon de hydratatie die uitwendig reeds zichtbaar was bij dissectie vastgesteld worden, daar alle organen in een waterachtige licht rode vloeistof ingebed lagen.

Bloed : Na het centrifugeren van het bloed kon een uitgesproken haemolyse vastgesteld worden.

5.4.1.4.1.3.. Histologische veranderingen.

Kieuwen : De weefselsneden toonden aan dat de cellulaire structuur van de kieuwlamellen ernstig beschadigd was. Het meest opvallend was het loskomen van het lamellair epitheel van de secundaire kieuwlamellen (fig.5.19.). Op andere plaatsen in de secundaire lamellen ontstond reeds hypertrofie van de epitheelcellen, wat resulteerde in een fusie van deze secundaire lamellen (fig.5.20.). Ook het steuncellen systeem van de secundaire lamellen was op sommige plaatsen vernield, hetgeen op sneden waargenomen wordt als een ongeorganiseerde massa van steun- en bloedcellen, omgeven door een epitheel (fig.5.21.).

Lever : Een totale vernietiging van de levercellen, waarbij de celmembranen volledig verdwenen waren en er nog slechts losliggende kernen aangetroffen werden was een algemeen beeld. (fig.5.22.). Niet alleen de levercellen zelf maar ook de bloedvaten bleken beschadigd, waardoor een intense extravasatie of het naar buiten treden van de bloedcellen in het omgevende leverweefsel vastgesteld werd. (fig.5.23.).

Hematocriet : De ammoniakvergiftiging had een significante daling van de hematocriet voor gevolg. De gemiddelde hematocrietwaarde voor de vergiftigde vissen uit P1 bedroeg 17.1 % (S.E. = 1.90; n = 20), terwijl deze waarde voor dezelfde populatie gemeten op 23-9-1986 35.9 % bedroeg (S.E. = 1.40; n = 20) ($P < 0.001$).

5.4.1.4.1.4.. Verloop van de mortaliteit.

De mortaliteit bij deze ammoniakvergiftiging is zeer gradueel gestegen. Op de eerste dag van de ammoniakvergiftiging, 18-12-1986, stierven enkele vissen uit P3 (tabel 4.5.). Op 20-12, drie dagen nadat de eerste vergiftigingsverschijnselen vastgesteld werden was er reeds totale mortaliteit in P2, P4 en P5. Op 22-12 was de geaccumuleerde mortaliteit in P1 en P3 opgelopen tot respectievelijk 63 en 165 kg. Op 23-12 werden de ganse dag totale ammonium waarden boven 5500 ppb opgemeten waarbij in P3 alle vissen gestorven waren. Na dissectie van enkele nog levende dieren uit P1, waarbij de totale en irreversibele leveraantasting vastgesteld werd, (in samenwerking met Dr L. Lambrechts, dierenarts) werd besloten op 24-12-1986, precies zeven dagen nadat de eerste zeebaarzen gestorven waren, de overblijvende vis te vernietigen. In totaal ging bij deze ammoniakvergiftiging het totale bestand of 856 kg zeebaars verloren.

5.4.1.4.2. Bespreking.

De anatomische veranderingen vastgesteld na de ammoniakvergiftiging zijn vergelijkbaar met de vaststellingen van Flis (1968 a,b) en Smart (1976), voor wat betreft de optredende huidbloedingen. In tegenstelling tot deze onderzoekers werd echter geen verhoogde slijmsecretie waargenomen op de huid. Deze vaststelling in combinatie met het feit dat de kieuwen door extreme hemolyse licht roos verkleurden wijst op een acute ammoniakvergiftiging. Schreckenbach en Mitarb, (1975) konden aantonen dat ook bij karper een acute vergiftiging een anemie van de kieuwen veroorzaakte in combinatie met een algemene hydratatie van de vis en zonder zichtbaar verhoogde slijmsecretie. Het microscopisch onderzoek toont aan, dat naar analogie met de resultaten van Smart (1976), het loskomen van het kieuwepitheel op de secundaire lamellen een opvallend kenmerk is van een acute ammoniakvergiftiging. Dit fenomeen werd, bij de zeebaarzen, over het ganse kieuwoppervlak vastgesteld en zou volgens Morgan en Tavell (1973) een eerste reactie zijn op een acute vergiftiging waardoor de diffusieafstand tussen het bloed en het water vergroot. Toch wijzen de weefselsneden van de kieuwen erop dat reeds na een blootstelling van één week hypertofie en hyperplasie van de epitheelcellen kan ontstaan, weefselsafwijkingen die eerder typisch zijn voor chronische vergiftiging (Thurston et al., 1984). Het voorkomen van histopathologische afwijkingen kenmerkend voor chronische en acute vergiftiging bij één en hetzelfde dier wijst echter niet op een tegenstelling, daar ook Smart (1976) bij forel (*Salmo gairdneri*) reeds na 12 dagen, bij een concentratie van 0,25 mg/l NH₃, chronische vergiftigingsverschijnselen vaststelt. De meest typische kieuwafwijking bij een chronische ammoniakvergiftiging, namelijk het optreden van Teleangiectasis (Roberts, 1985), waarbij een capillair bloedvat uit de secundaire lamel zeer sterk uitzet, werd bij de zeebaarzen niet waargenomen. Zoals ook Flis (1968 a.) bij karper vaststelde verliest de lever bij deze acute ammoniakvergiftiging zijn structuur en consistentie, iets wat niet voorkomt bij chronische vergiftiging (Flis, 1968 b). Bij zeebaars was echter in alle gevallen de lever uitgesproken haemorrhagisch terwijl dit slechts bij enkele karpers het geval was. Reichenbach-Klinke (1965) beschrijft bij forel eenzelfde fenomeen als vastgesteld bij de zeebaars, "de acute ammoniakvergiftiging leidt tot een intensief doordringen van gefigureerde bloedelementen in het leverweefsel". Histologisch is er echter geen twijfel mogelijk. Zowel Flis (1968 b) als Reichenbach Klinke (1965) stelden bij acute ammoniakvergiftiging degeneratie van het leverparenchym vast in combinatie met een uitgesproken doordringen van gefigureerde bloedelementen in het omliggende weefsel, gekenmerkt door lege bloedvaten.

Ook de significante daling van de hematocrietwaarden zijn een algemeen vastgesteld fenomeen bij zowel acute als chronische ammoniakvergiftiging (Kinne, 1976; Thurston et al., 1984). Lage concentraties van slechts 0.067 mg/l NH₃ kunnen over een langere periode (12 maanden) reeds een duidelijke hematocrietverlaging veroorzaken (Thurston et al., 1984).

In hoeverre de lage O₂-concentratie (2 mg/l) van het condensorwater voor een toxiciteitsverhoging gezorgd heeft is moeilijk vast te stellen. Het staat echter vast dat bij zuurstofdeficientie de ammoniaktoxiciteit bij *Salmo salar* gevoelig toeneemt afhankelijk van de saliniteit van het kweekwater (Alabaster, 1979). Ook bij *Salmo gairdneri* bestaat er een lineaire positieve correlatie tussen de LC₅₀ en het gehalte aan opgeloste zuurstof in een gebied van 2.5 tot 8.6 mg/l (Thurston et al., 1981).

Tenslotte is het interessant om na te gaan wat als lethale concentraties beschouwd wordt. Vooreerst blijkt er een grote soortafhankelijke gevoeligheid voor ammoniak te zijn, waarbij salmoniden het meest en cypriniden het minst gevoelig zijn. Zo ligt de LC_{50} over 24 h bij *Salmo salar* op 0.15 mg/l NH_3 in zoet en 0.3 mg/l NH_3 in zout water (Alabaster, 1979), terwijl voor *Pinephales promelas* een karperachtige concentraties van 0.75 tot 3 mg/l NH_3 nodig zijn om acute intoxicatie te veroorzaken (Thurston et al., 1986). Reeds bij 0.27 mg/l NH_3 treedt bij forel een niet meer omkeerbare bloedschade op (Reichenbach-Klinke, 1965). Eveneens valt te melden dat de gevoeligheid voor ammoniak afneemt bij toenemende leeftijd. Reichenbach-Klinke (1965) stelde dit vast bij 9 soorten en ook Sadler (1981) vond dat bij paling de gevoeligheid afnam met de ouderdom. Ook bij zeebaars bleken de vissen uit P1 (gemiddeld 360g) de vergiftiging langer te overleven daar er na één week nog vissen in leven waren, terwijl de vissen van alle andere populaties, met een lager lichaamsgewicht, allemaal gestorven waren.

Voor de zeebaars zijn er geen preciese LC_{50} waarden vastgesteld. Barnabé (1986) geeft als toxiciteitsgrens 1 mg/l, maar vermeldt niet of het totale ammonium of ammoniak betreft.

Over het algemeen zijn baarsachtigen zeer gevoelig voor ammoniak. Zo zijn LC_{50} waarden over 96 h vastgesteld voor *Gasterosteus aculeatus* en *Morone saxatilis* van respectievelijk 2.1 en 2.8 mg/l totale ammoniak (Hazel et al., 1971). Alhoewel de pH niet weergegeven is wijzen deze gegevens er inderdaad op dat lage ammoniakconcentraties reeds lethaal zijn voor verschillende baarsachtigen. De acute vergiftiging vastgesteld bij de zeebaars in Doel bij een concentratie van 0.35 mg/l ammoniak wijst er dus op dat zeebaars iets minder gevoelig is dan forel maar zeker bij de gevoelige soorten behoort in vergelijking met paling en karper.

5.4.1.5. Systeem aanpassing.

Na de ammoniakvergiftiging werd besloten om op de watertoevoer een pH regelsysteem aan te brengen, om indien nodig de pH van het kweekwater te verlagen, ten einde toxische ammoniakconcentraties te voorkomen. Dit sturingsmechanisme is in staat om automatisch bij een sterke pH-verhoging of een snelle toename van de ammoniakconcentratie de pH terug te brengen op 7.5 d.m.v. H_2SO_4 injectie. Door manueel bij te sturen kan de pH nog verder verlaagd worden. Met deze aanpassing kan men dus ten allen tijde voorkomen dat een ongeval zoals hoger beschreven de volledige vispopulatie vernielt.

Op de gedetailleerde werking van dit systeem wordt niet nader ingegaan daar deze aanpassing gebeurde in de semi-industriële fase van het project, welke hier niet besproken wordt.

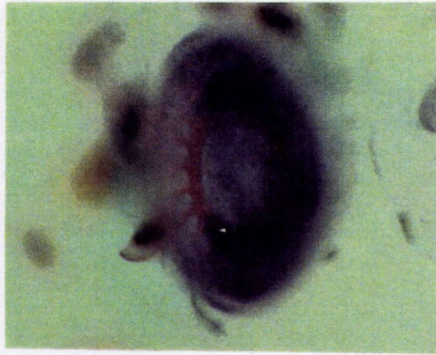


Fig. 5.3. : *Trichodina* sp. op de kieuwen van de zeebaars (x800).

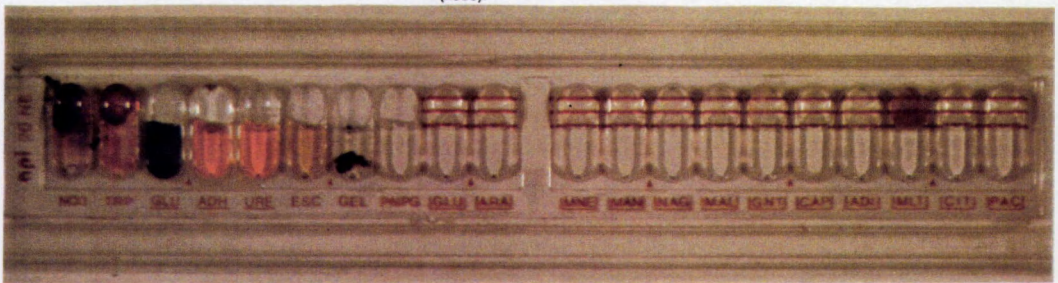


Fig. 5.4. : foto van een API 20NE Systeem; voor *Aeromonas hydrophila* identificatie.

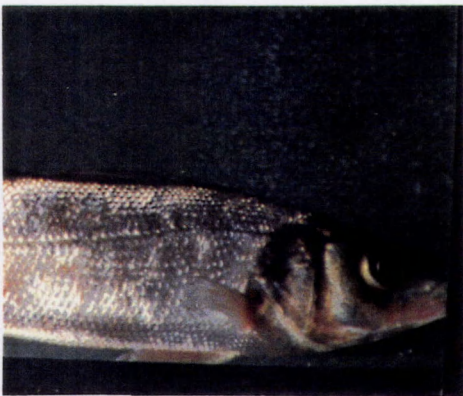


Fig. 5.5. : zeebaars geïnfecteerd met *Aeromonas hydrophila*-*Pseudomonas fluorescens* bacteriën.

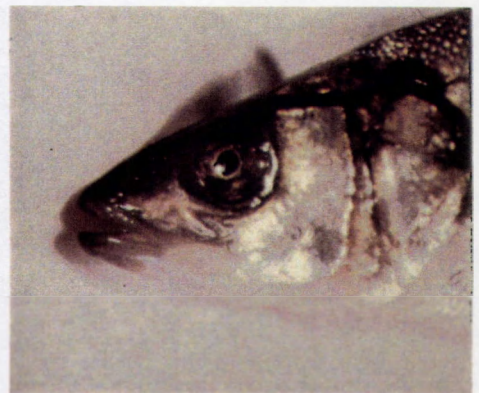


Fig. 5.6. : pupilverkleining bij zeebaars, als eerste teken van een *Mycobacterium marinum* infectie.



Fig. 5.7 : volledige oogdestructie in een ver gevorderd stadium van een *Mycobacterium marinum* infectie.

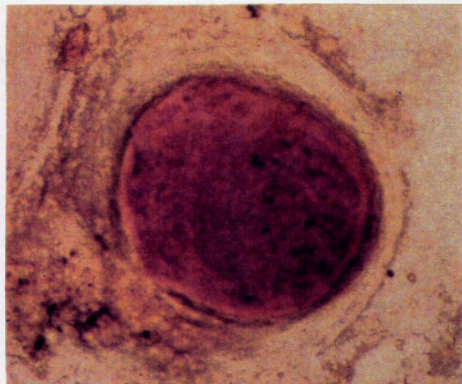


Fig. 5.8 : drukpreparaat van een *Mycobacterium marinum* tuberkel in het oog van de zeebaars (x100).

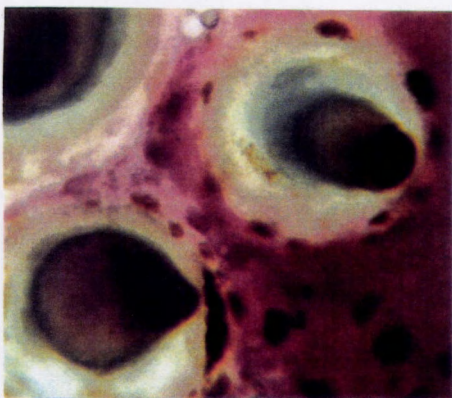


Fig. 5.9 : drukpreparaat van *Mycobacterium marinum* tuberkels in de milt van de zeebaars (x75).

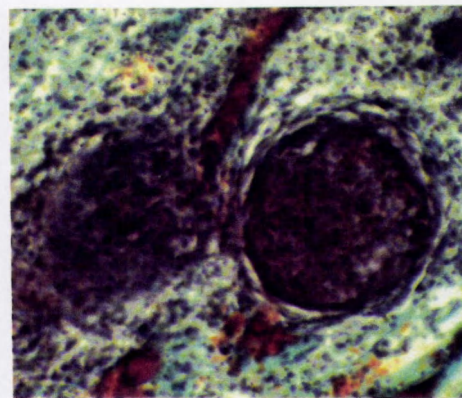


Fig. 5.10 : eerste stadium van *Mycobacterium marinum* tuberkels in het iris van de zeebaars, bestaande uit epitheloïde cellen (x100).

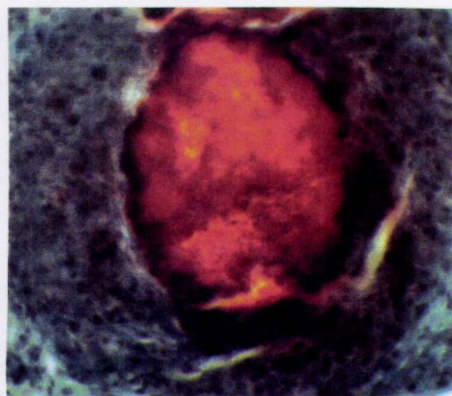


Fig. 5.11 : tweede stadium van een *Mycobacterium marinum* tuberkel in het iris van de zeebaars, bestaande uit oranje-geel gekleurde macrofagen (x150).

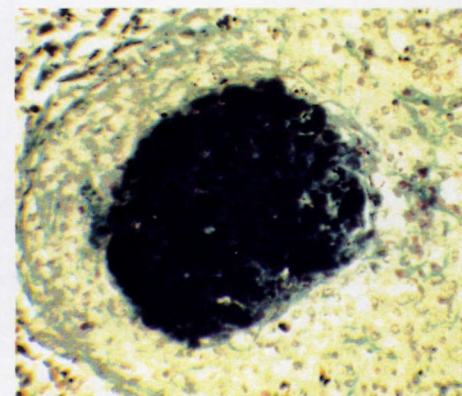


Fig. 5.12 : geïnactiveerde *Mycobacterium marinum* tuberkels in het iris van de zeebaars, bestaande uit gemelaniniseerde macrofagen (x150).

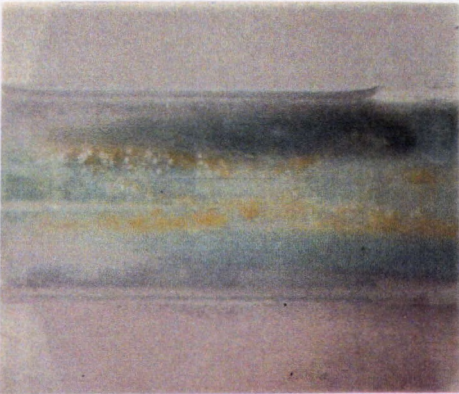


Fig. 5.13.: gele *Mycobacterium marinum* kolonies op een groene Loewenstein bodem.

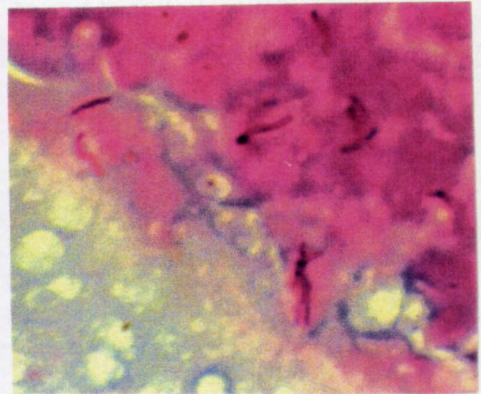


Fig. 5.14.: Ziehl-Neelsen positieve zuurvaste *Mycobacterium marinum* staven in een weefselsnede door het iris van de zeebaars (x1000).

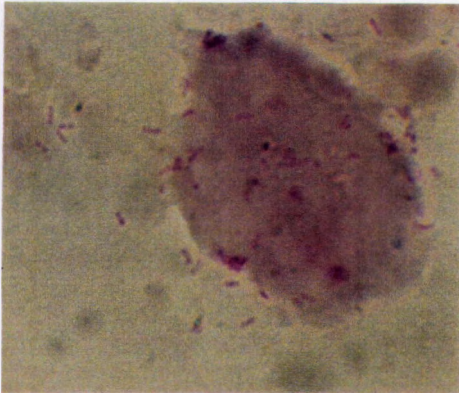


Fig. 5.15.: Ziehl-Neelsen positieve zuurvaste *Mycobacterium marinum* staven in een uitstrijk preparaat van de milt (x1000).



Fig. 5.16.: door ammoniak vergiftigde zeebaarzen met lesions rond de mond en aan de vinbasis.



Fig. 5.17.: anaemische kieuwen van een met ammoniak vergiftigde zeebaars.



Fig. 5.18.: uitgesproken leverhaemorrhagie onder invloed van ammoniakvergiftiging bij zeebaars.

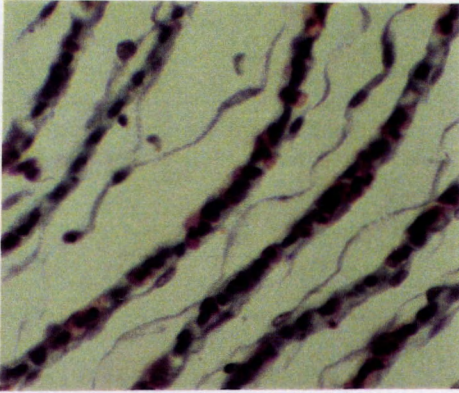


Fig. 5.19. : losgekomen epitheel van de secundaire kieuwlamellen bij ammoniak vergiftigde zeebaarzen (x200).

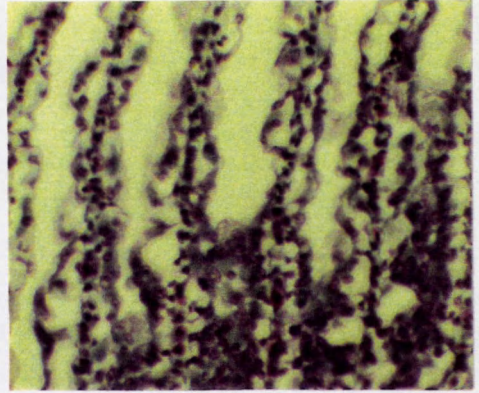


Fig. 5.20. : hypertrofie en fusie van de basis van de secundaire kieuwlamellen van een door ammoniak vergiftigde zeebaars (x1000).

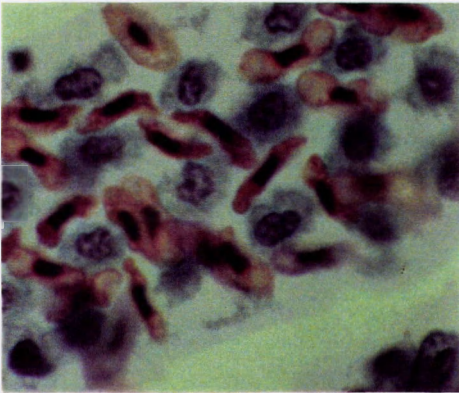


Fig. 5.21. : vernietiging van de steuncellenstructuur onder invloed van ammoniakvergiftiging bij de zeebaars (x600).

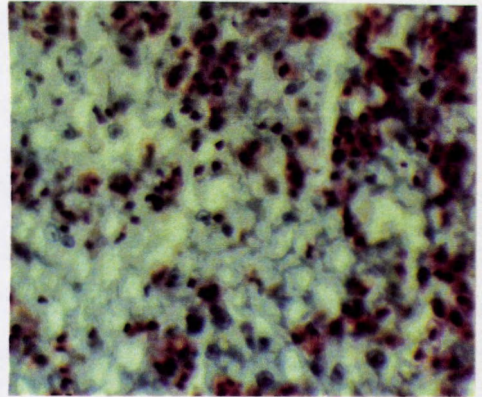


Fig. 5.22. : picnotische levercellen en losliggende kernen in het leverparenchym na ammoniakvergiftiging bij zeebaars (x150).

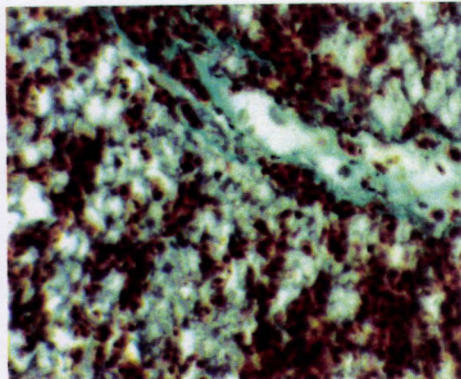


Fig. 5.23. : uitgesproken extravasatie gekenmerkt door lege bloedvaten en het doordringen van rode bloedcellen in het leverparenchym van de zeebaars na ammoniakvergiftiging (x100).

Hoofdstuk VI : Studie van het schildkliermetabolisme van de zeebaars in Doel.

6.1. Inleiding.

Seizoensgebonden veranderingen in het schildkliermetabolisme zijn reeds voor verschillende vissoorten vastgesteld (Leatherland, 1982; Lelou en de Luze, 1985). De voornaamste factoren die het schildkliermetabolisme bij vissen beïnvloeden zijn de voeding (Flood en Eales, 1983), de temperatuur (Eales en Shostak, 1986; Leloup en de Luze, 1985), de osmolariteit (Milne en Leatherland, 1980), de fotoperiode (Grau, 1988), de endocriene toestand (Leatherland, 1988) en de kweekcondities (Leatherland et al., 1977). Het leek ons dan ook interessant om bij de zeebaars, waarvoor tot op heden geen gegevens over de schildklierhormonen en hun interactie met hogervermelde factoren bekend zijn, enkele aspecten van het schildkliermetabolisme te onderzoeken.

Een ander belangrijk gegeven is de rol die de schildklierhormonen spelen in de groei. Zoals verwacht en aangetoond kan de groei van paling (*Anguilla anguilla*) en tal van salmoniden beïnvloed worden door thyroïde hormonen (Degani, 1986; Higgs et al., 1982). Deze vaststellingen hebben er reeds toe geleid dat, vooral bij salmoniden, schildklierhormonen als groeistimulators hun toepassing vinden in de aquacultuur (Higgs et al., 1982). In ons onderzoek hebben we de redenering in feite omgekeerd en de vraag gesteld "indien schildklierhormonen de groei kunnen bevorderen" bestaat er dan ook een verschil in de plasmaconcentraties van deze hormonen en in de in vitro monodeiodinase activiteit in de lever tussen verschillend groeiende populaties, met name P1 en P2 (zie Hdfst IV).

6.2. Literatuurstudie.

Daar er bij zeebaarzen weinig onderzoek gedaan is op het schildkliermetabolisme, met uitzondering van enkele niet gepubliceerde gegevens (Carillo en Zanuy), zijn we verplicht om onze resultaten te vergelijken met deze bekomen bij andere species, hetgeen vanzelfsprekend beperkingen inhoudt. Zoals Leatherland (1982) in zijn review opmerkt is het noodzakelijk om de resultaten gepubliceerd over "cyclische schildklieractiviteit" en de invloed van fysische en chemische variabelen op het schildkliermetabolisme met voorbehoud te interpreteren. Te veel seizoensgebonden veranderingen van de beschouwde variabelen kunnen een invloed hebben op de schildklier. Denken we maar aan de temperatuur, saliniteit, fotoperiode, endocriene toestand van het proefdier o.a. gametogenese, voeding etc. Wanneer al deze variabelen, waarvan sommigen nog onderling gecorreleerd zijn, samen gaan inwerken wordt het moeilijk zo niet onmogelijk een causaal verband te leggen tussen deze variabelen en veranderingen in het schildkliermetabolisme. Sing (1968) baseerde zich op de epitheelhoogte van de schildklierfollikels en op de opnamecapaciteit van gemerkt jodium in de faryngeale streek om de invloed van de fotoperiode op de schildklieractiviteit na te gaan. Onder normale omstandigheden kwamen jaarlijks twee perioden van intensieve activiteit voor, welke bewaard bleven bij permanente belichting en volledig verdwenen bij permanente duisternis. Deze gegevens wijzen op een invloed van de fotoperiode op de schildklieractiviteit, maar laten niet direct toe een causaal verband te leggen, daar andere fysische variabelen niet geregistreerd werden gedurende het experiment. Een gelijkaardige opmerking kan gemaakt worden voor het werk van Baggerman (1962) op de stekebaars, *Gasterosteus aculeatus*. Baggerman suggereert dat een verhoogde schildklieractiviteit een verhoogde saliniteitstolerantie voor gevolg heeft, waardoor de migratie van zoet- naar zee-water niet alleen vlotter verliep, maar tevens gestimuleerd werd. De vraag blijft echter of deze veranderingen in schildklieractiviteit oorzaak of gevolg zijn van de migratie.

Een andere probleem bij de studie van het schildkliermetabolisme, is de soortspecificiteit. In *Pleuronectes platessa*, worden zowel in de koudste als in de warmste periodes van het jaar maximale plasmaconcentraties aan circulerende schildklierhormonen teruggevonden (Osborn en Simpson, 1978). Bij *Salmo gairdneri* daarentegen blijken hoge zomertemperaturen samen te vallen met de laagste concentratie aan circulerende schildklierhormonen (Osborn et al., 1978).

Tenslotte moet men er zich van bewust zijn dat, bij de studie naar de invloed van temperatuursveranderingen op de schildklieractiviteit, de temperatuur rechtstreeks de evenwichtsconstante van scheikundige reacties beïnvloedt. Hierdoor kunnen bepaalde processen een rechtstreeks gevolg zijn van een verlegging van het evenwicht onder invloed van temperatuursverandering, zonder dat men direct van een fysiologische regulatie kan spreken. De meestal niet op te lossen vraag stelt zich dan weer, of de verandering oorzaak of gevolg is (Grau, 1988).

6.3. Materiaal en methode.

6.3.1. Bloedstaalname.

Over de ganse duur van Experiment III werden op regelmatige tijdstippen bloedstaalnamen verricht. De bloedafname (0.5 ml) gebeurde via een punctie van de caudale vene. Uit elke populatie werden telkens 10 vissen ad random gekozen. Voor de staalnamen werden de zeebaarzen verdoofd in een 1/3000 verdunde oplossing van 2-phenoxyethanol (Pruka chemie, Zwitserland).

6.3.2. Radioimmunoassay.

De T₄-plasmaconcentratie werd bepaald d.m.v. een commerciële T₄ RIA (PEG) kit. (Abbot, Diagnostics Division, Antwerpen, Belgium), terwijl T₃ bepaald werd met een antiserum en een standaard van Mallinckrodt Diagnostica (Dietsenbach, Duitsland). Tracer van Amersham International (Amersham, U.K) werd gebruikt om de RIA voor T₃ op te stellen. De inter-en intra-assaycoëfficiënt voor de radioimmunologische bepaling van T₃ bedroeg respectievelijk 3.3 en 6.8 %; voor de bepaling van T₄ respectievelijk 3.3 en 3.2 %. Het vastgestelde parallellisme tussen de standaardcurve en de verdunningsreeks van het zeebaarsplasma toonde de bruikbaarheid en de betrouwbaarheid van de toegepaste RIA-procedure aan.

6.3.3. Bepaling van de monodeïodinaseactiviteit in de lever.

De monodeïodinaseactiviteit in de lever van de zeebaars werd in vitro bepaald volgens de gewijzigde methode van Visser et al (1979). Hiervoor werd 0.5 g lever gehomogeniseerd in 1 ml van een 0.15 M fosfaatbuffer (pH 6.5). Na centrifugatie werd 50 µl van het supernatans gedurende 1 uur geïncubeerd op 37 °C met toevoeging van 10 µl T₄ (4 µM) en 200 µl dithiothreitol (DTT, 3 mM). De reactie werd stopgezet door de stalen over te brengen in een ijsbad met toevoeging van 1 ml Brij 35 (0.625 %, Sigma). Het geproduceerde T₃ werd radioimmunologisch gemeten en uitgedrukt in ng T₃/mg proteïne. Voor de proteïnebepaling werd de methode van Bradford (1976) gebruikt. Beckmann UV spectrofotometer Double Beam, model 25.

6.3.4. Statistische verwerking.

6.3.4.1. Cosinoranalyse.

Een Cosinoranalyse werd uitgevoerd om na te gaan of de fluctuatie waargenomen in de reeks meetresultaten een cyclisch patroon vertoonden. Voor de functie $Y = C_0 + C \cos(\omega T - \phi)$ (C_0 = gemiddelde, C = amplitudo, ω = hoekfrequentie : $360^\circ/T$; ϕ = acrophase) werden C_0 en ϕ berekend volgens de methode van de kleinste kwadraten zodat de functie de meetpunten het best benaderde. Door middel van een F-test werd vastgesteld of het gedeelte van de variantie van de meetpunten dat door de berekende functie kan verklaard worden voldoende groot is t.o.v. de resterende variantie die wordt veroorzaakt door het niet samenvallen van de meetpunten met de berekende functie. Indien de F-test positief is ($P < 0.05$) dan betekent dit dat met statistische voldoende zekerheid kan worden gesteld dat een cyclische component verantwoordelijk is voor een belangrijk deel van de variabiliteit van de reeks meetresultaten.

6.3.4.2. Berekening van de variantieanalyse en de correlatiecoëfficiënt.

Een variantie analyse werd uitgevoerd op de meetresultaten van P1 en P2 om na te gaan of de hormoonconcentraties in beide groepen al dan niet significant verschillen (microstat programma). De correlaties tussen T_3 , T_4 en de variabelen werden bepaald met behulp van de Pearson correlatie coëfficiënt (microstat programma).

6.4. Resultaten en bespreking.

6.4.1. Resultaten.

In tabel 6.1. zijn de gemiddelde plasmaconcentraties (S.E.) voor T₃, T₄ en T₃/T₄ weergegeven voor de verschillende staalnamen in experiment III.

Tabel 6.1.: gemiddelde plasmaconcentraties voor T₃, T₄ en T₃/T₄ voor de verschillende staalnamen in experiment III.

Datum	T ₃ P1 ng/ml	T ₄ P1 ng/ml	T ₃ P2 ng/ml	T ₄ P2 ng/ml	T ₃ /T ₄ P1	T ₃ /T ₄ P2
9-1	39.28 ±1.98	15.92 ±1.63	11.40 ±1.62	16.25 ±2.91	2.46	0.70
1-4	15.45 ±1.11	15.58 ±3.38	15.55 ±3.03	27.27 ±4.95	0.99	0.57
16-4	6.64 ±1.40	12.67 ±2.00	16.02 ±1.61	9.23 ±0.67	0.52	1.73
2-5	23.20 ±0.99	52.82 ±8.77	10.40 ±2.05	21.65 ±7.80	0.43	0.48
29-5	35.01 ±2.61	14.55 ±1.62	10.82 ±1.98	9.70 ±1.45	2.41	1.1
12-6	45.64 ±3.63	16.61 ±3.10	17.16 ±1.62	22.19 ±2.69	2.74	0.77
9-7	41.61 ±6.62	40.75 ±10.28	5.16 ±1.80	8.39 ±1.32	1.02	0.61
19-7	52.96 ±5.26	52.00 ±7.15	13.23 ±2.25	33.20 ±4.32	1.01	0.39
14-8	24.31 ±3.65	25.30 ±1.59	21.08 ±3.42	22.88 ±2.47	0.96	0.92
23-9	38.80 1.25	79.64 ±9.68	30.39 ±2.23	38.98 ±4.82	0.48	0.77
10-4	19.82 2.08	26.63 ±3.91	5.12 ±1.62	32.35 ±4.82	0.74	0.16
24-11	23.03 ±2.06	36.74 ±5.90	19.02 ±3.68	17.77 ±1.93	0.62	1.07
8-12	26.04 ±2.12	20.33 ±1.87	12.33 ±1.22	13.43 ±1.69	1.28	0.91
Gemid.	30.21 ±1.41	31.56 ±2.24	16.07 ±0.84	20.84	0.94	0.77

De cosinoranalyse van deze resultaten laat toe om zowel voor P1 als voor P2 een circannuele ritmiciteit te berekenen voor T₃ en T₄ (fig 6.1.).(Dag 1 = 1 januari)

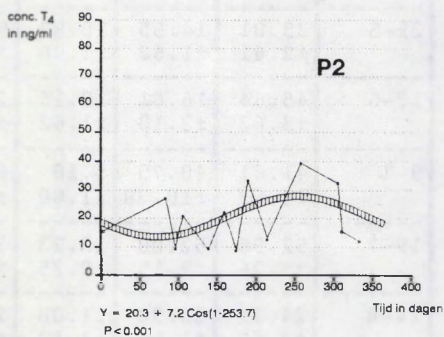
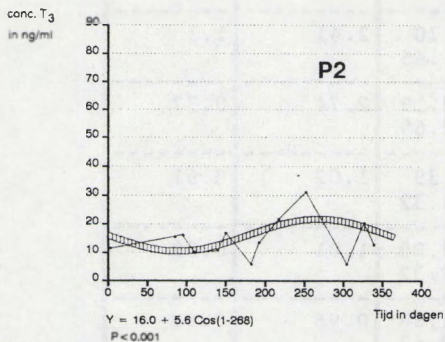
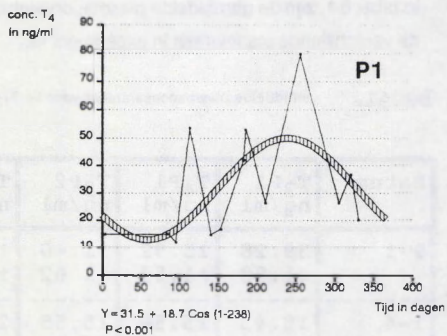
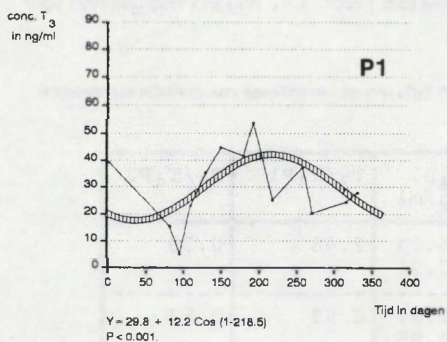


Fig. 6.1. : cosinoranalyse van T₃-en T₄-plasmaconcentratie voor P1 en P2 in experiment III aan de hand van de gemeten plasmaconcentraties weergegeven in tabel 6.1.

De correlatiecoëfficiënten tussen T₃, T₄ en de saliniteit, temperatuur en SGR zijn weergegeven in tabel 6.2.

Tabel 6.2. : correlatiecoëfficiënten tussen T₃, T₄ en de saliniteit, temperatuur en SGR in experiment III.

	P1			P2		
	Temp.	Sal.	SGR.	Temp.	Sal.	SGR.
T ₃	r=0.40 p<0.001 n=116	r=0.09 N.S. n=116	r=0.58 p<0.001 n=38	r=0.04 N.S. n=114	r=0.48 p<0.001 n=114	/ / /
T ₄	r=0.35 p<0.001 n=116	r=0.36 p<0.001 n=116	r=0.82 p<0.001 n=36	r=0.06 N.S. n=114	r=0.43 p<0.001 n=114	/ / /

De bepalingen van de in vitro monodeiodinaseactiviteit in de lever voor P1 en P2 op 09-7-1986 en 18-7-1986 zijn weergegeven in fig (6.2).

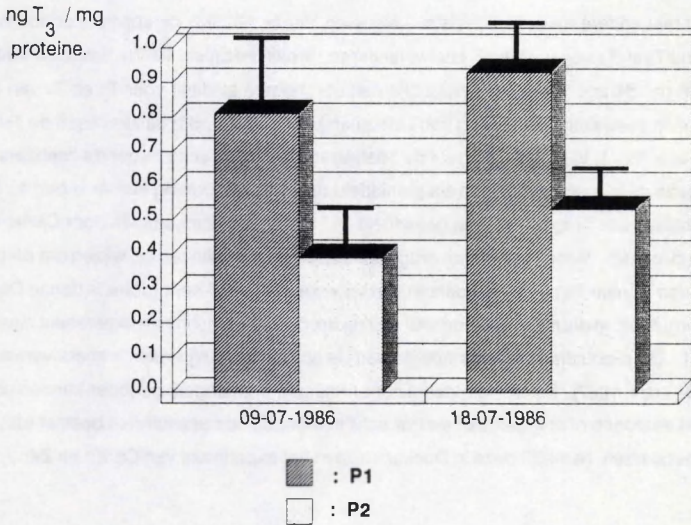


Fig. 6.2. : bepaling van de in vitro lever-monodeiodinaseactiviteit voor P1 en P2 op 09-07-1986 en 18-07-1986 in experiment III.

Deze resultaten laten dus toe te besluiten :

- Zowel de T_3 als de T_4 plasmaconcentraties zijn op jaarbasis significant hoger voor P1 dan voor P2 ($p < 0.001$)
- Alhoewel periodisch grote schommelingen optreden in vooral de plasma T_4 -concentratie, vertonen zowel de T_3 -als T_4 -plasmaconcentraties voor beide populaties een circannuele ritmiek die voor beide significant is ($P < 0.001$). De acrofase situeert zich in de overgang van zomer naar herfst, terwijl de nadir in de overgang van winter naar lente valt. Hieruit volgt dat er een significante positieve correlatie bestaat tussen T_3 , T_4 plasmaconcentraties en de temperatuur voor P1. Een gelijkaardige correlatie wordt bij P1 en P2 weergevonden voor T_3 en T_4 t.o.v de saliniteit, met uitzondering van T_3 voor P1.
- Er bestaat een significante positieve correlatie tussen T_3 , T_4 en de SGR in P1. In P2 kan vanzelfsprekend geen correlatie berekend worden daar de groei van P2 in experiment III niet significant verschilt van 0.
- De T_3 plasmaconcentratie is niet steeds groter dan de T_4 plasmaconcentratie wat zich vertaalt in een T_3/T_4 ratio die periodisch kleiner is dan 1.
- De in vitro gemeten monodeiodinaseactiviteit in de lever, uitgedrukt in T_3/g proteïne, is significant hoger in P1 dan in P2, althans voor wat de twee staalnamen betreft.

6.4.2. Bespreking.

6.4.2.1. Absolute plasmaconcentraties van T_3 en T_4 .

In overeenkomst met andere mariene Teleostei (Leloup en Hardy, 1976) is de absolute concentratie aan circulerend T_3 en T_4 hoger dan bij zoetwatervissen (Brown en Eales, 1977). Eales en Fletcher (1982) stellen dat dit zou kunnen te wijten zijn aan een hogere aviditeit voor T_3 en T_4 van de bindingsproteïnen in zeevissen. De stelling van Leloup en Hardy (1976), dat bij zeevissen de T_3/T_4 ratio steeds groter is dan 1, in tegenstelling tot de zoetwatervissen blijkt echter voor de zeebaars in Doel niet op te gaan daar zowel periodisch als gemiddeld de T_3/T_4 verhouding kleiner is dan 1. De plasma concentraties voor T_4 liggen te Doel gemiddeld 3x hoger dan deze gemeten door Carillo en Zanuy (niet gepubliceerd). Voor T_3 geldt het omgekeerde, wat er zou kunnen op wijzen dat de perifere omzetting van T_4 naar T_3 bij de zeebaarzen van vernoemd experiment groter is dan te Doel. Een bijkomend argument in die richting is hun vaststelling dat de T_3/T_4 ratio in hun experiment steeds groter was dan 1. De productie van T_3 ter hoogte van de schildklier is bij vissen immers verwaarloosbaar klein (De Luze, 1987). Enkel monodeiodinase metingen over langere periodes kunnen echter met zekerheid aantonen of er inderdaad een verschil in monodeiodinaseactiviteit bestaat tussen twee groepen zeebaarzen, namelijk deze in Doel en deze in het experiment van Carillo en Zanuy.

6.4.2.2. Seizoensgebonden veranderingen.

Seizoensgebonden veranderingen in plasma schildklierhormoonconcentraties zijn reeds voor verschillende Teleostei vastgesteld. Osborn en Simpson (1978) bestudeerden de seizoensgebonden veranderingen in T₃ en T₄ bij *Pleuronectes platessa* L.. Zoals bij de zeebaars vielen de minima en de maxima voor T₃ en T₄ samen. Osborn die zowel in de winter als in de zomer een maximum vaststelde, kon echter geen enkele correlatie vinden tussen de T₃ en T₄ plasmaconcentraties en andere variabelen. Bij *Pseudopleuronectes americanus* (Eales en Fletcher, 1982) is er een duidelijke shift tussen de maximale T₃- en T₄-plasmaconcentraties gemeten over het jaar. De T₄ concentraties waren het hoogst in de lente en het laagst in de winter, terwijl de T₃ concentraties maximaal waren op het moment dat T₄ concentraties minimaal waren. De enige correlatie die Eales vaststelde met de andere parameters is een stijging van T₄ en een daling van T₃ bij toenemende daglengte. In onze studie kon echter geen correlatie berekend worden met de fotoperiode, daar de kweekbakken continu belicht worden. Uit de studie van Eales valt op te merken dat er een duidelijk waarneembare stijging is in de T₃-plasmaconcentratie bij toenemende voederopname, hetgeen normaliter een verhoogde groei voor gevolg heeft; dit is in overeenstemming met onze eigen bevindingen bij de zeebaars. Bij *Salmo gairdneri* werden maximale T₃- en T₄-plasmaconcentraties geregistreerd in de winter en minima in de zomer (Osborn et al., 1978), terwijl in *Salvelinus fontinalis* voor beide hormonen maxima gemeten werden in de lente en minima in november (White en Henderson, 1977). Ook in dit geval kon in geen van beide studies enige correlatie gevonden worden tussen de hormoonconcentraties in het plasma en andere variabelen.

De enige studie over circannuele ritmiciteit van T₃ en T₄ in zeebaars zijn de gegevens van Carillo en Zanuy (niet gepubliceerd). Zij bestudeerden de invloed van verschillende uitwendige saliniteiten op de circulerende schildklierhormoonconcentraties. Zoals voor de zeebaars in Doel konden ook zij een circanueel ritme voor T₃ en T₄ terugvinden voor zeebaars in brak water. De acrofase situeert zich echter in april, waardoor er zeker geen positieve correlatie met de temperatuur bestaat, daar precies in deze periode van het experiment het water het koudst is. Uit hun studie komt echter naar voor dat, alleszins in zeewater, een T₃ piek optreedt als de SGR het hoogst is. Samen met de bevindingen van Eales bij *Pseudopleuronectes americanus* en met onze bevindingen te Doel wijst dit er toch op dat T₃, dat als "actief schildklierhormoon" beschouwd wordt (De Luze, 1987), mede een groeiregulerende rol speelt. Voor het overige laten de resultaten van Carillo en Zanuy weinig besluiten toe, daar ze geen verdere correlaties konden vaststellen tussen hormonen en andere parameters, ook niet wat de saliniteit betreft. Wel bleek de circannuele ritmiciteit te verdwijnen in zoet water. Belangrijk is te vermelden dat ook Zanuy en Carillo grote periodische schommelingen waarnamen voor wat betreft de T₄-plasmaconcentraties. Dit fenomeen vinden we ook terug, vooral bij de normaal groeiende zeebaarzen in Doel. We moeten ons echter beperken tot het vaststellen van dit fenomeen, daar in dit stadium van het onderzoek onvoldoende gegevens aanwezig zijn om een eenduidige verklaring te geven. Alhoewel zeebaarzen uit P1 duidelijk de volledige vitellogenese, zonder maturatie, doorlopen hadden en de mannelijke dieren volledig geslachtsrijp waren, is het speculeren op de eventuele invloed van de op gang komende vitellogenese of veranderingen in de

maanfase, door hoger vermelde auteurs als mogelijke oorzaken voor de periodische schommelingen van T_4 naar voor gebracht, naar onze mening te ver gezocht.

Alhoewel er dus bij verschillende vissoorten een bepaald T_3 - T_4 patroon op jaarbasis terug te vinden is, blijft het nog steeds erg onduidelijk welke de preciese invloed is van de verschillende variabelen op de schildklier. Daar er echter in Doel bij de zeebaars een aantal correlaties weergevonden werden tussen circulerende schildklierhormoonconcentraties, temperatuur, saliniteit en SGR zullen we ons in de verdere bespreking toeleggen op onderzoek dat erop gericht was de correlaties tussen schildklierhormonen en hoger vermelde variabelen te bestuderen

6.4.2.3. Invloed van saliniteit en temperatuur.

Verskillende experimenten tonen aan dat schildklierhormonen een belangrijke rol spelen in temperatuurs- en saliniteitsadaptatie bij Teleostei (Eales, 1979). Interessant in dit opzicht is het onderzoek van Leloup en de Luze (1985) betreffende het effect van temperatuur en saliniteit op de schildklier bij *Anguilla anguilla*. Ze vonden dat, onafhankelijk van mekaar, zowel een stijging van de temperatuur als een verhoging van de saliniteit een duidelijke activering van het schildkliermetabolisme voor gevolg hadden. Deze activering resulteert bij de paling in een snelle stijging van de circulerende T_3 -plasmaconcentratie, afkomstig van een verhoogde 5' monodeiodinaseactiviteit. De T_4 -plasmaconcentratie is echter niet positief gecorreleerd met de temperatuur of saliniteit, maar blijft steeds vrij constant. Leloup en de Luze verklaren dit doordat de verhoogde T_4 -deïodinatie precies gecompenseerd wordt door een verhoogde T_4 aanmaak en release vanuit de schildklier, hetgeen aangetoond werd door een verhoogde jodium incorporatie in de schildklier. Vergelijkbare resultaten op paling werden eveneens door Leloup et al. (1981) beschreven. Voor paling is het dus duidelijk dat aanpassing aan verhoogde temperatuur en saliniteit rechtstreeks inwerkt op zowel de schildklier, door verhoogde thyroxine productie, als op de monodeïodinase activiteit. Deze bevindingen komen gedeeltelijk overeen met onze resultaten bij de normaal groeiende zeebaarzen uit P1. T_3 is immers niet positief significant gecorreleerd met de saliniteit terwijl T_4 zowel met de saliniteit als met de temperatuur significant positief gecorreleerd is. De resultaten wijzen dus op een mogelijke stimulerende werking van de temperatuur en/of de saliniteit op het schildkliermetabolisme, zowel ter hoogte van de schildklier als ter hoogte van de perifere monodeïodinaseactiviteit. Deze vaststelling is echter geen bewijs toch slechts een aanwijzing daar verschillende variabelen gelijktijdig op het schildkliermetabolisme inwerken. Een significante positieve correlatie mag dan ook geen synoniem zijn voor een causaal verband tussen de respectievelijke hormoonniveaus en de beschouwde variabele. De gevonden correlatie kan immers toevallig zijn en daardoor niets bewijzen over de fysiologische rol van de variabele op de plasmaconcentratie van het hormoon.

Vandaar ook dat het geen zin heeft om voor de t.o.v P1 hypothyroïde zwemblaasdeficiënte zeebaarzen uit P2, die al een gestoord metabolisme hebben, hypothesen te doen over een eventuele invloed van saliniteit en temperatuur op het schildkliermetabolisme.

Niet bij alle soorten echter wijzen de experimenten in de richting van een stimulerend effect van temperatuur en saliniteit op de circulerende schildklierhormonen in het plasma. Leatherland et al., (1977) onderzocht de invloed van verschillende temperaturen op de thyroxine plasmaconcentratie bij *Salmo gairdneri* en stelde vast dat de circulerende T₄ plasmaconcentratie bij 7 °C hoger is dan bij 19 °C. Volgens Leatherland zou dit kunnen te wijten zijn aan een lagere receptorgevoeligheid voor T₄ bij lagere temperatuur. Op basis van metingen van de epitheelhoogtes van de schildklierfollikelcellen blijkt dat hoge T₄-plasmaconcentraties overeenkomen met hoge "actieve cellen". Hierbij dient wel opgemerkt te worden dat hoge epitheelcellen niet noodzakelijk een hoge activiteit impliceren. Zoals uit de studie van Sontstegard en Leatherland (1976) blijkt. Ze vonden dat er bij jodium gebrek hyperthyroïdie en zelfs goitervorming ontstaat, waardoor de schildklieractiviteit duidelijk onderdrukt wordt. Een bijkomende opmerking bij dit onderzoek is het feit dat de auteurs enkel thyroxine-waarden onderzochten en niet de T₃-plasmaconcentratie, terwijl momenteel algemeen aangenomen wordt dat T₃ het actief metabolisch hormoon is (De Luze, 1987). De lage T₄-plasmaconcentraties bij hoge temperatuur zouden immers op een zeer actieve monodeiodinase activiteit kunnen wijzen. Eales et al (1981) kunnen trouwens aantonen in hun kinetische studie bij *Salmo gairdneri* dat de T₄ monodeiodinatie significant toenam bij stijgende temperatuur. Verder blijkt bij dezelfde soort dat bij toenemende temperatuur het percentage niet aan proteïnen gebonden T₃ en T₄ significant toeneemt. (Eales en Shostack, 1986). Hieruit volgt dus dat bij een temperatuurstoename de fysiologisch actieve vorm, namelijk het vrije T₃, toeneemt. Bij nader toezien blijkt dus dat de op het eerste zicht niet of zelfs negatief met de temperatuur gecorreleerde T₄ plasmaconcentraties niet per se bewijzen dat bij forel hoge temperaturen een verlaging en lage temperaturen een verhoging van het schildkliermetabolisme voor gevolg hebben.

Experimenten betreffende de invloed van schildklierhormonen op de osmoregulatie suggereren in sommige gevallen eveneens een correlatie tussen osmoregulatie en schildklieractiviteit. Hickman (1959) kon aantonen dat in *Platyichthys stellatus* zeewateradaptatie resulteerde in een hoger gehalte aan plasma gebonden jodium t.o.v. zoetwater geïmporteerde vissen. Dit was niet louter het gevolg van de verhoogde jodium concentratie in zeewater, daar supplementatie van jodium aan zoetwater deze verschillen niet kon opheffen. Dickhoff et al. (1977) vond dat de Na⁺, K⁺-ATP-ase activiteit in *Oncorhynchus kisutch* eveneens gestimuleerd werd door overplaatsing van vissen van zoet naar zeewater, gepaard gaande met een stijging van schildklierhormonen plasmaconcentratie. Deze resultaten konden bevestigd worden door Folmar en Dickhoff (1979). Recente studies aangaande de invloed van schildklierhormonen tonen tevens aan dat in *Salmo salar* tijdens de smoltificatie, waarbij verhoogde thyroxinespiegels gemeten worden, de zeewater adaptatie significant verhoogt (Mc Cormick et al., 1987).

Hier tegenover staan echter verschillende tegengestelde bevindingen. Zo kunnen Omeljaniuk en Eales (1986) aantonen dat T₃ behandeling in een fysiologische dosis de Na⁺, K⁺-ATP-ase onderdrukt. Hun proeven beperken zich echter wel tot vissen in zoetwater. Ook voor Milne en Leatherland (1980) was het onmogelijk om bij *Salmo gairdneri* en *Oncorhynchus kisutch* een verband te leggen tussen circulerende schildklierhormoonconcentraties en saliniteit of saliniteitsveranderingen.

Het blijkt dus dat er soortgebonden en conditionele verschillen bestaan met betrekking tot de functie van de schildklier in temperatuurs- en saliniteitsadaptatie, maar dat zoals ook voor zeebaars, de schildklier bij verschillende soorten er een rol in speelt. We kunnen echter niet besluiten dat, en de saliniteit en de temperatuur per se een verhoging van de schildklierplasmaconcentratie veroorzaken bij de zeebaars, daar beide variabelen ook onderling positief gecorreleerd zijn ($P < 0.005$) en er mogelijk nog andere niet geregistreerde variabelen een rol spelen. Om hierover uitsluitel te krijgen is het noodzakelijk om in een proefopzet afzonderlijk van mekaar de invloed van temperatuur en saliniteit, in overigens gestandaardiseerde omstandigheden, op de schildklierhormonen te bestuderen.

6.4.2.4. Interactie van de schildklierhormonen met de groei.

Daar de gegevens betreffende eventuele verschillen van de schildklierhormoonconcentraties in het plasma van traag en snel groeiende vissen schaars zijn is een vergelijkende studie snel gemaakt. In een onderzoek van Eales en Shostack (1985) kon, via voederexperimenten waarbij verschillende voederratio's aangeboden werden aan *Salvelinus fontinalis*, aantonen dat de SGR significant positief gecorreleerd was met de plasma T_3 concentratie maar niet met de plasma T_4 concentratie. Belangrijk is dat het juist T_3 is dat in dit experiment significant positief gecorreleerd is. Het is immers, zoals hoger reeds vermeld, algemeen aanvaard dat vooral T_3 het "actieve" schildklierhormoon is dat mede de groei reguleert. Verder blijkt T_4 een minder betrouwbare maat te zijn omdat zoals ook aangetoond is door Leloup en De Luze (1985), absolute T_4 -concentraties een vals beeld van de schildklieractiviteit kan geven. Dit sluit echter niet uit dat T_4 geen invloed kan hebben op de groei daar T_4 d.m.v. monodeiodinatie bij vissen de voornaamste bron voor T_3 is.

Naast dit experiment waar rechtstreeks aangetoond is dat T_3 mede de groei reguleert, zijn er nog tal van gegevens die in die richting wijzen. Vooral experimenten over de invloed van voederdeprivatie op het schildkliermetabolisme en de invloed van het toedienen van schildklierhormonen op de groei zijn in dit opzicht belangrijk. Verschillende experimenten op salmoniden hebben het belang van schildklierhormonen bij de groei aangetoond. Schildklierhormoon behandeling resulteert bij *Salmo gairdneri* in een verhoogde aminozuurincorporatie in de weefsels (Narayansing en Eales, 1975). Ook Ray en Medda (1973) konden een anabool effect van thyroxinebehandeling vaststellen, waarbij een toename van lever- en spierproteïnen kon geïnduceerd worden. Andere aanwijzingen komen van Higgs en Eales (1979) die aantoonde dat bij *Salvelinus fontinalis* een proteïnearm dieet een duidelijke verlaging van de schildklierhormoonconcentraties voor gevolg had. Ook voederdeprivatie leidt tot een toestand van verlaagde schildklierhormoonconcentraties in het plasma, een toestand die bij *Salmo gairdneri* omkeerbaar is als er terug voeder aangeboden wordt (Flood en Eales, 1983). Directe gegevens i.v.m. anabole effecten van schildklierhormonen komen uit de aquacultuur, waarbij voornamelijk weer bij salmoniden, de groeibevorderende werking van T_3 of T_4 behandeling aangetoond is (Higgs et al., 1982). Algemeen resulteert T_3 of T_4 toediening, hetzij door intraperitoneale injectie, hetzij via implantatie van hormoonpreparaten of via orale inname in een verhoging van de SGR. Soms wordt echter een katabole werking vastgesteld bij T_3 of T_4 behandeling. Vaak is deze

echter het gevolg van een onnauwkeurige dosage van de hormonen, waardoor meestal met een farmacologische dosis in plaats van met een fysiologische dosis gewerkt wordt. (Higgs et al., 1977). Zonder te beweren dat de significante positieve correlatie tussen T₃, T₄ en de SGR direct het verband bewijst, past de vaststelling dus in het algemeen concept dat schildklierhormonen in de meeste gevallen een anabole werking hebben. Het is dan ook niet verwonderlijk dat de circulerende schildklierhormoonconcentraties in zeebaarzen van P2, een populatie waarin een totale groeistilstand optreedt, significant lager zijn dan deze in normaal groeiende vissen uit P1. Bij de hypothyroïde toestand van P2 t.o.v. P1 is het tevens interessant op te merken dat chronische stress, waaraan deze voortdurend rondzwemmende vissen toch blootgesteld zijn, eveneens kan leiden tot een activiteitsvermindering van de schildklier bij Teleostei (Eales, 1979). Cortisol behandeling van *Oncorhynchus kisutch* had een significante verlaging van de T₃-plasmaconcentratie voor gevolg (Redding et al., 1984). Hetzelfde fenomeen kon vastgesteld worden bij paling (*Anguilla anguilla*) door de Luze (1987), die aantoonde dat de verlaging van T₃-plasmaconcentratie niet te wijten was aan een verlaging in monodeïodinase activiteit, maar terug te brengen was tot een snellere plasma-clearance en galexcretie van T₃ bij cortisol behandelde dieren. Daar bij de zeebaarzen in Doel geen cortisolbepalingen plaats vonden, kan als hypothese aangebracht worden dat de stress mede tot een verlaging van de circulerende schildklierhormoonconcentraties geleid heeft.

Het feit dat de circulerende T₃-plasmaconcentraties in P1 significant hoger zijn dan in P2 is conform met de vaststelling dat de in monodeïodinase activiteit in P1 significant hoger is dan in P2. We moeten hierbij wel opmerken dat slechts op twee verschillende tijdstippen deze monodeïodinase activiteit vergeleken is voor beide populaties. Om precies de correlatie tussen T₃ en de monodeïodinase activiteit vast te stellen is het noodzakelijk over het ganse jaar beide variabelen op dezelfde tijdstippen te meten. Toch is experimenteel ook meerdere malen aangetoond dat voedselprivatie niet alleen een daling van de T₃-plasmaconcentratie, maar ook een daling van de monodeïodinase activiteit voor gevolg had (Shields en Eales, 1986, Flood en Eales, 1983).

Met de bekomen resultaten kunnen we dus besluiten, zoals ook bij talrijke salmoniden aangetoond is, dat de schildklierhormonen een belangrijke rol spelen bij de groei, met dien verstande dat ze positief gecorreleerd zijn met de SGR en dat een groeivertraging tot een verlaagde hormonenpiegel en een verlaagde monodeïodinase activiteit leidt. Toch wensen we bij deze studie nog een opmerking te maken i.v.m. de interactie hormoon-SGR. Zoals in hoofdstuk IV besproken neemt de SGR bij alle vissoorten af naarmate de vis groter wordt. De afname van de SGR in de winter van 1986 zou dan ook deels verklaard kunnen worden door de evolutie van de SGR bij vissen. Langs de andere kant stellen we echter vast dat de SGR in de zomer 1986 hoger is dan in het voorjaar, wat niet zou verwacht worden indien men zich baseert op het principe dat naarmate de vis groeit de SGR afneemt. Alleen groeiexperimenten met verschillende groepen van dezelfde leeftijd en gewicht kunnen deze moeilijkheden, inherent aan dit onderzoek naar de invloed van schildklierhormonen op de SGR, overkomen. De interactie SGR-schildklierhormonen kan dan bestudeerd worden door de groei van elke groep afzonderlijk te manipuleren via het voeder aanbod.

Hoofdstuk VII : Kwalitatieve analyse van de afgemeste zeebaars.

7.1. Inleiding.

Naast de kwantiteit of de opbrengst per oppervlakte-eenheid, die vanuit economisch standpunt belangrijk is en rechtstreeks de rendabiliteit van een viskwekerij bepaalt, is ook de kwaliteit van het consumptieklare eindproduct van groot belang. Met kwaliteit bedoelen we niet zozeer de smaak, structurele eigenschappen of vetgehalte van de vis, daar deze eigenschappen moeilijk te kwantificeren zijn vanwege hun subjectief karakter, maar veeleer de concentraties aan xenobiotische stoffen. Deze kunnen door middel van exacte kwantitatieve bepalingen aangetoond worden en vergeleken met de normen. Hierdoor wordt het mogelijk om ondubbelzinnig vast te stellen of het produkt, in dit geval het visvlees, uit het oogpunt van de volksgezondheid voor consumptie geschikt is.

Het is immers meerdere malen aangetoond dat xenobiotische stoffen via de voedselketen tot bij de mens terecht kunnen komen. Denken we aan de kwikvergiftiging van honderden mensen rond de Minamata baai in Japan door de consumptie van de met methylkwik gecontamineerde vis (WHO, 1976).

In dit werk hebben we de accumulatie van 3 belangrijke groepen van polluenten in het eetbare deel van de in Doel afgemeste zeebaars nagemeten en getoetst aan de normen opgelegd voor visvlees. Hierbij dient direct opgemerkt te worden dat de normen waarop wij onze kwantitatieve analyse richten geen Belgische, maar buitenlandse normen zijn, daar er in België voor de beschouwde xenobiotische stoffen geen wettelijk vastgelegde normen bestaan. Ondanks het gebrek aan richtwaarden in België, lijkt het ons uit ekologisch en wetenschappelijk standpunt noodzakelijk om de accumulatie van PCB's, zware metalen en enkele radioisotopen in het visvlees van de in Doel gekweekte zeebaarsen na te gaan. PCB's en zware metalen zijn polluenten die in alle omstandigheden moeten gecontroleerd worden. Metingen van radioactiviteit zijn echter slechts noodzakelijk wanneer men in de omgeving van eventuele contaminatiebronnen werkt of wanneer men in samenwerking met de nucleaire industrie aan aquacultuur doet. Om die reden, en om de vooringesteldheid van sommigen i.v.m. het gebruik van kernenergie en de valorisatie van de ter plaatse geproduceerde afvalwarmte te doorbreken, was het noodzakelijk om een analyse te doen naar de concentratie van enkele belangrijke radioisotopen die een potentieel gevaar voor de consument inhouden.

Om nog even terug te komen op het gebrek aan wettelijk vastgelegde normen in ons land voor b.v. zware metalen en om aan te tonen dat er dringend dergelijke normen vastgelegd moeten worden baseren we ons even op de studie van Aubert et al. (1986). In deze studie werd de aanwezigheid

van vier belangrijke zware metalen onderzocht in o.a. het kustwater van de Atlantische Oceaan, het Kanaal en de Belgische kust. In tabel 7.1. worden de concentraties aan Hg, Cd, Cu en Pb in de Belgische kustwaters vergeleken met de gemiddelde concentraties van deze metalen in het Europese deel van de Atlantische Oceaan.

Tabel 7.1. : vergelijking van het gehalte aan vier belangrijke zware metalen in het kustwater van de Atlantische Oceaan en het Belgische kustwater.

	Hg ng/l	Cd µg/l	Cu µg/l	Pb µ/l
België min-max	160.4 44-298	1.4 0.3-2.6	10.7 3.4-20.9	11.9 8.3-28.3
Gem. Eur.	75.6	0.84	14.5	11.77

Globaal komt uit dit onderzoek naar voor dat in het Belgische kustwater met name Hg en Cd hoger liggen dan gemiddeld, terwijl voor Cu en Pb de gemeten concentraties de Europese gemiddelden benaderen. Buiten deze vaststelling is het tevens belangrijk dat Aubert et al. (1986) tien verschillende plaatsen aan de Belgische kust onderzochten. Hieruit blijkt dat vooral de Franse grensstreek en de monding van het kanaal Brugge - Zeebrugge zwaar belast zijn, terwijl de Scheldemonding ter hoogte van de grens van België met Nederland de laagste belasting zware metalen vertoont.

In wat volgt maken wij voor elke pollutengroep, een vergelijking tussen een aantal waarden weergevonden in consumptieviss en deze gemeten in de zeebaars van Doel. Verder zullen we de door ons gemeten concentraties toetsen aan enkele buitenlandse gangbare normen voor elk van de beschouwde pollutanten.

7.2. PCB's.

7.2.1. Literatuurstudie.

Door het chloreren van bifenyilverbindingen worden polychloorbifeny- of PCB-verbindingen gevormd. Deze PCB's vinden hun toepassing in alle mogelijke takken van de industrie en dit vanwege hun bijzondere koelings-, dielectrische- en isolatie-eigenschappen (Vandamme, 1984). Vooral de PCB's waarvan de recuperatie moeilijk of onmogelijk is; zoals deze in smeerolie, plastic, synthetisch rubber, pesticiden etc., komen in ons ecosysteem en oppervlaktewater terecht. PCB's vormen daardoor een wezenlijk gevaar voor de mens, vanwege het feit dat wij mede aan de top van de voedselketen staan en de PCB's door hun lipofiel karakter in het lichaam kunnen accumuleren (Vandamme en Maertens, 1983). Voor wat de vissen betreft gaat deze redenering van bioaccumulatie echter niet volledig op, daar bijvoorbeeld bij de kabeljauw (*Gadus morhua*) een vissoort die aan de top van de voedselketen staat geen hogere PCB concentraties weergevonden worden in vergelijking met deze gemeten in lagere organismen (Vandamme en Maertens, 1983). Samen met Sneider (1982) komen deze auteurs tot de vaststelling dat er een evenwichtsverdeling van de lipofiele PCB's plaatsgrijpt doorheen het membraansysteem tussen weefsel en water, waardoor niet zozeer het voedsel maar wel de concentratie aan PCB's in het water rechtstreeks de concentratie in het visorganisme bepaalt.

Naast de organochloorresidu's afkomstig van PCB's zijn ook de organochloorpesticiden verantwoordelijk voor de vorming van dergelijke residu's. Globaal kan men echter stellen dat de PCB's instaan voor ongeveer 75-90% van het totaal aan organochloorresidu's (Vandamme en Baeteman, 1982). Voor wat betreft de normen opgesteld voor PCB residu's geeft de Nederlandse wetgeving 5 mg/kg voor paling, 3 mg/kg voor makreel en 1 mg/kg voor de overige vissoorten op basis van het nat gewicht aan (Nederlands Ministerie, 1984a); terwijl de WHO (1975) vooropstelt dat de ADI-waarde, waarmee men de concentratie bedoelt die zonder vermeldenswaardige risico's gedurende een gans mensenleven dagelijks mag opgenomen worden, 3 µg/dag/kg lichaamsgewicht bedraagt.

7.2.2. Materiaal en methode.

Voor de bepaling van de PCB's in het visvlees van de afgemeste zeebaars (1986) werd een mengstaal van het eetbare gedeelte van tien zeebaarzen voor analyse overgebracht naar het Rijksstation voor zeevisserij, Ankerstraat 1, 8400 te Oostende. Op dit spierweefsel werd d.m.v. gaschromatografie (Vandamme en Baeteman, 1982). o.l.v. Dr. I. W. Vyncke de totale concentratie aan PCB's bepaald op basis van de som van 7 PCB isomeren met volgende IUPAC benaming : CB-28-3-101-118-138-153-190. t.o.v. Arochlor 1254 als referentie.

7.2.3. Resultaten en bespreking.

7.2.3.1. Resultaten.

De concentratie aan PCB's op basis van het vetgehalte in de zeebaars (9.9%) bedroeg 3.34 $\mu\text{g/g}$. Omgerekend komt dit neer op een concentratie van 0.33 mg/kg op basis van het nat gewicht.

Vooraleer onze resultaten te vergelijken met deze teruggevonden in de literatuur willen we erop wijzen dat de metingen (voor 1986) gebeurd zijn op één mengstaal verkregen door tien spierweefselstukjes van tien verschillende zeebaarzen samen te homogeniseren. Recentelijk zijn echter meerdere stalen van zeebaars en paling onderzocht op de aanwezigheid van PCB's. Hieruit blijkt eveneens dat, op basis van het natgewicht, de PCB concentratie zowel voor zeebaars als voor paling steeds lager liggen dan 1 mg/kg (mededeling De Heer Denayer).

7.2.3.2. Bespreking.

In tabel 7.2. worden enkele PCB waarden weergegeven van vismonsters uit Nederland en België.

Tabel 7.2. : vergelijking van de PCB waarden voor de gemiddelde consumptievis in Nederland en België met de PCB waarden gemeten in het visviees van de afgemeste zeebaars in Doel (1986).

Soort	Jaartal	Plaats van herkomst	PCB mg/kg	Bron
Paling	1981-82	Terneuzen	0.54-3.70	Van Banning 1984
"	1981-82	Greveling.	0.30-1.10	"
"	1980-82	Rijn	12.3	Kerckhoff 1983
"	1980-82	maas	3.4-13.7	"
"	1980-82	Waal	9.1-11.4	"
"	1980-82	Ysselmeer	2.7-2.8	"
Bot	1980	Belg.kust	0.06-0.3	Vandamme 1982
Kabelj.	1980	"	0.02-0.14	"
Tong	1980	"	0.02-0.08	"
Sprot	1983	"	0.9	Vandamme 1984
Makreel	1983	"	0.3	"
Haring	1983	"	0.4	"
Geep	1983	"	0.34	"
Kabelj.	1983	"	0.05	"
Tong	1983	"	0.08	"
Schol	1983	"	0.04	"
Wijting	1983	"	0.05	"
Zeeb.	1986	Doel	0.34	Verdonck

Hieruit blijkt dat de zeebaars uit Doel een spierweefsel PCB concentratie heeft die vergelijkbaar is met deze van vette vissoorten gevangen in onze Belgische kustwateren zoals sprot, makreel, haring en geep. De lagere concentraties aan PCB's op basis van het nat gewicht, teruggevonden in tong, schol, wijting en kabeljauw zijn enkel te wijten aan het lagere spier vetgehalte bij deze soorten. Zoals aangetoond door Vandamme (1984) is de concentratie aan PCB's niet significant verschillend tussen magere en vette vissoorten uit onze kustwateren, wanneer deze concentraties uitgedrukt worden op basis van het vetgehalte. In geen van deze soorten wordt echter de norm benaderd of overschreden.

Hiertegenover staan enkele hoge, normoverschrijdende concentraties, gemeten in Nederlandse paling, met maximale PCB concentraties van 13 mg/kg vis op basis van het nat gewicht. Hierbij dient wel opgemerkt te worden dat in de studie van Kerkhoff et. al. (1983) vooral paling uit probleemgebieden, zijnde Maas, Waal, Rijn en de daarmee verbonden oppervlaktewateren, gerecolteerd werd. Op basis van deze vaststelling schat Kerkhoff et. al. (1983) dat slechts 4% van het totale aanbod van paling op de Nederlandse markt de PCB norm overschrijdt, hetgeen toch nog aanzienlijk is. Aan de hand van de gegevens uit tabel 7.2. zou men kunnen veronderstellen dat de paling in tegenstelling tot de andere vissoorten meer PCB's zou accumuleren, wat dan als oorzaak voor de hogere concentraties in deze vissoort zou kunnen gelden. Dit kunnen we echter formeel tegenspreken daar uit metingen van palingen opgekweekt in Doel blijkt dat de concentratie aan PCB's, op basis van het vetgehalte, niet verschillend is van deze gemeten in zeebaars (Mededeling De Heer Denayer). Alhoewel in Nederland dus plaatselijk vrij hoge PCB concentraties in het visvlees worden aangetroffen wijzen de gegevens van Spagnoli en Skinner (1977) erop dat de toestand in b.v. de Hudson rivier in de U.S.A onvoorstelbaar slecht is. Bij een paling uit deze rivier werd een PCB concentratie van 560 mg/kg PCB's gemeten. Concreet betekent dit dat een persoon van 80 kg bij inname van 0.5 g van dit palingvlees reeds de WHO-norm overschrijdt.

Voor de zeebaars uit Doel en voor diverse soorten uit onze Belgische kustwateren kunnen we echter met zekerheid stellen dat voor de meest voorkomende organochloorresidu's, nl. de PCB's, geen van beide gehanteerde normen overschreden worden. De concentratie ligt immers meer dan 3 x lager dan de Nederlandse norm en een volwassen persoon zou dagelijks ongeveer 1kg zeebaars, of een andere vissoort uit onze kustwateren moeten consumeren om de WHO norm, die steeds een grote veiligheidsmarge inbouwt, te overschrijden.

7.3. Zware metalen en metalloïden.

7.3.1. Literatuurstudie.

Zware metalen en metalloïden komen in ons ecosysteem terecht, vooral via de erts en olieverwerkende industrie. Tevens weet men dat zware metalen in mindere of meerdere mate aan zwevend stof en slib absorberen (Van Banning et. al., 1984), waardoor ze in de waterorganismen kunnen accumuleren (Ned. ministerie, 1984b). Zonder een diepgaande literatuurstudie te doen betreffende de toxische effecten van zware metalen en metalloïden - het is immers in het kader van dit onderzoek vooral belangrijk om na te gaan of we de vooropgestelde normen niet overschrijden - wordt in de hiernavolgende bespreking een overzicht gegeven van de metalen en metalloïden die verder aan bod komen. Het feit of ze al dan niet essentieel of toxisch zijn, de bron vanwaaruit ze in het ecosysteem terechtkomen en hun richtwaarden voor consumptie worden behandeld.

- Kwik (Hg).

Kwik is een niet essentieel en toxisch element dat vooral via de verbranding van fossiele brandstoffen, en via het gebruik van kwik-batterijen in ons milieu terecht komt (Nederlands Ministerie, 1984b). Guns et al. (1985) vindt dat er voor kwik een rechtlijnige regressie bestaat tussen het kwikgehalte en de leeftijd van de hondshaai (*Scyliorhinus canicula*), berekend op basis van het gewicht en de lengte. Ook bij zeebaars (Gutierrez et al, 1978; Establier et al., 1978) blijkt kwik snel te accumuleren, zowel in het spierweefsel als in al de andere organen, waarbij de lever als voornaamste accumulatieorgaan optreedt. Bij een concentratie in het kweekwater van 0,1 mg/l, hetgeen weliswaar ca. 2000 maal hoger is dan de gemiddelde concentratie in estuariumwater (Nederlands Ministerie, 1984b), accumuleert het kwik tot 329 ppm in de lever na een blootstelling van 2 maanden aan dergelijk hoge concentraties. Ook de toxische werking van kwik in de verschillende organen kon duidelijk aangetoond worden door Gutierrez et. al. (1978) voor wat de rode bloedlichaampjes betreft en door Establier et al. (1978) in al de andere organen. Belangrijk voor kwik is de vaststelling dat Hg als dusdanig weinig mobiel is maar in waterig milieu chemisch kan omgezet worden in het uiterst giftige, stabiele en mobiele methykwik. Dit methykwik, alhoewel in niet meetbare hoeveelheden aanwezig in het water kan zeer snel door vissen geaccumuleerd worden, waardoor ca. 80 - 90 % van de totale kwikhoeveelheid in het visorganisme onder de vorm van methykwik aanwezig is (Nederlands ministerie, 1984b).

De WHO ADI-waarde voor kwik bedraagt 43 µg/dag/persoon waarvan maximaal 28 µg/dag/persoon onder de vorm van methykwik mag opgenomen worden (WHO, 1972). De Nederlandse norm voor Hg in visvlees is vastgelegd op 1 mg/kg.

- Lood (Pb).

Lood is een niet essentieel, toxisch zwaar metaal dat voornamelijk uitgestoten wordt en in de lucht terecht komt via de verbranding van benzine (0,4 mg/l). Het in het milieu weinig mobiele lood kan eveneens organisch gebonden worden waardoor de giftigheid toeneemt. De Nederlandse norm voor lood bedraagt (0,5 mg/kg) (Ned. Ministerie, 1984 a). De WHO ADI-waarde voor lood bedraagt voor volwassenen 0,43 mg/dag en voor babies en kinderen minder dan 0,15 mg/dag (WHO, 1972).

- Cadmium (Cd).

Cadmium is, zoals lood en kwik, een niet essentieel en toxisch element voor plant en dier. Cadmiumvervuiling wordt vooral veroorzaakt door gebruik van uit fosfaaterts gewonnen kunstmest en door verbranding van aardolie en steenkool. Voor de mens komt het roken als extra accumulatiebron voor cadmium in aanmerking. De Nederlandse norm voor maximale cadmiumgehalten in visproducten bedraagt 0,05 mg/kg (Ned. Ministerie, 1984a). De WHO ADI-waarde voor cadmium bedraagt 0,05 tot 0,07 mg/dag (WHO, 1972).

- Zink (Zn).

Zink is een essentieel element dat in verschillende enzymatische reacties tussenkomt, zowel in dierlijke als in plantaardige organismen. Milieuverontreiniging kan ontstaan door zinkverwerkende bedrijven en door corrosie van zink waarbij oplosbare zinkverbindingen ontstaan. (Ned. Ministerie, 1984a). In G.B. wordt de maximale toelaatbare zinkconcentratie voor consumptiegoederen op 50 mg/kg vastgesteld (Taylor, 1971). Het WHO (1971) stelt dat de dagelijkse zink behoefte voor volwassenen ongeveer 7,5 mg/dag bedraagt.

- Koper (Cu).

Zoals zink is ook koper een noodzakelijk sporeëlement voor de mens. Het is voornamelijk de akkerbemesting met, en de lozing van varkensmest die verantwoordelijk is voor de kopervervuiling van onze oppervlaktewateren (Ned. Ministerie, 1984a). De norm voor Cu concentraties in G.B. in consumptiegoederen bedraagt 20 mg/kg (Taylor, 1971). De WHO (1971) stelt de noodzakelijke dagelijkse koperbehoefte voor de mens op ca 2 mg.

- Nikkel (Ni).

Volgens Vos en Hovens (1986) levert het weinig toxische nikkel geen problemen op bij de consumptie van vis. Er wordt immers slechts gemiddeld 1,4 µg nikkel per dag opgenomen via visproducten, terwijl de dagelijks opgenomen hoeveelheid ongeveer 150 µg bedraagt.

- Selenium (Se).

Selenium bezit zowel een aantal typische eigenschappen, voor metalen als voor metalloïden, en kan dus op basis hiervan niet in één van beide groepen geklasseerd worden (WHO, 1986). Het stabiele element blijkt essentieel te zijn als sporeëlement (Keshan disease), maar tevens selenosis of seleniumintoxicatie te veroorzaken wanneer het in te hoge concentraties opgenomen wordt (Yang et al., 1983). Het komt vooral in het milieu terecht door vulkanische eruptie, verbranding van fossiele brandstof of via de dumping van bijproducten uit de koperertsverwerking (WHO, 1986). Selenium wordt zoals de zware metalen in het lichaam van vissen geaccumuleerd, waarbij ook hier de lever het voornaamste accumulatieorgaan is (spier 0,2-1 mg/kg, lever tot 13,5 mg/kg) (Itano, 1983).

De WHO (1986) beschouwt een dagelijkse opname van 1,5 mg/kg lichaamsgewicht als een veilige marge die zeker geen nadelige gevolgen kan hebben voor mens en dier.

- Arseen (As).

Van het metalloïde arseen is vooral de anorganische vorm erg giftig; 180 mg arseen III is immers doodelijk voor een volwassen man (WHO, 1986). Organisch gebonden arseen daarentegen is veel minder giftig, en er wordt zelfs gesteld dat het voor de mens essentieel is (Ned. Ministerie, 1984a). Welch (1950) kon immers aantonen dat arsenocholine antihemorrhagische eigenschappen heeft.

Arseen komt vooral in het milieu terecht door het gebruik van arseen houdende insecticiden (WHO, 1986) en door de verbranding van fossiele brandstoffen (Ned. Ministerie, 1984a). Arseen accumulatie in vis zou vooral gebeuren via de voedselketen en in veel mindere mate door rechtstreekse opname uit het water (Pentreath, 1977).

De WHO ADI-waarde voor anorganisch arseen wordt vastgesteld op 120 μ g/dag/persoon.

7.3.1. Materiaal en methode.

De bepaling van zware metalen in het visvlees van de afgemeste zeebaars (1986) werd uitgevoerd op een mengstaal afkomstig van 10 vissen. De analyse werd uitgevoerd op het laboratorium voor onderzoek van voedingswaren (LOVAP), Kleinhoefstraat 4, 2440 Geel. In het spierweefsel werd, na mineralisatie in salpeterzuur (HNO₃, 1M), d.m.v. atomaire absorptie spectrofotometrie de totale concentratie aan kwik, lood, cadmium, zink, koper, nikkel en arseen bepaald (Toestel type : International laboratories 357). De bepalingen gebeurden o.l.v. Ir. C. Bruyninckx.

7.3.2. Resultaten en bespreking.

7.3.2.1. Resultaten.

In tabel 7.3. zijn de concentraties in het eetbare deel van de zeebaars weergegeven voor de hoger besproken metalen

Tabel 7.3. : meetresultaten van zware metalen in het eetbare deel van zeebaarzen, afgemest in Doel (1986).

Aard van het element	Conc. in mg/kg nat spierweefsel
Kwik (Hg).	0.11
Lood (Pb).	<0.05
Cadmium (Cd).	<0.025
Zink (Zn).	10.2
Koper (Cu).	0.74
Nikkel (Ni).	0.02
Selenium (Se).	0.2
Arseen (As).	<0.01

7.3.3.2. Bespreking.

Voor de bespreking van de metaal- en metalloïdeconcentraties in het spierweefsel van de zeebaars wordt voor elk element in tabelvorm een kwantitatieve vergelijking gemaakt van de door ons weergevonden concentraties met literatuurgegevens. Dit laat toe om samen met de voorhanden zijnde normen voor elk element apart een evaluatie te doen voor de in Doel afgemeste zeebaars.

• Kwik (Hg) : Tabel 7.4.

Tabel 7.4. : vergelijking van de in de literatuur weergevonden kwikconcentraties in consumptievies met deze gemeten in het eetbare gedeelte van de zeebaars, afgemest in Doel (1986).

soort	jaartal	plaats van Herkomst	conc mg/kg	Bron
Paling	1970	Ysselmeer	0.13-0.36	Greve en Wit, 1971
Bot	1975-77	Belg.kust	0.52	De Clerck et al., 1979
Makreel	"	"	0.73	"
Schol	1972-78	Belg.kust	0.15	Vyncke et al., 1981
Wijting	"	"	0.19	"
Sprot	"	"	0.12	"
Paling	1981-82	Grevelingen	0.22-0.30	Van Banning et al., 1984
Makreel	1980-81	Belg.kust	0.28	Guns et al., 1984
Tarbot	"	"	0.19	"
Tongschar	"	"	0.10	"
Tong		Ned.kust	0.09	Hagel, 1986
kabeljauw		"	0.10	"
Haring		"	0.05	"
Paling	1987	Doel	0.04	De Nayer, pers med.
Zeebaars	1986	Doel	0.11	Verdonck

Steunend op de Nederlandse norm van 1 mg/kg visvlees (Nederlands ministerie, 1984b) ligt de gemeten Hg-concentratie in het eetbare deel van de zeebaars 10 maal lager. Tevens blijkt uit tabel 3.7. dat t.o.v. de gemiddelde consumptievies de Hg-concentratie in zeebaars als laag kan beschouwd worden.

De WHO ADI-waarde (WHO, 1972) van $28 \mu\text{g}/\text{dag}/\text{persoon}$ wordt voor methylkwik overschreden bij consumptie van 2 kg zeebaars per week, aangenomen dat alle aanwezige kwik in de zeebaars zich voordoet in de vorm van methylkwik. Met een gemiddelde jaarlijkse visconsumptie per capita van 16.9 kg is het dus zeer onwaarschijnlijk dat de ADI waarde, die toch een grote veiligheidsmarge inhoud, overschreden wordt. Het kwikgehalte in de zeebaars kan dus als toelaatbaar beschouwd worden.

• Lood (Pb) : Tabel 7.5.

Tabel 7.5 : vergelijking van de in de literatuur weergevonden loodconcentraties in consumptievies met deze gemeten in het eetbare gedeelte van zeebaars, afgemest in Doel (1986).

soort	jaartal	plaats van Herkomst	conc mg/kg	Bron
Bot	1975-77	Belg.kust	0.28	De Clerck et al., 1979
Schar	"	"	0.40	"
Kabeljauw	1978-82	Belg.kust	0.03	De Clerck et al., 1984
Tong	1979-82	Noordzee	0.03	Vyncke et al., 1984
Tong	"	Ierse zee	0.14	"
Makreel	1980-81	Noordzee	0.02	Guns et al., 1984
Tarbot	"	"	<0.01	"
Tongschar	"	"	<0.01	"
Tong	"	Ned.kust	0.07	Hagel, 1986
Tong	"	"	0.08	"
Haring	"	"	0.10	"
Paling	1977-84	Ysselmeer	0.04-0.44	Vos en Hovens, 1986.
Paling	1987	Doel	0.07	De Nayer pers. med.
Zeebaars	1986	Doel	<0.05	Verdonck

Zoals voor kwik, tonen de metingen aan dat ook de loodconcentratie in de zeebaarsspier bijzonder laag is. De gemeten concentratie is ongeveer 100 maal kleiner dan de vooropgestelde Nederlandse norm (Nederlands ministerie, 1984a). Ook ten opzichte van de gemiddelde consumptievies (tabel 4.7.) scoort de zeebaars, voor wat de loodconcentratie betreft, zeer laag. Voor de WHO ADI-waarde (WHO, 1972) van 0.43 mg/dag voor een volwassen persoon mogen we tevens aannemen dat deze onmogelijk kan bereikt worden.

• Cadmium (Cd) : Tabel 7.6.

Tabel 7.6 : vergelijking van de in de literatuur weergevonden cadmiumconcentraties in consumptievies met deze gemeten in het eetbare gedeelte van de zeebaars, afgemest in Doel (1986).

soort	jaartal	plaats van Herkomst	conc mg/kg	Bron
Bot	1975-77	Belg.kust	<0.01	De Clerck et al. 1979
Ansjovis	"	"	0.07	"
Schol	1972-78	Belg.kust	0.01-0.08	Vyncke et al., 1981
Wijting	"	"	0.01-0.02	"
Sprot	"	"	0.01-0.06	"
Kabeljauw	1978-82	Belg.kust	<0.005	De Clerck et al., 1984
Makreel	1980-81	Belg.kust	0.01	Guns et al., 1984
Tarbot	"	"	<0.005	"
Tongschar	1980-81	"	<0.005	"
Paling	1981-82	Terneuzen	0.005-0.01	Van Banning et al., 1984
Paling	"	Grevelingen	0.005-0.01	"
Tong	"	Ned.kust	0.004	Hagel, 1986
Kabeljauw	"	"	0.003	"
Haring	"	"	0.006	"
Paling	1977-84	Ysselmeer	0.004-0.05	"
Paling	1987	Doel	0.029	De Nayer pers.med.
Zeebaars	1986	Doel	<0.025	Verdonck

Zoals uit tabel 5.7. kan afgeleid worden wijkt de cadmiumconcentratie, gemeten in de zeebaars, niet af van deze weergevonden in de gemiddelde consumptievvis. Bij een normale visconsumptie kunnen dus noch de Nederlandse norm van (0.05 mg/kg) (Nederlands Ministerie, 1984a), noch de WHO ADI-waarde van 0.05 mg/dag overschreden worden. (WHO, 1972).

• Zink (Zn) : Tabel 7.7.

Tabel 7.7. : vergelijking van de in de literatuur weergevonden zinkconcentraties in consumptievvis met deze gemeten in het eetbare gedeelte van de zeebaars, afgemest in Doel (1986).

soort	jaartal	plaats van Herkomst	conc mg/kg	Bron
Bot	1975-77	Belg.kust	12.6	De Clerck et al., 1979
Schar	"	"	6.7	"
Ansjovis	"	"	21.4	"
Kabeljauw	"	"	5.2	"
Schol	1972-78	Belg.kust	7.2	Vyncke et al., 1981
Wijting	"	"	7.8	"
Sprot	"	"	22.5	"
Tong	1973-82	Noordzee	5.0	Vyncke et al., 1984
Tong	"	Ierse zee	5.2	"
Kabeljauw	1978-82	Belg.kust	5.2	De Clerck et al., 1984
Makreel	1980-81	Belg.kust	4.5	Guns et al., 1984
Tarbot	"	"	4.1	"
Tongschar	"	"	3.6	"
Paling	1981-82	Terneuzen	22.7-25	Van Banning et al., 1984
Paling	"	Greveling	16.0-21.7	"
Tong		Ned.kust	6.0	Hagel, 1986
Kabeljauw		"	5.0	"
Haring		"	8.0	"
Paling	1977-78	Ysselmeer	14-29	Vos en Hovens, 1986
Paling	1987	Doel	31	De Nayer pers. med.
Zeebaars	1986	Doel	10.2	Verdonck

Voor de vergelijking van het zinkgehalte in de zeebaars met deze van andere vissoorten die voor consumptie in aanmerking komen (tabel 5.8.), stellen we vast dat het gehalte in zeebaars zich zo wat tussen de uiterste waarden, gemeten in andere soorten, bevindt. Daar zink een essentieel element is voor de mens, en de dagelijkse behoefte op 7.5 mg geraamd wordt (WHO, 1971) kunnen we hier beter spreken van de bijdrage die zeebaars- en visconsumptie in het algemeen levert om aan de dagelijkse behoefte te voldoen. Van toxische effecten die eventueel zouden optreden wanneer de zinkconcentratie hoger ligt dan 50 mg/kg (Taylor, 1971) kan zeker geen sprake zijn, vermits de zinkconcentratie in de zeebaars ongeveer 5 maal lager is.

• Koper (Cu) : Tabel 7.8.

Tabel 7.8. : vergelijking van de in de literatuur weergevonden koperconcentraties in consumptievvis met deze gemeten in het eetbare gedeelte van de zeebaars, afgemest in Doel (1986).

soort	jaartal	plaats van Herkomst	conc mg/kg	Bron
Bot	1975-77	Belg.kust	0.45	De Clerck et al., 1979
Schar	"	"	0.44	"
Ansjovis	"	"	1.18	"
Schol	1972-78	Belg.kust	0.71	Vyncke et al., 1981
Wijting	"	"	1.03	"
Sprot	"	"	1.24	"
Tong	1973-82	Noordzee	0.36	Vyncke et al., 1984
Tong	"	Ierse Zee	0.28	"
Kabeljauw	1978-82	Belg.kust	0.29	De Clerck et al., 1984
Makreel	1980-81	Belg.kust	0.56	Guns et al., 1984
Tarbot	"	"	0.26	"
Tongschar	"	"	0.28	"
Paling	1981-82	Terneuzen	0.60	Van Banning et al., 1984
Paling	"	Grevelingen	0.60-0.70	"
Tong		Ned.kust	0.7	Hagel, 1986
Kabeljauw		"	0.5	"
Haring		"	1.0	"
Paling	1977-78	Ysselmeer	0.34-1.80	Vos en Hovens, 1986
Paling	1987	Doel	0.36	De Nayer pers. med.
Zeebaars	1986	Doel	0.74	Verdonck

Voor koper kan dezelfde opmerking gemaakt worden als voor zink, vermits koper voor de mens eveneens een essentieel element is. Ook voor koper situeert zich het gemeten gehalte rond de gemiddelde waarden teruggevonden in andere consumptievvis (tabel 7.7.).

Eventuele schadelijke effecten zijn dus ook hier uitgesloten, wat ook afgeleid kan worden uit de norm vooropgesteld in G.B. die 20 mg/kg bedraagt (Taylor, 1971).

• Nikkel (Ni) : Tabel 7.9.

Tabel 7.9. vergelijking van de in de literatuur weergevonden nikkelconcentraties in consumptievissen met deze gemeten in het eetbare gedeelte van de zeebaars, afgemest in Doel (1986).

soort	jaartal	plaats van Herkomst	conc mg/kg	Bron
Kabeljauw	1978-82	Belg.kust	0.22	De Clerck et al., 1984
Makreel	1980-81	Belg.kust	0.07	Guns et al., 1984
Tarbot	"	"	0.09	"
Tongschar	"	"	0.02	"
Tong	1980-82	Noordzee	0.07	Vuncke et al., 1984
Tong	"	Ierse Zee	0.12	"
Tong	"	Ned.Kust	0.02	Hagel, 1986
Kabeljauw	"	"	0.03	"
Haring	"	"	0.03	"
Paling	"	Ysselmeer	0.02-0.03	Vos en Hovens, 1986
Paling	1987	Doel	0.04	De Nayer Pers.med.
Zeebaars	1986	Doel	0.02	Verdonck

Het nikkel gehalte in de zeebaars van Doel is minimaal t.o.v. de andere consumptiesoorten weergegeven in tabel (8.7.). Daar nikkel als een weinig of niet toxisch element beschouwd wordt (Vos en Hovens, 1986) kunnen we aannemen dat ook de nikkelconcentratie in het zeebaarsvlees geen enkel probleem stelt voor de consument.

• Selenium (Se) : Tabel 7.10.

Tabel 7.10. vergelijking van de in de literatuur weergevonden seleniumconcentraties in consumptievissen met deze gemeten in het eetbare gedeelte van de zeebaars afgemest in Doel (1986).

soort	jaartal	plaats van Herkomst	conc mg/kg	Bron
Tong		Ned.kust	0.3	Hagel, 1986
Kabeljauw		"	0.3	"
Haring		"	0.3	"
Paling	1977-80	Ysselmeer	0.17-0.30	Vos en Hovens, 1986
Paling		Nederland	0.3	Hagel, 1986
Paling	1987	Doel	0.17	De Nayer pers.med.
Zeebaars	1986	Doel	0.2	Verdonck

Daar de opname van 1.5 mg/kg lichaamsgewicht als veilig beschouwd wordt (WHO, 1986) kan de consumptie van zeebaars uit Doel zeker niet leiden tot eventuele seleniumintoxicatie, temeer daar de door ons gemeten concentratie lager ligt dan algemeen in de literatuur weergevonden voor andere consumptiesoorten (tabel 9.7.)

• Arseen (As) : Tabel 7.11.

Tabel 7.11.: vergelijking van de in de literatuur weergevonden arseenconcentraties in consumptievies met deze gemeten in het eetbare gedeelte van de zeebaars, afgemest in Doel (1986).

soort	jaartal	plaats van Herkomst	conc mg/kg	Bron
Tong		Ned.kust	6.0	Hagel, 1986
Kabeljauw		"	2.0	"
Haring		"	2.0	"
Paling	1977-78	Ysselmeer	0.03-0.25	Vos en Hovens, 1986
Paling		Nederland	0.1	Hagel, 1986
Paling	1987	Doel	<0.05	De Nayer pers.med.
Zeebaars	1986	Doel	<0.01	Verdonck

Het arseengehalte in de zeebaars van Doel is niet alleen verwaarloosbaar klein t.o.v. de arseengehalten teruggevonden in ander consumptiesoorten (tabel 11.7) maar bereikt zelfs de meetbaarheids-grens. De 120 μ g/dag/persoon als veilige norm vooropgesteld door het WHO (1986) wordt dus zeker niet bereikt bij consumptie van zeebaars uit Doel.

7.4. Radioisotopen of nucliden.

7.4.1. Literatuurstudie.

Voor na het ongeval in Tsjernobyl in april 1986, waarbij over gans Europa ten gevolge van de "fall out" verhoogde radioactiviteit in voedingsprodukten gemeten werd, is de aandacht voor de eventuele gevaren van accumulatie van nucliden in het voedsel en het daaraan verbonden risico voor de consument toegenomen. De radioactieve contaminatie van voedingswaren wordt uitgedrukt in becquerel per kg (Bq/kg). In 1 Bq van een hoeveelheid radioactieve stof vervalt elke seconde één atoomkern onder uitzending van α , β en/of γ -straling.

De dosis-equivalent met als éénheid de sievert (Sv) wordt gehanteerd als maat voor de biologische werkzaamheid van straling. 1 Sv of γ straling betekent een energie-afgifte van 1 joule per kg weefsel. 1 Sv α straling wordt al veroorzaakt door een energie-afgifte van 0.05 joule per kg weefsel (Ned. ministerie, 1986).

De ICRP (1985) beveelt een dosis-equivalent limiet aan van 1 mSv per jaar per persoon (bovenop de natuurlijke radioactiviteit die ongeveer 2 mSv per jaar bedraagt), alhoewel de toegelaten dosis-equivalent (bovenop de natuurlijke dosis) 5 mSv per jaar bedraagt op voorwaarde dat het gemiddelde jaarlijkse dosis-equivalent waaraan de persoon is blootgesteld op basis van de totale levensduur niet groter is dan 1 mSv per jaar.

De effectieve equivalent-dosis, via het eten van vis opgenomen, wordt berekend volgens de formule van Mc Aulay en Doyle (1985) : $D = kQ_iC_i$ (D = dosis, Q_i = kwantiteit van de geconsumeerde soort, C_i = concentratie van het beschouwde nuclide in het visvlees uitgedrukt in Bq/kg en k = faktor voor het omrekenen van de opgenomen radioactiviteit naar de radioactiviteit die door de darmwand dringt. De k -factor wordt ook "gut transfer factor" genoemd (Hunt, 1988) en is afhankelijk van de aard van het nuclide, zijnde een sterke of zwakke straler.

Daar het aantal radioisotopen die in het milieu voorkomen bijzonder groot is moeten we ons noodgedwongen beperken tot deze die voor onze locatie, nl de Schelde ter hoogte van Doel, voor mogelijke contaminatie in aanmerking komen.

- Radium ^{226}Ra .

^{226}Ra is als dusdanig belangrijk daar blijkt dat de fosfaatmeststof producerende bedrijven waarvan effluënten in de Schelde terecht komen een effectieve verhoging van het ^{226}Ra gehalte in de Schelde veroorzaken (Bonnyns- Van Gelder et al., 1986). Naast de meststof producerende industrie zijn de lozingsproducten in de Franse rivier de Espiere en een chemisch bedrijf gevestigd op de Nederlands-Belgische grens mede verantwoordelijk voor de verhoogde ^{226}Ra concentratie in het Scheldewater. De halveringstijd van ^{226}Ra bedraagt 1600 jaar waardoor eventuele contaminatie van het milieu langdurig voor problemen kan zorgen.

De "gut transfer factor" voor ^{226}Ra bedraagt $3.6 \cdot 10^{-7}$ Sv/Bq. (Bonnyns-Van Gelder et al., 1986).

- Tritium $3H^*$.

Tritium is een isotoop dat in vrij grote hoeveelheden in het natuurlijk milieu voorkomt en een stralingsvermogen bezit met een geringe doordringbaarheid, waardoor het bij de minder schadelijke isotopen gerekend wordt (Binnerts et al., 1986a). Daarom zijn er volgens Binnerts et al. (1986b) slechts bij zeer hoge Tritium concentraties mutagene afwijkingen binnen het genetisch materiaal te verwachten. De limietnorm voor tritium, opgesteld door het Belgisch ministerie voor volksgezondheid (1987) bedraagt $3 \cdot 10^9$ Bq op jaarbasis voor inname via het voedsel. Deze norm is wel vastgelegd voor personen die binnen hun arbeidsomstandigheden regelmatig te maken hebben met tritiumcontaminatie.

Tritium is een bijproduct van nucleaire centrales dat onder strikt gecontroleerde voorwaarden geloosd wordt. Daar de zeebaars afgemest is met behulp van thermische effluënten van de kerncentrale te Doel is een controle op eventuele accumulatie van dit nuclide in de zeebaars een noodzaak.

7.4.2. Materiaal en methoden.

De ^{226}Ra - en Tritiumconcentratie in het eetbare deel van de zeebaars werden bepaald in het S.C.K. te Mol op de afdeling radio-biologie. Zoals voor de PCB-en zware metalen bepaling werd ook hier de meting uitgevoerd op een mengstaal van tien zeebaarzen, met een gemiddelde gewicht van 370 g, afgemest in december 1986.

7.4.2. Resultaten en Bespreking.

7.4.2.1. Resultaten.

De radioactieve straling gemeten voor Tritium en ^{226}Ra bedroeg respectievelijk 78 en 0.17 Bq/kg.

7.4.2.2. Bespreking.

- Tritium.

Voor de tritium concentratie in het visvlees, is het duidelijk dat 78 Bq/kg te verwaarlozen is, wanneer de totale, als niet schadelijk beschouwde en oraal opgenomen hoeveelheid $3 \cdot 10^9$ Bq/jaar bedraagt.

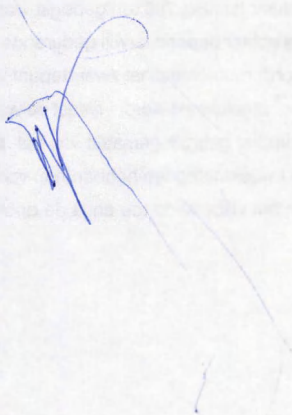
- ^{226}Ra

Ook voor ^{226}Ra blijkt, rekening houdend met de "gut transfer factor, dat er geen enkel gevaar bestaat voor wat dit isotoop betreft. De jaarlijkse visconsumptie per capita in België bedraagt 16.9 kg/jaar (Bonyns-Van Gelder et al., 1986). Indien we aannemen dat deze 16.9 kg uitsluitend bestaat uit zeebaars afgemest in Doel dan is het berekende dosisequivalent op jaarbasis = $0.17 \text{ Bq} \times 16.9 \times 3.6 \cdot 10^{-7} = 0.001 \text{ mSv}$. Daar men aanneemt dat de gemiddelde Belg en Nederlander ongeveer

1-5 mSv per jaar aan straling accumuleert, de natuurlijke straling niet meegerekend, is de opgenomen dosis equivalent voor ^{226}Ra via de consumptie van zeebaars uit Doel verwaarloosbaar klein, indien alle geconsumeerde vis over een gans jaar bestond uit zeebaars van Doel.

Tevens blijkt dat de radioactiviteit toe te schrijven aan ^{226}Ra voor de zeebaars van Doel lager ligt dan voor de gemiddelde consumptievis die op de Westerschelde gevangen wordt daar deze 0.26 Bq/kg bedraagt.

Ondanks het beperkt aantal gemeten isotopen blijkt dat voor twee belangrijke, tritium en ^{226}Ra de radioactiviteit verwaarloosbaar laag is.



Samenvatting.

In Europa neemt de interesse voor zeebaars (*Dicentrarchus labrax*) snel toe. Hierdoor kent de zeebaarskweek samen met de kweek van enkele andere mariene vissoorten zoals de daurade (*Sparus aurata*) en de tarbot (*Scophthalmus maximus*) een snelle expansie. In 1983 werd een onderzoeksproject gestart met de bedoeling zeebaars te kweken in de thermische effluënten van de Kerncentrale van Doel. Hierdoor wordt niet alleen de mogelijkheid geschapen hoogwaardige proteïnen te produceren maar gelijktijdig kunnen de thermische effluënten van de K.C.D., die normaliter als afvalwarmte in de Schelde terecht komen, gevaloriseerd worden.

I. De Biologie van de zeebaars.

Het verspreidingsgebied van de zeebaars in de Atlantische Oceaan strekt zich uit van Marokko tot Noorwegen. Hij komt eveneens voor in gans de Middellandse Zee. De soort kent onafhankelijk van de breedteligging slechts één voortplantingsperiode. Meestal worden de eieren in de littorale zone afgezet in water met een saliniteit boven 30 ‰. De juveniele stadia daarentegen verblijven vaak in brakke, ondiepe lagunaire wateren die als "nursery grounds" fungeren vanwege hun rijk voedselaanbod. Dit voedsel bestaat hoofdzakelijk uit ongewervelden en alhoewel adulte piscivore zeebaarzen aangetroffen worden, blijven Crustacea een belangrijk deel van het menu uitmaken. Zeebaarzen zijn zeer euryhalien en eurytherm, hetgeen experimenteel vastgesteld werd en ook afgeleid kan worden uit hun locale en geografische verspreiding.

II. De zeebaars als kweekvis.

Niettegenstaande de zeebaarskweek pas in de jaren '80 echt van de grond kwam, bestaat er momenteel een sterke interesse voor deze kweekvis vanwege zijn bijzondere kwalitatieve eigenschappen en de daaraan verbonden interessante marktwaarde. De extensieve kweek situeert zich voornamelijk in Italië waar in de "vallycultura" jaarlijks 700 ton geoogst wordt. De opbrengst per oppervlakte-eenheid bij extensieve kweek is echter beperkt terwijl gedurende de koude wintermaanden de mortaliteit hoog is. Om die reden wordt momenteel het zwaartepunt verlegd naar de intensieve kweek, waar hij in densiteiten tot 60 kg/m^2 afgekweekt wordt. Naast de weinig toegepaste vijverteelt wordt bij de intensieve zeebaarskweek vooral gebruik gemaakt van net- en tankcultuur, afhankelijk van de geschiktheid van de site. Beide kweekmethoden hebben hun voor- en nadelen. Zo laat de kweek in tanks een betere controle van het visbestand toe en is de opbrengst per oppervlakte-een-

heid groter dan in kooicultuur, terwijl de investeringen bij kooicultuur minder zwaar doorwegen in vergelijking met de kweek in tanks.

De voornaamste zeebaars-producerende landen in Europa zijn Frankrijk, Italië, Spanje, Griekenland en Yoegoslavië; samen goed voor een jaarproductie van ongeveer 6000 ton zeebaars en Daurade. Voor de prijs, die momenteel reeds boven de 600 Bfr/kg uitstijgt en op jaarbasis met 20 % toeneemt, voorspelt men een stabilisatie in de nabije toekomst. Een prijsdaling ligt echter niet in de verwachting vermits het pootvis aanbod te beperkt is wat een snelle productiestijging hypotheceert. Een direct gevolg van het tekort aan pootvis is de hoge aankoop prijs die oploopt tot boven de 35 Bfr/stuk.

III. De pilootplant te Doel.

De eerste kweekexperimenten met zeebaars in ons land dateren uit 1982 en werden uitgevoerd in het Zoölogisch Instituut van de K.U.Leuven. Door talloze problemen inherent aan het recirculatiesysteem, dat in deze proefopstelling gebruikt werd, werd in 1983 gestart met de bouw van een pilootinstallatie voor de kweek van zeebaars en paling op de terreinen van de Kerncentrale te Doel. Toen in 1985 deze installatie voltooid was beschikten we over een nuttige wateroppervlakte van ca. 90 m², verdeeld over 4 ronde en 6 vierkante tanks. Er is een watertoevoer voorzien vanuit de Schelde, vanuit de koeltoren en vanuit het condensorcircuit, teneinde de temperatuur en de zuurstofconcentratie van het kweekwater het ganse jaar zo optimaal mogelijk te houden. In de tanks wordt het water één maal per uur verversen en het verlaat de tank langs een centrale afloop die zodanig geconstrueerd is dat het water via de bodem wegvloeit waardoor het bezonken slib tijdens het spuien vlot verwijderd wordt. Per tank is een extra beluchting voorzien en het voederen gebeurt d.m.v een Ewos Multic voederautomaat.

De watertemperatuur varieert van 14 °C tot 30 °C afhankelijk van het seizoen.

De zuurstofconcentratie schommelt tussen 5 en 7 ppm. maar kan tijdens de zomermaanden wanneer de temperatuur van het kweekwater te hoog oploopt (30 °C) dalen tot 2 ppm., hetgeen een extra beluchting d.m.v een hoge druk ventilator noodzakelijk maakt.

De saliniteit van het kweekwater fluctueert tussen 6 en 18 ‰, terwijl de pH varieert tussen 7.5 en 8.6. Periodisch worden in het Scheldewater hoge ammoniakconcentraties (0.35 ppm.) gemeten. Deze daalt echter tot minder dan 0.1 ppm nadat het koelwater door de koeltoren geleid wordt. Toch betekent de periodisch hoge ammoniakconcentratie een gevaar voor de zeebaars en bij een eventuele aanhoudende concentratieverhoging moet het water aangezuurd worden waardoor het ammoniakgehalte daalt.

IV .Groei en voeding van de zeebaars.

In dit deel wordt dieper ingegaan op de nutritionele behoeften van de zeebaars. Op basis van drie opeenvolgende experimenten kunnen we vaststellen dat de normale afmestperiode voor zeebaars te Doel, startend van pootvis met een gemiddelde gewicht van 4 en 12 g, respectievelijk 22 tot 25 maanden bedraagt bij een gemiddeld eindgewicht van 367 g. De maximale densiteit bedroeg hierbij ca. 30 kg/m². Deze resultaten zijn in overeenstemming met de kweekresultaten uit Gravelines, waar onder gelijkaardige condities gewerkt wordt. Uit de groeiproeven kan eveneens afgeleid worden dat zwemblaasdeficiënte zeebaarzen uit economisch standpunt waardeloos zijn daar ze reeds bij een gemiddelde gewicht van 70 g een groeistop kennen.

De relatief hoge voederconversie voor de zeebaars in Doel schommelt tussen 2.9 en 3.5., wat verklaard wordt door de suboptimale watertemperatuur in de wintermaanden en de lage concentratie aan HUFA's in het aangewende voeder.

V. Pathologische en toxicologische aspecten van de zeebaarskweek in Doel.

Twee parasitaire infecties traden op in de loop van de experimenten. *Lernaocera branchialis* een parastiaire kreeftachtige werd éénmaal vastgesteld op de kieuwen van wildvang zeebaars. Na behandeling werd nooit herinfectie waargenomen. *Trichodina sp.*, een parasitaire ciliaat, kon bij elke controle op de kieuwen geïdentificeerd worden. Door regelmatige formolbehandeling werden ernstige infecties voorkomen.

Naast parasitaire kwamen ook enkele bacteriële infecties voor. Een eerste ziekteuitbraak ten gevolge van een *Aeromonas hydrophyla-Pseudomonas fluorescens* infectie veroorzaakte een mortaliteit van ca. 15 %. Vanuit de ventrale lesies aan de borstvinnen bij zwemblaasdeficiënte zeebaarzen kon de potentieel pathogene kiem, *Vibrio parahaemolyticus* geïdentificeerd worden, welke echter nooit een massale mortaliteit voor gevolg had. Na een periode van extreem hoge watertemperaturen (30 °C), moest ten gevolge van een *Mycobacterium marinum*-infectie 12 % van de zeebaarzen afgeslacht worden om verdere besmetting te voorkomen.

Eind 1986 ging het volledige zeebaarzenbestand ten gronde vanwege een acute ammoniakintoxicatie, ten gevolge van aanhoudend hoge ammoniakconcentraties in het kweekwater.

VI. Studie van het schildkliermetabolisme van de zeebaars in Doel.

In verschillende experimenten is aangetoond dat bij vissen de schildklier als endocrien orgaan een belangrijke groeiregulerende rol speelt via de vrijzetting van thyroxine (T₄) en de perifere enzymati-

sche monodeiodinase van dit thyroxine tot triiodothyronine (T_3). Daar zeebaarzen zonder zwemblaas een groeistop vertonen werd nagegaan of er verschillen bestonden in de circulerende schildklierhormoon -plasmaconcentraties van normaal groeiende en zwemblaasdeficiënte zeebaarzen. Hieruit bleek dat over het ganse jaar de gemiddelde plasmaconcentratie voor thyroidhormonen significant lager lag bij de niet groeiers, alhoewel beide groepen van dezelfde leeftijd waren. Ook de in vitro levermonodeiodinaseactiviteit bleek voor de niet groeiers significant lager te zijn dan voor de normaal groeiende zeebaarzen.

Naast deze vaststelling kon ook aangetoond worden dat beide schildklierhormonen een circannuele ritmiek vertoonden, waarbij de acrophase zich in de overgang zomer-herfst en de nadir zich in de overgang winter-lente situeert.

Alhoewel er enkele significant positieve correlaties bestonden tussen circulerende thyroidhormoonconcentraties, de temperatuur en/of saliniteit kon op basis van deze gegevens geen direct causaal verband gelegd worden tussen plasma-hormoonconcentraties en beide variabelen.

VII. Kwalitatieve analyse van de afgemeste zeebaars.

Daar accumulatie van xenobiotische stoffen in visvlees een gekend probleem is was het noodzakelijk na te gaan of, aan de hand van bestaande normen, de afgemeste zeebaars geschikt was voor consumptie. Hiervoor werd eveneens een vergelijking gemaakt tussen zeebaars en de gemiddelde consumptievis, voor wat betreft de accumulatie van contaminerende stoffen.

Analyse van PCB's, zware metalen en enkele belangrijke radioisotopen toonden aan dat voor geen van de geanalyseerde xenobiotische stoffen de vooropgestelde normen overschreden werden.

Summary.

In Europe, the interest in sea bass (*Dicentrarchus labrax*) as a culture fish is fast increasing. This results in a rapid expansion of sea bass culture and of that of other marine fish species, such as seabream (*Sparus aurata*) and turbot (*Scophthalmus maximus*). In 1983 a research project was started, with the aim of culturing sea bass in the thermal effluents of the nuclear power station at Doel. In this way the possibility of producing valuable proteins is created while at the same time thermal effluents, normally dumped as waste heat, can be put to good use.

I. The biology of the sea bass.

In the Atlantic Ocean, the distribution area for sea bass ranges from Marocco to Norway. It is also found in the entire Mediterranean sea.

The species has only one reproductive period, independent of the latitude. Spawning usually occurs in the littoral zone, in water with a salinity of above 30 ‰. The juvenile stages, however, are mostly found in brackish, shallow waters, which function as "nursery grounds" due to their rich food supplies. This food mainly consists of invertebrates and, although some adult piscivore sea bass can be found, crustaceans remain the most important food items. Sea bass are very euryhaline and eurytherm, which has been experimentally determined and which can also be concluded from their local and geographical distribution.

II. Sea bass as culture fish.

Although sea bass culture only became popular in the eighties, a strong interest in the technique has developed owing to the high quality of the meat yielded and its subsequent high market value.

The extensive culture is mainly situated in Italy where, in the "vallicultura", 700 tons are harvested yearly. However, while during cold winter months mortality is high, the yield per surface unit in extensive culture is limited. For this reason nowadays more interest, research and money are invested in the intensive culture system where densities up to 60 kg/m² are obtained. Besides the less applied pond culture, net cages and tanks are mainly used in intensive sea bass culture, depending on the suitability of the site. Both culture methods have advantages and disadvantages. Culture in tanks allows a better control of the fish population and the output per m² is higher than that in cages. However, financial investments for cage culture are much lower when compared to tank culture.

In Europe the most important sea bass producing countries are France, Italy, Spain, Greece and Yugoslavia. Together they produce about 6 000 tons of sea bass and sea bream per year. The high prices which can rise to 600 Bfr/kg, and which can show a yearly increase of about 20 %, are expected to stabilize in the near future. A decrease, however, is not to be expected because supply of fry is very limited and prevents a fast increase of production. A direct consequence of the shortage of juveniles is their high price, which rises to above 35 Bfr/a piece.

III. The pilot plant at Doel.

The first culture experiments with sea bass in our country date from 1982 and were performed at the Zoological Institute of the K.U.Leuven. Due to a number of problems inherent to the recirculation system, which was used in this experiment, we started in 1983 by building a pilot installation for the culture of sea bass and eel on the K.C.D. grounds. When this installation was completed in 1985, the total effective water surface was 90 m², divided over 4 round and 6 square tanks. The water supply is derived from the River Scheldt, from the cooling tower and from the condenser circulation, in order to optimize the temperature and oxygen concentration of the culture water in the tanks throughout the year. In the tanks, the water is renewed once an hour; it leaves the tank through a central exit, which is constructed in such a way that, during the cleaning process, all the silt deposit is removed. Each tank is provided with extra aeration and an automatic feeding system (EWOS Multic feeder). The water temperature varies between 14 and 30 °C depending on the season. Oxygen concentration fluctuates between 5 and 7 ppm, but it can drop to 2 ppm when the temperature rises to 30 °C during the summer months. During this period extra aeration, by means of a high pressure ventilator, is necessary.

The salinity of the culture water ranges from 6 to 8 ‰, while the pH value varies between 7.5 and 8.6. Periodically high ammonia concentrations (0.35 ppm NH₃/l) can be found in the water of the River Scheldt. However, after the water has been passed through the cooling tower, this concentration decreases to less than 0.1 ppm. These periodical peaks in the ammonia concentration, however, do present a danger to the sea bass and in case of persistently high concentrations the water needs to be acidified in order to decrease the ammonia level.

IV. Growth and feeding of sea bass.

In this section we will first discuss the food-requirements of the sea bass. Based on three succeeding experiments we can state that at Doel the normal period to grow sea bass to marketable size (ca. 370 g), starting from fry with a mean weight of 4 and 12 g, respectively, takes 22 to 25 months. The maximal density obtained in these experiments was 30 kg/m².

These results correspond to those obtained at Gravelines, where sea bass were grown under similar conditions of culture. These growth experiments also show that, from an economical point of view, swimbladder deficient sea bass are worthless as they already stop growing at a mean weight of 70 g.

The relatively high food conversion of the sea bass at Doel varies between 2.9 and 3.5. This can be explained; partly by the suboptimal water temperature during the winter months and probably by the sub-optimal HUFA level in the food provided.

V. Pathological and toxicological aspects of the sea bass culture at Doel.

Two parasitic infections occurred during the experimental period. *Lernaeocera branchialis* a parasitic crustacean was once found on the gills of wild caught sea bass. After treatment no re-infection was diagnosed. *Trichodina* sp., a parasitic ciliate, could be identified every time gills were examined. Regular formalin treatment however prevented serious infections.

Beside this parasitologic infections, some bacteriological diseases occurred. The first disease observed was due to an *Aeromonas hydrophyla*-*Pseudomonas fluorescens* infection which caused a mortality of ca. 15 %. From the ventral lesions of the pectoral fin of swimbladder deficient fish the potentially pathogenic *Vibrio parahaemolyticus* could be separated and identified, but no mass mortality was observed as being due to this pathogen. After a period of extremely high water temperatures (30 °C), 12 % of the sea bass had to be slaughtered, due to a *Mycobacterium marinum* infection, to prevent further spreading of the disease.

By the end of 1986, the whole sea bass population died after an acute ammonia-poisoning caused by persistently high ammonia levels in the culture water.

VI. Study of the thyroid gland metabolism of the sea bass cultured at Doel.

Various experiments have already shown that in fish, the thyroid gland, as an endocrine organ, has an important growth regulating function. T₄ (thyroxine) and its derivate T₃, formed by a peripheral monodeiodinase activity of T₄, are the main, and in fish, the only physiological active thyroid hormones. As sea bass without a swimbladder show a cessation of growth, we investigated the differences between plasma-thyroid hormone concentrations in normal and swimbladder deficient fish. These results show that, over the whole year, the mean plasma concentrations of both, T₃ and T₄, are significantly lower in not growers when these are compared to normal growing fish. Circannual ritmicity in both thyroid hormones was also determined, with the acrophase situated in the late summer-early autumn and a nadir situated in the transition from winter to spring. Although some significant correlations between circulating thyroid hormone concentrations and temperature and/or salinity exist, we were not able to link a causal relationship between circulating hormone levels and both variables.

VII. Qualitative analysis of the marketable sized sea bass.

As the accumulation of xenobiotic substances in fish meat is a known problem, it was necessary to check, by means of existing standards, whether the harvested sea bass were suitable for consumption. A comparison was also made between sea bass and the fish most generally consumed, concerning the accumulation of PCB's, heavy metals and a few important radioisotopes. The results revealed that none of these toxins were detected in concentrations higher than those normally permitted.

Lijst figuren en tabellen

Fig. 3.1. :	schematische voorstelling van de proeftank van 3 m3.....	23
Fig. 3.2. :	foto van de ronde tanks van 5 meter diameter.....	24
Fig. 3.3. :	schematische voorstelling van het werkingsprincipe van de ronde tanks.....	25
Fig. 3.4. :	foto van de vierkante tank van 2 m x 2 m.....	26
Fig. 3.5. :	schematische voorstelling van het werkingsprincipe van de tank van 2 m x 2 m.....	26
Fig. 3.6. :	schematische voorstelling van de kweekinstallatie te Doel.....	27
Fig. 3.7. :	schematische voorstelling van een doorsnede van Ewos Multic voeder-automaat.....	29
Fig. 3.8. :	schematische voorstelling van de Ewos Multic stuureenheid.....	29
Fig. 3.9. :	temperatuurscurve van het kweekwater te Doel in 1985 en 1986.....	30
Fig. 3.10. :	saliniteitscurve van het kweekwater te Doel in 1985 en 1986.....	32
Fig. 3.11. :	pH verloop in het koelwater van april 1984 tot januari 1987.....	33
Fig. 3.12. :	pH verloop in het condensorwater van april 1984 tot januari 1987.....	33
Fig. 3.13. :	amoniumconcentratie in het Scheldewater ter hoogte van Doel in 1986.....	34
Fig. 3.14. :	amoniumconcentratie in het condensorwater van april 1984 tot januari 1987.....	35
Fig. 3.15. :	amoniumconcentratie in het koelwater van april 1984 tot januari 1987.....	35
Tabel 4.1. :	karacterisatie van de verschillende populaties in experiment III op 9-1-1986.....	45
Tabel 4.2. :	vastgestelde voederniveaus, afhankelijk van de temperatuur en het gewicht, voor de zeebaars te Doel in experiment III.....	46

Tabel 4.3. :	gemiddelde gewichten en lengten van P1 en P2 tijdens het verloop van experiment II.....	48
Tabel 4.4. :	overzicht van het mortaliteitsverloop voor P1 en P2 in experiment II.....	48
Fig. 4.1. :	lineaire regressie van gewicht naar tijd voor P1 en P2 in experiment II, berekend aan de hand van de gegevens in tabel 4.3., volgens de vergelijking $\ln G = \ln a + bT$	49
Fig. 4.2. :	RX-foto van een zeebaars met zwemblaasanomalie (a) en een normale zeebaars (b).....	50
Fig. 4.3. :	regressie van gewicht naar lengte voor P1 en P2 in experiment II aan de hand van de gegevens uit tabel 4.3., volgens de vergelijking $G = aL^b$	51
Fig. 4.4. :	lineaire regressie van gewicht naar lengte voor P1 en P2 in experiment II, aan de hand van de gegevens uit tabel 4.3., volgens de vergelijking $\log G = a + b \log L$	52
Fig. 4.5. :	gevolgen op de standaard lengtemeting van een zwemblaasanomalie. "L1" is de gemeten standaardlengte; terwijl "L2" de eigenlijke standaardlengte is.....	52
Tabel 4.5. :	overzicht van de kweekresultaten voor P1, P2, P3, P4 en P5 in experiment III.....	54
Tabel 4.6. :	vetzuursamenstelling van het gebruikte forellenvoeder in experiment I, II en III.....	55
Fig. 4.6. :	lineaire regressie van gewicht naar tijd voor P1, P2, P3, P4, en P5 in experiment III aan de hand van de gegevens uit tabel 4.5. volgens de vergelijking $\ln G = \ln a + bT$	55
Fig. 4.7. :	toename in gemiddelde gewicht voor P1 over de ganse afmestperiode.....	56
Fig. 4.8. :	lineaire regressie van gewicht naar lengte voor P1, P2, P3, P4 en P5 in experiment III berekend aan de hand van de gegevens in tabel 4.5 volgens de vergelijking $\log G = \log a + b \log L$	58
Fig. 4.9. :	lineaire regressie van gewicht naar lengte voor P1 en voor P1 + P3 + P4 voor de totale afmestperiode, volgens de vergelijking $\log G = \log a + b \log L$	59

Tabel 4.7. :	voorspelde gewicht van de zeebaars met behulp van de regressievergelijking van gewicht naar lengte voor P1 en voor P1 + P3 + P4.....	60
Tabel 4.8. :	vergelijking van de gewicht-lengte verhouding tussen zeebaarzen gekweekt te Doel en zeebaarzen uit een natuurlijk milieu.....	60
Tabel 4.9. :	overzicht van enkele interessante kweekgegevens uit de voornaamste zeebaarskwekerijen in Europa.....	64
Tabel 4.10. :	kwantitatieve voederbehoefte van de zeebaars voor het Trouw Branzani voeder, afhankelijk van de temperatuur en de grootte-klasse.....	67
Fig. 5.1. :	schematische voorstelling van <i>Lernaeocera branchialis</i> . a: kopulerend paar; b: vrouwelijk exemplaar na metamorfose (naar Schäperclaus, 1979).....	70
Fig. 5.2. :	schematische voorstelling van <i>Trichodina</i> sp. (naar De Kinkelin, 1985).	71
Tabel 5.1. :	code-identificatie met behulp van het API 20NE Systeem van <i>Aeromonas hydrophila</i> , <i>Pseudomonas fluorescens</i> en <i>V. parahaemolyticus</i>	74
Fig. 5.3. :	<i>Trichodina</i> sp. op de kieuwen van de zeebaars (x800).....	90
Fig. 5.6. :	pupilverkleining bij zeebaars, als eerste teken van een <i>Mycobacterium marinum</i> infectie.....	90
Fig. 5.4. :	foto van een API 20NE Systeem, voor <i>Aeromonas hydrophila</i> identificatie.....	90
Fig. 5.5. :	zeebaars geïnfecteerd met <i>Aeromonas hydrophila</i> - <i>Pseudomonas fluorescens</i> bacteriën.....	90
Fig. 5.10. :	eerste stadium van <i>Mycobacterium marinum</i> tuberkels in het iris van de zeebaars, bestaande uit epitheloïde cellen (x100).....	91
Fig. 5.9. :	drukpreparaat van <i>Mycobacterium marinum</i> tuberkels in de milt van de zeebaars (x75).....	91
Fig. 5.11. :	tweede stadium van een <i>Mycobacterium marinum</i> tuberkel in het iris van de zeebaars, bestaande uit oranje-geel gekleurde macrofagen (x150).....	91
Fig. 5.12. :	geïnactieveerde <i>Mycobacterium marinum</i> tuberkels in het iris van de zeebaars, bestaande uit gemelaniniseerde macrofagen (x150).....	91

Fig. 5.7. :	volledige oogdestructie in een ver gevorderd stadium van een <i>Mycobacterium marinum</i> infectie.	91
Fig. 5.8. :	drukpreparaat van een <i>Mycobacterium marinum</i> tuberkel in het oog van de zeebaars (x100).	91
Fig. 5.13. :	gele <i>Mycobacterium marinum</i> kolonies op een groene Loewenstein bodem.	92
Fig. 5.14. :	Zhiel-Neelsen positieve zuurvaste <i>Mycobacterium marinum</i> staven in een weefselsnede door het iris van de zeebaars (x1000).	92
Fig. 5.15. :	Zhiel-Neelsen positieve zuurvaste <i>Mycobacterium marinum</i> staven in een uitstrijk preparaat van de milt (x1000).	92
Fig. 5.16. :	door ammoniak vergiftigde zeebaarzen met lesies rond de mond en aan de vinbasis.	92
Fig. 5.17. :	anaemische kieuwen van een met ammoniak vergiftigde zeebaars.	92
Fig. 5.18. :	uitgesproken leverhaemorrhagie onder invloed van ammoniakvergiftiging bij zeebaars.	92
Fig. 5.19. :	losgekomen epitheel van de secundaire kieuwlamellen bij ammoniak vergiftigde zeebaarzen (x200).	93
Fig. 5.20. :	hypertrofie en fusie van de basis van de secundaire kieuwlamellen van een door ammoniak vergiftigde zeebaars (x1000).	93
Fig. 5.21. :	vernietiging van de steuncellenstructuur onder invloed van ammoniakvergiftiging bij de zeebaars (x600).	93
Fig. 5.22. :	picnotische levercellen en losliggende kernen in het leverparenchym na ammoniakvergiftiging bij zeebaars (x150).	93
Fig. 5.23. :	uitgesproken extravasatie gekenmerkt door lege bloedvaten en het doordringen van rode bloedcellen in het leverparenchym van de zeebaars na ammoniakvergiftiging (x100).	93
Tabel 6.1. :	gemiddelde plasmaconcentraties voor T ₃ , T ₄ en T ₃ /T ₄ voor de verschillende staalnamen in experiment III.	98
Fig. 6.1. :	cosinoranalyse van T ₃ en T ₄ voor P1 en P2 in experiment III aan de hand van de gemeten plasmaconcentraties weergegeven in tabel 6.1.	99

Tabel 6.2. :	correlatiecoëfficiënten tussen T ₃ , T ₄ en de saliniteit, temperatuur en SGR in experiment III.	100
Fig. 6.2. :	bepaling van de in vitro lever-monodeïodinaseactiviteit voor P1 en P2 op 09-07-1986 en 18-07-1986 in experiment III.	100
Tabel 7.1. :	vergelijking van het gehalte aan vier belangrijke zware metalen in het kustwater van de Atlantische Oceaan en het Belgische kustwater.	108
Tabel 7.2. :	vergelijking van de PCB waarden voor de gemiddelde consumptievis in Nederland en België met de PCB waarden gemeten in het visvlees van de afgemeste zeebaars in Doel (1986).	110
Tabel 7.3. :	meetresultaten van zware metalen in het eetbare deel van zeebaarzen, afgemest in Doel (1986).	115
Tabel 7.4. :	vergelijking van de in de literatuur weergevonden kwikconcentraties in consumptievis met deze gemeten in het eetbare gedeelte van de zeebaars, afgemest in Doel (1986).	116
Tabel 7.5. :	vergelijking van de in de literatuur weergevonden loodconcentraties in consumptievis met deze gemeten in het eetbare gedeelte van zeebaars, afgemest in Doel (1986).	117
Tabel 7.6. :	vergelijking van de in de literatuur weergevonden cadmiumconcentraties in consumptievis met deze gemeten in het eetbare gedeelte van de zeebaars, afgemest in Doel (1986).	117
Tabel 7.7. :	vergelijking van de in de literatuur weergevonden zinkconcentraties in consumptievis met deze gemeten in het eetbare gedeelte van de zeebaars, afgemest in Doel (1986).	118
Tabel 7.8. :	vergelijking van de in de literatuur weergevonden koperconcentraties in consumptievis met deze gemeten in het eetbare gedeelte van de zeebaars, afgemest in Doel (1986).	119
Tabel 7.9. :	vergelijking van de in de literatuur weergevonden nikkelconcentraties in consumptievis met deze gemeten in het eetbare gedeelte van de zeebaars, afgemest in Doel (1986).	120

Tabel 7.10. : vergelijking van de in de literatuur weergevonden seleniumconcentraties in consumptievis met deze gemeten in het eetbare gedeelte van de zeebaars afgemest in Doel (1986)..... 120

Tabel 7.11. : vergelijking van de in de literatuur weergevonden arseenconcentraties in consumptievis met deze gemeten in het eetbare gedeelte van de zeebaars, afgemest in Doel (1986)..... 121

Referenties.

ADCP. (1980). Fish feed technology. FAO/UNDP. Training course, Washington 1978.

ADCP report No. 11 FAO, Rome, Italy. 395 PP.

Alabaster J.S., Shurben, D.G. and Knowles, G., 1979.

The effect of dissolved oxygen and salinity on the toxicity of ammonia to smolts of salmon, *Salmo salar* L. J. Fish Biol. 15, 705-712.

Alliot, E. Pastoureaud, A. et Thebault, H., 1983.

Influence de la température et de la salinité sur la croissance et la composition corporelle d'alevins de *Dicentrarchus labrax*. Aquaculture, 31, 181-194.

Alliot, E., Febve, A., Metailler, R. et Pastoureaud, A., 1974.

Besoins nutritifs du bar (*Dicentrarchus labrax*). Etude du taux de protéine et du taux de lipide dans le régime. Actes de colloques (CNEXO), 1, 215-231.

Alliot, E., Pastoureaud, A. et Patrois, J., 1976.

Etude de l'efficacité protéiques de quelques farines de poissons pour l'alimentation du bar *Dicentrarchus labrax*. Tethys, 8(4), 335-38.

Alliot, E., Pastoureaud, A., Hudlet, J.P. et Metailler, R., 1979 a.

Use of plant meal and yeast cultivated on alkanes for feeding the bass *Dicentrarchus labrax*. In "Finfish Nutrition and Fishfeed Technology.", Halver, J. E. and Tieuws, K., 1, 214-252. Berlin : Heenemann, Verlagsgesellschaft.

Alliot, E., Pastoureaud, A. et Nedelec, J., 1979 b.

Etude de l'apport calorique et du rapport calorico-azote dans l'aliment du bar *Dicentrarchus labrax* : Influence sur la croissance et la composition corporelle. Proc. World Symp. on Finfish Nutrition and Fishfeed Technology, Hamburg 1978, vol I.

Amlacher, E., 1981.

Taschenbuch der Fischkrankheiten. Gustav Fischer Verlag., Stuttgart/New York.

Anonymus, 1989.

Greek farmer plans to double capacity. Fish Farming International. 16(6), 33.

Aprahamian, M.W. and Barr, C.D., 1985.

The growth, abundance and diet of O-group sea bass, *Dicentrarchus labrax*, from the Severn Estuary. J.mar.biol. Ass. U.K., 65, 169-180.

Arias, A., 1980.

Crecimiento, régimen alimentario y reproducción de la dorada (*Sparus aurata* L.) y del robalo (*Dicentrarchus labrax* L.) en los esteros de Cadiz. Inv. Pesq., 44, 59-83.

Aronson, J.D., 1926.

Spontaneous tuberculosis in saltwater fish. Journal of Infectious Diseases, 39, 315-320.

Aubert, M., Revillon, P., Mathonnet, S., Fernex, F., Pincemin, J.M. et Auber, J., 1986.

Metaux lourds dans les mers D'Europe. 4^e tome, Mer du Nord, Manche et Atlantique. Revue Internationale d'Océanographie Médicale., Tome LXXXI-LXXXII.

Austin, B and Austin, D. A., 1987.

Bacterial fish pathogens : diseases in farmed and wild fishes. Ellis Horwood limited, Chichester., West Sussex.

Baggerman, B. 1962.

Some endocrine aspects of fish migration. Gen. Comp. Endocrinol., Suppl. 1: 188-205.

Barnabé, G., 1971.

Premiers résultats sur l'induction de la ponte de *Dicentrarchus labrax*. Rapport CNEOX, 10 pp.(non publié).

Barnabé, G., 1972.

Contribution à l'étude de la biologie du loup (*Dicentrarchus labrax* L.) de la région de Sète. Thèse 3^e cycle - Université des Sciences et Techniques du Languedoc (Biologie Animale). Montpellier, 1^{er} et 2^e part., 163pp.

Barnabé, G., 1973.

Etude morphologique du loup *Dicentrarchus labrax* (L) de la région de Sète. Rev. Trav. Inst. Pêches Marit., 37(3), 397-410.

Barnabé, G., 1976.

Contribution à la connaissance de la biologie du loup *Dicentrarchus labrax* (L.) (Poisson Serranidae). Thèse doctorat Etat, mention sciences, Univ. Sc. Techn. Languedoc, Montpellier, 426pp. Mus. Nat. His. Nat., Inst. d'Ethnologie (1979), Publ. SN. 76 601 229.

Barnabé, G., 1978.

Etude dans le milieu naturel et en captivité de l'écoéthologie du loup *Dicentrarchus labrax* (L.) (Poisson Serranidae) à l'aide de nouvelles techniques. Ann. Sci. Nat. Zoologie, Paris, 12ème série, 20, 423-502.

Barnabé, G., 1980.

Exposé synoptique des données biologiques sur le loup ou bar-*Dicentrarchus labrax* L. FAO. Synopsis sur les pêches 126.

Barnabé, G., 1986.

L'aquaculture volume 2. Technique et Documentation-Lavoisier, Paris.

Barnabé, G., 1987.

L'élevage du loup et de la daurade : aspects techniques et réalités économique. Océanis, 13, 1-8.

Barnabé, G. et Le Coz, C., 1987.

Large scale cage rearing of the European sea bass. *Dicentrarchus labrax* (L); in tropical waters., Aquaculture, 66, 209-221.

Barnabé, G. et René, F., 1972.

Réproduction contrôlée du loup *Dicentrarchus labrax* (Linné) et production en masse d'alevins. C.R. Acad. Sc. Paris, 275, D, 2741-2744.

Baudin-Laurencin, F., 1981.

Experimental vibriosis in seabass, vaccination assay. Proceedings of the Fourth session of Eices(FAO)/OIE Cooperative programm of research on aquaculture (COPRAQ). Fish Diseases Cádiz, Spain, october 26-30. Paper No. 39.

Beji, O., 1980.

Contribution à l'étude de l'activité respiratoire du bar juvénile *Dicentrarchus labrax* L. : Influence de la température, de la salinité et de la teneur en oxygène du milieu. Thèse Doctorat, 3 ème cycle, Océanographie et Biologie, UNiv. P. et M. Currie, Paris, 192 pp.

Belgisch Ministerie van volksgezondheid., 1987.

Arrete royal portant reglement general de la protection de la population et des travailleurs contre le danger des radiations ionisantes.

Besse, P., 1949 a.

Epizootie à bacilles acido-résistants chez les poissons exotiques. Bull. Acad. vét. France, 22, 151-154.

Besse, P., 1949 b.

Quelques affections à bacilles acido-résistants chez les poecilothermes vivant en aquarium. Bull. Acad. vét. France, 22, 425-431.

Binnerts, W.T., Herwisen, S., Van der Kamp, M., Loyens, L. en Ruven, H.J.T., 1986a.

Radioactiviteit en voedselkeuze : risicofactoren en de beleving ervan. Voeding, 47, 337-341.

Binnerts, W.T., Faber, K., Klijn, N., Lemmens, CHR. en Wissink, M., 1986b

Kunstmatische radioactieve isotopen in de voedselketens. Voeding, 47, 307-311.

Bligh, E.G. and Dyer, W.J., 1959.

A rapid method of total lipid extraction and purification. Can. J. Biochem. Physiol., 37 : 911-917.

Boeuf, G. et Lasserre, P., 1978.

Aspects de la régulation osmotique chez le bar juvénile (*Dicentrarchus labrax*) en élevage et introduit dans les lagunes aménagées de Certes bassin d'Arcachon (Gironde). Mécanismes de contrôle de la Production Biologiques Marine systèmes clos Artificiels, Ecosystèmes L. Horaux. Colloque national "Ecotron" organisme par le CNEXO - Brest, 1978, pp. 673-688. Paris : CNEXO.

Bonnyns-Van Gelder, E., Koch, G., Hurtgen, C., Nieuwenhuize, J., Declercq-Versele, H., and Kirchmann, R., 1987.

Radiological survey on radium in sea-food arising from natural and technologically modified environments. Proc. Seminar European commission : recycling of long lived radionucleides in the biosphere : observations and models. Madrid, 15-19 sept. 1986.

Bou Ain, A., 1977.

Contribution à l'étude morphologique, anatomique et biologique de *Dicentrarchus labrax* (Linné, 1758) et *Dicentrarchus punctatus* (Bloch, 1792) des Côtes tunisiennes. Thèse de Doctorat de Spécialité, Faculté des Sciences, Tunis, 115 pp.

Boulineau Coatanea, F., 1969.

Régime alimentaire du Bar (*Dicentrarchus labrax*, Serranidae) sur la côte atlantique bretonne. Bull. Mus. Hist. Nat. Paris, 2ème série, 41, 5, 1106-1122.

Bower, C.E., 1978.

Ionization of ammonia in seawater : effects of temperature, pH and salinity. J. Fish. Res. Board Can., 35, 1012-1016.

Bradford, J., 1976.

A rapid and sensitive method for the quantification of microgram quantities of protein, utilizing the principle of protein-dye binding. Anal. Biochem., 72, 248-254.

Brett, J.R. and Groves, T.D.D., 1979.

Physiological energetics. In "Fish physiology, vol. VIII, Bioenergetics and Growth ", Hoar, W.S., Randall, D.J. and Brett, J.R. eds. Academic press, New York and London.

Brown, S.B. and Eales, J.G., 1977.

Measurement of L-thyroxine and 3,5,3'-triiodothyronine levels in fish plasma by radioimmunoassay. Can. Journal of Zool., 55, 475-481.

Carpentier, P., 1984.

Elevages extensif du bar en marais, In "L'aquaculture du bar et des Sparidés", Barnabé, G. et Billard, R. eds., INRA publ., Paris, 419-422.

Chervinski, J. and Shapiro, J., 1980.

Additional experiments on the growth of juveniles and fingerlings of the European sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.). Bamidgeh, 32, 76-86.

Chervinski, J., 1974.

Sea bass, *Dicentrarchus labrax* Linné (pisces, Serranidae) : a "police fish" in freshwater ponds and its adaptability to various saline conditions. Bamidgeh, 26(4), 110-113.

Claridge, P.N. and Potter, I.C., 1983.

Movements, abundance, age composition and growth of bass *Dicentrarchus labrax*, in the Severn Estuary and inner Bristol channel. J. mar. biol. Ass. U.K., 63, 871-879.

Conroy, C.A., 1965.

A preliminary communication on the presence of acid-fast bacteria in *Trachurus picturatus*. J. Sci. Tech., 11, 127.

Conroy, C.A., 1966.

Observaciones sobre cosas espontaneos de tuberculosis itica. *Microbiol. Espan.*, 19, 93-113.

Conte, H., 1984.

Elevage en bassin de terre, expérience professionnelle. In "L'aquaculture du Bar et des Sparidés, "Barnabé", G. et Billard, R. eds., INRA Publ., Paris, 381-394.

Csaba, G., Kovacs-Gayer, E., Bekesi, L., Tuboly, S., Banki, M. and Körmendi, B., 1982.

Mykobacteriose der Fische. -II. Massenerkrankung in einer *Macropodus operculatus* Zucht. *Riv. It. Piscic. Ittop.* -A.XVIII, 2, 84-87

Dabrowska, H. and Wlasow, T., 1986.

Sublethal effect of ammonia on certain biochemical and haematological indicators in common carp (*Cyprinus carpio* L.). *Comp. Biochem. Physiol.*, 83, C, no.1 : 179-184.

Dando, P.R. and Demir, N., 1985.

On the spawning and nursery grounds of Bass, *Dicentrarchus labrax*, in the Plymouth area. *J. mar. biol. Ass. U.K.*, 65, 159-168.

De Clerck, R., Vanderstappen R., Vyncke, W. en Van Hoeyweghen, P., 1979.

Het gehalte aan zware metalen in mariene organismen uit de bijvangst van de Belgische kustvisserij. *Landbouwtijdschrift*, 3, 779-786.

De Clerck, R., Guns, M., Vyncke, W. en Van Hoeyweghen, P., 1984.

la teneur en métaux lourds dans le cabillaud, le flet et la crevette des eaux côtières belges. *Revue de l'agriculture*, 4 (37), 1079-1086.

De Kinkelin, P., Michel, Ch and Ghittino, P., 1985.

Précis de pathologie des poissons. INRA-OIE, Paris.

De Luze, A., 1987.

Fonction thyroïdienne et sa régulation chez un poisson teleostéen l'anguille (*Anguilla anguilla* L.). Thèse doctorat d'état, Paris, PP. 137.

De Maeseneer, J., 1984.

Visteelt. Faculteit van de Landbouwwetenschappen R.U.G.

Degani, G. and Gallagher, M.L., 1986.

The influence of 3,3',5-triiodo-L-thyronine on growth survival and body composition of slow-growing development elvers. *Comp. Biochem. Physiol.* 84A, 7-11.

Dickhoff, W.W., Folmar, L.C. and Gorbman, A., 1977. Relationship of thyroxine and gill $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ adenosinetriphosphatase (ATP-ase) in coho salmon *Oncorhynchus kisutch*. *Amer. Zool.*, 17, 557.

Dieuzeide, R., Novella, M. et Roland, J., 1954.

Catalogue des poissons des côtes algériennes.2 : Ostéopterygeus. *Bull. Stn Aquacult. Pêche Casteglione*, 5, 285 p.

Dosdat, A., 1984.

Schéma de production d'une ferme de loups. In "L'aquacultuur du Bar et des Sparidés", Barnabé, G. et Billard, R. eds., INRA Publ., Paris, 381-394.

Eales, J.G. and Fletcher, G.L., 1982.

Circannual cycles of thyroid hormones in plasma of winter flounder (*Pseudopleuronectes americanus* Walbaum). *Canad. J. Zool.* 60, 304-309.

Eales, J.G. and Shostak, S., 1985.

Correlation between food ration, somatic growth and thyroid function in Arctic charr, *Salvelinus fontinalis* L. *Comp. Biochem. Physiol.*, 80A, 552-558.

Eales, J.G. and Shostak, S., 1986.

Influences of temperature and pH on free T_4 and free T_3 in charr and trout plasma. *Gen. Comp. Endocrinol.*, 61, 272-277.

Eales, J.G., 1979.

Thyroid function in cyclostomes and fishes. In "Hormones and evolution", ed. Barrington, F.J.W., 341-436. Academic Press, New York Hoofdstuk VI.

Eales, J.G., Van der Kraak, G. and Chang, J.P., 1981.

Effects of temperature on the plasma levels, plasma kinetics and nuclear binding of thyroid hormones in Rainbow trout, *Salmo gairdneri*. *Am. Zool.*, 20, 857.

EICES, Workshop., 1988.

Environmental impact of mariculture., Hamburg.

Emmerson, K., Russo, R.C., Lund, R.E. and Thurston, R.V., 1975.

Aqueous ammonia equilibrium calculations : Effect of pH and Temperature. J. Fish. Res. Board Can., 32, 2379-2383.

ENEL informatiemap.

Thermal power plant residual heat for aquaculture (The carpa project).

Establier, R., Gutiérrez, M. y Aria, A., 1978.

Acumulacion de mercurio inorgánico a partir del agua de mar por el robalo, *Dicentrarchus labrax* L., y sus efectos histopatológicos. Inv. Pesq., 42, 471-483.

Flis, J., 1968 a.

Anatomicohistopathological changes induced in carp (*Cyprinus carpio*) by ammonia water. Part I. Effects of toxic concentrations. Acta Hydrobiol., 10, 225-238.

Flis, J., 1968 b.

Anatomicohistopathological changes induced in carp (*Cyprinus carpio* L.) by ammonia water. Part II. Effects of subtoxic concentrations. Acta Hydrobiol., 10, 225-238.

Flood, C.G. and Eales, J.G., 1983.

Effects of starvation and refeeding on plasma T₄ and T₃ levels and T₄ deiodination in rainbow trout, *Salmo gairdneri*. Can. J. Zool., 61, 1949-1953.

Folmar, L.C. and Dickhoff, W.W., 1979.

Plasma thyroxine and gill Na⁺-K⁺ ATP-ase changes during seawater acclimation of coho salmon, *Oncorhynchus kisutch*. Comp. Biochem. Physiol. 63A, 329-332.

France Aquaculture, 1986.

Etude du marche du bar et de la daurade. France Aquaculture, 75116 Paris.

Frentzos, Th. and Sweetman, J., 1988.

An integrated marine fish farm in Cephalonia Greece. Part 1. An evaluation of technical procedures, in "Proceedings of the Aquaculture '87 conference", E.A.S., B-402 Bredene, Belgium.

Frerichs, G.N., 1984.

Isolation and identification of fish bacterial pathogens. Brown, Son and Ferguson Ltd, The Nautical Press, Glasgow.

Furuichi, M. and Yone, Y., 1980.

Effect of dietary dextrin levels on growth and feed efficiency, the chemical composition of liver and dorsal muscle, and the absorption of dietary protein and dextrin in fishes. Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries., 46, 225-229.

Gatesoupe, F.J., Leger, C., Metailler, R. et Luquet, P., 1977.

Alimentation lipidique du turbot (*Scophthalmus maximus* L.). II. Influence de la supplémentation en méthyls de l'acide linoléique et de la complémentation en acides gras de la série n-9 sur la croissance. Ann. Hydrobiol., 8, 247-254.

Giassemis, E., 1988.

Bream and bass sea cages farming develops in Greece. Fish Farming International., 15, No. 10, 20-21.

Grau, E.G., 1988.

Environmental influences on thyroid function in teleost fish. Amer. Zool., 28, 329-335.

Gravier, R., 1961.

Les Bars (Loups) du Maroc atlantique *Morone labrax* (Linné) et *Morone punctatus* (Bloch). Rev. Trav. Inst. Pêches marit., 25 (3), 281-292.

Greve, P. en Wit, S., 1971.

Totaal kwikgehalte van zoetwater- en zeevis. TNO-nieuws, 26, 395-399.

Guns, M., De Clerck, R., Vyncke, W. en Van Hoeyweghen, P., 1984.

Verdere studie van het gehalte aan zware metalen in mariene organismen uit de Noordzee. Landbouwtijdschrift, 2 (37), 315-322.

Guns, M., Vyncke, W, De Clerck, R. en Moermans, R., 1985.

Kwikgehalten in hondshaai en doornhaai uit de vangstgebieden van de Belgische zeevisserij. Landbouwtijdschrift, 2, 251-257.

Gutiérrez, M., Establier, R. y Arias, A. 1978.

Acumulacion y efectos del mercurio inorgánico en la sangre del robalo *Dicentrarchus labrax*. Inv. Pesq., 2 (2), 317-324.

Hagel, P., 1986.

Monitoring of pollutants in Dutch fishery products. Environmental Monitoring and Assessment, 7, 257-262.

Halver, J.E., 1979.

Vitamin requirements of finfish. In "Finfish Nutrition and Fish Feed Technology", Halver, J.E. and Tiewws, K. eds., 1, 45-58. Berlin : Heenemann Verlagsgesellschaft.

Halver, J.E., 1980.

Lipids and fatty acids. In "Proceedings of FAO/UNDP Training course in Fish Feed Technology", Chow, K.ed., FAO/ADCP/REP/80/11, 41-43.

Hazel, C.R., Thomson, W. and Meith, S.J., 1971.

Sensitivity of striped bass and stickleback to ammonia in relation to temperature and salinity. Calif. Fish. Game., 57, 138-153.

Hedrick, R.P., McDowel, T. and Groff, J., 1987.

Mycobacteriosis in cultured striped bass from California. Journal of Wildlife Diseases, 23(3), 391-395.

Hickman, C.P., Jr., 1959.

The osmoregulatory role of the thyroid gland in the starry flounder, *Platichthys stellatus*. Can. J. Zool., 37, 997-1060.

Higgs, D.A. and Eales, J.G., 1979.

Influence of diet composition on radiothyroxine kinetics in brook trout, *Salvelinus fontinalis* (Mitchell). Can. J. Zool., 7, 396-402.

Higgs, D.A., Fagerlund, U.H.M., McBride, J.R., Dye, H.M. and Donaldson, E.M., 1977.

Influence of combination of bovine growth hormone, 17 -methyltestosterone, and L-thyroxine on growth of yearling coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*). Can. J. Zool., 55, 1048-1056.

Higgs, D.A., Fagerlund, U.H.M., Eales, J.G. and McBride, J.R., 1982.

Application of thyroid and steroid hormones as anabolic agents in fish culture. Comp. Biochem. Physiol. 73B, 143-176.

Holden, M.J. and Williams, T., 1974.

The biology, movements and population dynamics of bass, *Dicentrarchus labrax*, in English waters. J. mar. biol. Ass. U.K., 54, 91-107.

Hunt, G.J. 1988.

Aquatic environment monitoring report. Ministry of aquaculture fisheries and food directorate of fisheries research. Radioactivity in surface and coastal waters of the British Isles.

ICRP., 1985.

Statement from the 1985 Paris meeting of the International Commission on Radiological protection. J. Soc. Radiol. Prot., 5, 87-88.

Itano, K., 1983.

Selenium in the extractives of skipjack liver. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 49, 1933.

Jackman, L.A.J., 1954.

The early development stages of the bass, *Morone labrax* (L.) Proc. Zool. Soc. London, 124, 531-534.

Jahnel, J., 1940.

Spontaninfektionen mit säurfesten Stäbchen bei Fischen. (Neue Beobachtungen über Fischtuberculose). Wien. Tierärztl. Mschr, 27, 289-302.

Jauncy, K. and Ross, B., 1982.

A guide to Tilapia Feeds and Feeding. Institute of Aquaculture, University of Stirling, FK9 4LA, Scotland U.K.

Johnston, J., 1913.

Diseased conditions of fishes. Rept. Lanc. Sea Fish Lab., 21, 20-25.

Kanazawa, A., Teshima, S., Imatanaka, O. and Inoue, A, 1982.

Tissue uptake of radioactive eicosapentaenoic acid in the red sea bream *Chrysophrys major*. Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries., 48(10), 1441-1444.

Kanazawa, A., Teshima, S., Sakamoto, M. and Awal, M.D.A., 1980.

Requirements of *Tilapia zilli* for essential fatty acids. Bull. Japan. Soc. Scient. Fish., 353-1356.

Kennedy, M. and Fitzmaurice, P., 1972.

The biology of the bass, *Dicentrarchus labrax*, in Irish waters. J. mar. biol. Assoc. U.K., 52, 557-597.

Kerkhoff, M., de Vries, A., Otte, P. en de Boer, J., 1983.

PCB onderzoek in rode aal uit Nederlandse wateren. Rijksinstituut voor visserijonderzoek, rapport CA 83-07.

Kinne, O., 1976.

Cultivation of marine organisms : water quality management and technology. Marine ecology, Vol II, Cultivation, Part I. Wiley/London.

Labourg, J.P. et Stequert, B., 1973.

Régime alimentaire du Bar, *Dicentrarchus labrax* L. des réservoirs à poissons de la région d'Arca-chon. Bull. Ecol. IV, 187-194.

Laird, L. and Needham, T., 1988.

Salmon and Trout Farming. Ellis Horwood Limited. Market Cross House, Cooper Street, Chiches-ter, West Sussex, PO 19 1EB, England.

Lam Hoai, T., 1970.

Contribution à l'étude des bars de la région des Sables d'Olonne. Trav. Fac. Sc. Rennes, Ser. Océa-nogr. Biol., 3, 39-68.

Le Cren, E.D., 1951.

The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch (*Per-ca fluviatilis*). J. Anim. Ecol., 20, 201-219.

Leatherland, J.F., 1980.

Effect of dietary mirex and PCB's in combination with food deprivation and testosterone administra-tion on thyroid activity and bioaccumulation of organochlorines in rainbow trout, *Salmo gairdneri* Ri-chardson. J. Fish. Dis., 3, 115-124.

Leatherland, J.F., 1982.

Environmental physiology of the teleostean thyroid gland : a review. Env. Biol. Fish., 7, 83-110.

Leatherland, J.F., 1988.

Endocrine factors affecting thyroid economy of Teleost fish. Amer. Zool. 28, 319-328.

Leatherland, J.F., Cho, C.Y. and Linger, .J., 1977.

Effects of diet, ambient temperature, and holding conditions on plasma thyroxine levels in rainbow trout (*Salmo gairdneri*). J. Fish. Res. Board Can., 34, 677-682.

Lebour, M.V., 1920.

The Food of Young Fish. J. mar. biol. Ass. U.K., 12, 261-324.

Leloup, J. and De Luze, A., 1985.

Environmental affects of temperature and salinity on thyroid function in Teleost fishes. In "The Endocrine System and the Environment", ed. Follett, B.K., Ishii, S. and Chandola, A. PP. 23-32. Japan Sci. oc. Pres, Tokyo/Springer-Verlag, Berlin.

Leloup, J. and Hardy, A., 1976.

Hormones thyroïdiennes circulantes chez un cyclostome et des poissons. Gen. Comp. Endocrinol. 29, 258.

Leloup, J. De Luze, A. and Boireau-Lambergeon, M., 1981.

Salinité du milieu et fonction thyroïdienne chez l'anguille (*Anguilla anguilla*). Gen. Comp. Endocrinol. 46, 407.

Lloyd, R. and Orr, D., 1969.

The diuretic response by rainbow trout to sublethal concentrations of ammonia. Wat. Res., 3, 335-344.

Lucet, P., Balma, G. et Bonfils, J., 1984.

L'élevage de loups en cages à poissons sur l'étang de Thau (Hérault). In "L'aquaculture du Bar et des Sparidés", Barnabé, G. et Billard, R. eds., INRA Publ., Paris, 381-394.

Mace, G., 1988.

Marine fish in Europe, present and future. Fish Farmer, July-August.

Maetz, J. and Garcia Romeu, F. 1964.

The mechanism of sodium and chloride uptake by de gills of a fresh-water fish, *Carassius auratus*. I. Evidence for an independent uptake of sodium and chloride ions. The Journal of General Physiology, 47, 1195-1207.

Maillard, C., 1976.

Distomoses de poissons en milieu lagunaire. Thèse Doctorat en Sciences, Univ. Sc. Techn. Languedoc, Montpellier, 383 pp.

Mayes, M.A., Alexander, H.C. and Hopkins, D.L., 1986.

Acute and chronic toxicity of ammonia to freshwaterfish : a site specific study. Environ. Toxicol. Chem., 5, 37-442.

McAuley, I.R. and Doyle, C., 1985.

Radiocesium levels in Irish sea fish and the resulting dose to the population of the Irish republic. *Health physics*, 48, 333-337.

McCormick, S.D., Saunders, R.I., Henderson, E.B. and Harmon, P.R., 1987.

Photoperiod control of parr-smolt transformation in Atlantic salmon (*Salmo salar*): changes in salinity tolerance, gill Na^+ , K^+ -ATPase activity and plasma thyroid hormone. *Can.J.Fish. Aquat. sci.*, 45, 1462-1468.

Medrap., 1986.

Controlled rearing of fry and fingerlings of sea bream and sea bass, marine cage culture. *Medrap, FAO cursus*.

Metailler, R., Aldrin, J.F., Mesasager, J.L., Mevel, G. and Stephan, G., 1981.

Feeding of European sea bass *Dicentrarchus labrax* : role of protein level and energy source. *Journal of the World Marine Society.*, 12(2), 117-118.

Metailler, R., De Hapiot, T., Huelvan, C. and Vendeville, J.E., 1980.

Influence of the feeding level on growth, feed conversion, protein efficiency and chemical composition of juvenile European sea bass (*Dicentrarchus labrax*). *Proceedings of the world mariculture society.*, 11, 36-444.

Metailler, R., Febvre, A. et Alliot, E., 1973.

Preliminary note on the essential amino acids of the sea bass *Dicentrarchus labrax* : Studies and Reviews (GFCH)., 52, 91-96.

Metailler, R., Mery, C., Depois, M.N. et Nedelec, J., 1977.

Influence de divers aliments composes sur la croissance et la survie d'alevins de Bars (*Dicentrarchus labrax*). *Actes de colloques (CNEXO).*, 4, 93-109.

Millikin, M.R., 1982.

Qualitative and quantitative nutrient requirements of fishes : a review. *Fishery Bulletin.*, 80(4), 655-686.

Milne, R.S. and Leatherland, J.F., 1980.

Studies on the relationship between osmotic or ionic regulation and thyroid gland activity in two salmonid fishes (*Salmo gairdneri* and *Onchorhynchus kisutch*). *J. Fish. Biol.*, 16, 349-360.

Möller, H. and Anders, K., 1986.

Diseases and parasites of marine fishes. Verlag Möller, Kiel.

Morgan, M. and Tavell, P.W.A., 1973.

The structure of the gill of the trout, *Salmo gairdneri* (Richardson). Z. Zellforsch., 142, 147-162.

Narayansing, T. and Eales, J.G. 1975.

Effects of thyroid hormones on in vivo ^{14}C L-leucine incorporation into plasma and tissue protein of brook trout *Salvelinus fontinalis* and rainbow trout *Salmo gairdneri*. Comp. Biochem. Physiol. 52B, 399-405.

Nederlands ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke ordening en Milieubeheer, 1984a.

Metingen van radioactiviteit en xenobiotisch stoffen in het biologisch milieu in Nederland. Coördinatie-commissie voor de metingen van radioactiviteit en xenobiotische stoffen.

Nederlands ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke ordening en Milieubeheer, 1984b.

Evaluatierapport kwik in het Nederlandse milieu. Coördinatie-commissie voor de metingen van radioactiviteit en xenobiotische stoffen.

New, M., Insull, P., Ruckes, E. and Spagnolo, M., 1987.

The markets for the prime Mediterranean species - sea bass, sea bream, mullets and eel- and their links with investment. Aquaculture development and coordinating programme/REP/87/29. FAO.

New, M.B., 1986.

Aquaculture diets of postlarval fish of the super-family percoidae, with special reference to sea bass, sea breams, groupers and Yellowtail : A review. Kuwait Bulletin of Marine Society., 7, 75-148.

New, M.B., 1987.

Feed and feeding of Fish and Shrimp. ADCP/Rep/87/26, Rome.

Nigrelli, R.F., 1953.

Two diseases of the neon tetra, *Hyphessobryon innesi*. Aquar. J., 24, 203-208.

Omeljaniuk, R.J. and Eales, J.G., 1986.

The effect of 3,5,3'-triodo-L-Thyronine on Gill Na^+/K^+ -ATP-ase of rainbow trout *Salmo gairdneri*, in fresh water. Comp. Biochem. Physiol., 84A, 427-429.

Osborn, R.H. and Simpson, T.H., 1978.

Seasonal changes in thyroïdal status in the plaice. *Pleuronectes platessa* L. J. Fish Biol., 519-526.

Osborn, R.H., Simpson, T.H. and Youngsten, A.F. 1978.

Seasonal and diurnal rhythms of thyroïdal status in the rainbow trout, *Salmo gairdneri* Richardson. J. Fish. Biol. 12, 531-540.

Pentreath, R.J., 1977.

The accumulation of arsenic by the plaice and thornback ray : some preliminary observations. International Council for the Exploration of the Sea, CM 1977/E : 17.

Peter, R.E., 1979.

The brain and feeding behaviour. In "Fish Physiology", Hoar, W.S., Randall, D.J. and Brett, J.R. Eds., Vol. VIII. Academic Press, New York, PP 121-159.

Pollak, O.J., 1944.

A rapid trichroom stain. Archives Pathology, 37, 294.

Popp, W., 1982.

Fischpathogene Mycobacterien als Infektionsgefahr für den Menschen unter besonderer Berücksichtigung des Schwimmbadgranuloma. In "Fisch und Umwelt, Heft 11", Reichenbach-Klinke, H.H. and Ahne, W. eds., Gustav Fischer Verlag, Stuttgart/New York, 3-8.

Quincy, D., 1987.

Gravelines : Démonstration probante. Aqua revue., 15, 17-18.

Ravagnan, G., 1984.

L'élevage du loup et de la daurade en valliculture, In "L'aquaculture du Bar et des Sparidés", Barnabé, G. et Billard, R. eds., INRA. Publ., Paris, 435-446.

Ray, A.K. and Medda, A.K., 1973.

Effect of thyroid hormones on the excretion of urea and ammonia, and proteins, RNA and DNA contents of liver and muscle of lata fish (*Ophicephalus punctatus*). Ind. J. Physiol. Allied. Sci. 27, 67-69.

Redding, J.M., Schreck, C.B., Berks, E.K; and Ewing, R.D., 1984.

Cortisol and its effects on plasma thyroid hormone and electrolyte concentration in fresh water and during seawater acclimation in yearling coho salmon, *Oncorhynchus kisutch*. Gen. Comp. Endocrinol., 56, 46-155.

Reichenbach-Klinke, H.H., 1967.

Untersuchungen über die Einwirkung des Ammoniakgehalts auf den Fischorganismus. Arch. Fish. Wiss., 17, 122-132.

Reichenbach-Klinke, H.H., 1980.

Krankheiten und Schädigungen der Fische. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.

René, F., 1984.

Essais d'élevage du loup (*Dicentrarchus labrax*) à la Martinique. In "l'aquaculture du loup et des sparidés", Barnabé, G. et Bilard, R., eds, INRA publ., Paris, 403-419.

Ricker, W.E., 1968.

Methods for Assessment of Fish production in fresh waters. Willmer Brothers Limited, Birkenhead.

Roberts, R. J., 1985.

Grundlagen der Fischpathologie. Verlag Paul Parey, Berlin/Hamburg.

Ross, A.J., 1970.

Mycobacteriosis among pacific salmonid fishes. Amer. Fisheries Soc. Spec. Publ., 5, 289-293.

Runyon, E.H., 1965.

Pathogenic Mycobacteria. Adv. Tuberc. Res., 14, 235-287.

Sadler, K., 1981.

The toxicity of ammonia to the european eel (*Anguilla anguilla*). Aquaculture, 26, 173-183.

Sakamoto, S. and Yone, Y., 1980.

A principal source of deposited lipid in phosphorus deficient red sea bream *Chrysophrys major*. Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries, 46(10), 1227-1230.

SAS Institute inc. SAS™, 1985.

User's Guide : Statistics, Version 5 Edition. Cary, NC : SAS. Institute inc., 956 PP.

Schäperclaus, W., 1979.

Fisch Krankheiten. Akademie-Verlag, Berlin.

Schreckenbach, K., Spangenberg, R. und Krug, S., 1975.

Die Ursache der Kiemennekrose. Z. Binnenfischerei DDR, 22, 257-288.

Shields, A.C. and Eales, J.G., 1986.

Thyroxine 5' monodeiodinase activity in hepatocytes of rainbow trout, *Salmo gairdneri*, effect of starvation, and exogenous inhibitors. Gen. Comp. Endocrinol. 63, 334-343.

Sing, T.P., 1968.

Seasonal changes in radioiodine uptake and epithelial cell height of the thyroid gland in freshwater teleosts *Eomus danricus* (Ham.) and *Mystus vittatus* (Bloch) under varying conditions of illumination. Z. Zellforsch. 87, 422-428.

Smart, G., 1976.

The effect of ammonia exposure on gill structure of the rainbow trout (*Salmo gairdneri*). J. Fish. Biol., 8, 471-75.

Sneider, R., 1982.

Polychlorinated biphenyls in cod tissues from the Western Baltic. Significance of equilibrium partitioning and lipid composition in the bioaccumulation of lipophilic pollutants in gill-breathing animals. Meeresforsch. 29, 69 -79.

Sonstegard, R. and Leatherland, J.F., 1976.

The epizootiology and pathogenesis of thyroid hyperplasia in coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*) in Lake Ontario. Cancer Res., 36, 4467-4475.

Spagnoli, J.J. and Skinner, L.C., 1977.

PCB's in fish from selected waters of New York State. Pestic. Monit. J., 11, 69-87.

Stéguert, G., 1972.

Contribution à l'étude du bar *Dicentrarchus labrax* (Linné) des réservoirs à poissons de la région d'Arcachon. Thèse 3ème cycle, Faculté des Sciences, Bordeaux. 149 pp.

Stirling, M.P., 1977.

Growth, food utilization and effect of social interaction in the European bass *Dicentrarchus labrax*. Mar. Biol., 40, 173-184.

Swift, S. and Cohen, H., 1962.

Granulomas of the skin due to *Mycobacterium Balnei* after abrasions from a fish tank. New England Journal of Medicine, 13, 1244-1246.

Tacon, A.G.J., and De Silva, S.S., 1983.

Mineral composition of some commercial feeds available in Europe. Aquaculture, 31(1), 11-20.

Taylor, D., 1971.

Journal of the association of public analysts, 9, 76.

Thurston, R.V. and Russo, R.C., 1978.

Acute toxicity of ammonia and nitrite to cutthroat trout fry. Trans. Am. Fish. Soc., 107(2), 361-368.

Thurston, R.V., Phillips, G.R., Russo, R.C. and Howkins, S.M., 1981.

Increased toxicity of ammonia to rainbow trout (*Salmo gairdneri*) resulting from reduced concentrations of dissolved oxygen. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 38, 983-988.

Thurston, R.V., Russo, R.C., Luedtke, R.J., Smith, C.E., Meyn, E.L., Chakoumakos, C., Wang, K.C. and Brown, C.J.C., 1984.

Chronic toxicity of ammonia to rainbow trout. Trans. Am. Fish. Soc., 113, 56-73.

Thurston, R.V., Russo, R.C., Meyn, E.L. and Zajdal, R.Z., 1986.

Chronic toxicity of ammonia to fathead minnows. Trans. Am. Fish. Soc., 115, 196-207.

Trouw Italia Spa, Mozzecane 1981.

Trussell, R.P., 1972.

The percent un-ionized ammonia in aqueous ammonia solutions at different pH levels and temperatures. J. Fish. Res. Bd. Canada, 29, 1505-1507.

USEPA (U.S. Environmental Protection Agency), 1985.

Ambient water quality criteria for ammonia-1984. S.S.EPA 440/5-5-001. Office of Water Regulations and Standards, Washington, D.C.

Van Banning, P., Declerck, D., Guns, M., Stokman, G., Vandamme, K. en Vyncke, W., 1984.

Visaandoeningen en de mogelijkheid van relatie met watervervuiling. Rijksinstituut voor visserijonderzoek, rapport CA 84-05.

Van Duyn, C., 1981.

Tuberculosis in fishes. Journal of Small Animal Practice 22, 391-411.

Vandamme, K. en Baeteman, M., 1982.

Gehalte aan PCB's en organochloorpesticiden in mariene organismen van de Belgische kustwateren. Landbouwtijdschrift, 2, 1951-1958.

Vandamme, K. en Maertens, D., 1983.

De gehalten aan organochloorverbindingen in mariene organismen van verschillende trofische niveaus. *Landbouwtijdschrift*, 6, 1647-1652.

Vandamme, K., 1984.

De invloed van vet, seizoen en grootte op de PCB-gehalten in vis. Mededelingen van het Rijksstation voor Zeevisserij (CLO Gent); *Publicatie nr. 202*.

Visser, T.J., Fekkes, D., Docter, R. and Henneman, G., 1979.

Kinetics of enzymatic reductive deiodination of iodothyronines. *Biochem. J.*, 179, 489-495.

Vos, G. and Hovens, J.P.C., 1986.

Chromium, nickel, copper, mercury and lead in Dutch fishery products 1977-1984. The science of the total environment, 52, 5-40.

Vyncke, W., Guns, M., De Clerck, R. en Van Hoeyweghen, P., 1984.

Het gehalte aan zware metalen in tong uit de Noordzee en de Ierse zee : 10 jaar onderzoek (1973-1982). *Landbouwtijdschrift* 5 (37), 1229-1234.

Vyncken W., Vanderstappen, R., De Clerck, R., Moermans, R. en Van Hoeyweghen, P., 1981.

De evolutie van het gehalte aan zware metalen in schol, wijting, sprout en garnaal van de Belgische kustwateren. *Landbouwtijdschrift* 5 (34), 1331-1345.

Watanabe, T., 1982.

Lipid Nutrition in fish. *Comparative Biochem. Physiol.*, 73B(1), 3-15.

Wayne, L.G. and Kubica, G.P., 1986.

The mycobacteria. In "Bergey's manual of systematic bacteriology" Vol. 2. Ed. Sneath, P.H.A. Williams and Wilkins, Baltimore, Maryland, 1440 p.

Welch, A.D., 1950.

The relation of the structure of choline-like chloride in the bio-synthesis of phospholipids. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, 35, 107-108.

Wheatherley, A.H. and Gill, H.S., 1987.

the Biology of Fish Growth. Academic Press Inc. (London) Ltd. 24/28 Oval Road, London NW1.

Wheeler, A., 1969.

The fishes of the British Isles and North-West Europe. 613 pp. London : Macmillans.

White B.A. and Henderson, N.E., 1977.

Annual variation in the circulating levels of thyroid hormones in the brook trout, *Salvelinus fontinalis*, as measured by radioimmunoassay. Can. J. Zool., 55, 475-481.

Whithfield, M., 1978.

The hydrolysis of ammonium ions in sea water-experimental confirmation of predicted constants at one atmosphere pressure. J. mar. biol. Ass. U.K., 58, 781-787.

WHO., 1971.

Evaluation of food additives, (Technical Report Series, No. 462).

WHO., 1972.

Evaluation of certain food additives and the contaminants mercury, lead and cadmium, (Technical Report Series, No. 505).

WHO., 1975.

The hazards to health and ecological effects of persistent substances in the environment. Report on a working group, EURO 3109 (2).

WHO., 1986.

Review of potentially harmful substances - Arsenic, Mercury and Selenium. Geneva (Reports and studies, No.28).

Williot, P., 1984.

Essai d'amélioration du taux de survie hivernal du bar (*Dicentrarchus labrax*) en grands bassins, In "L'aquaculture du bar et des Sparidés", Barnabé, G. et Billard, R., eds, INRA publ., Paris, 423-434.

Wray, T., 1988.

Fish thrive in French power plant-water. Fish farming International., No.11. 14-15.

Yang, G., Wang, S., Zhou, R. and Sun, S., 1983.

Endemic intoxication of humans in China. Am. J. Clin. Nutr., 37, 872-881.

Yone, Y. and Fujii, M., 1975 a.

Studies on the nutrition of red sea bream - XI. Effect of 3 fatty acid supplement in a corn diet on growth rate and feed efficiency. Bull. Japan. Soc. Scient. Fish., 41, 73-77.

Yone, Y. and Fujii, M., 1975 b.

Studies on the nutrition of red sea bream - XII Effect of 3 fatty acid supplementation in a corn diet on fatty acid composition of fish. Bull. Japan. Soc. Scient. Fish., 41, 78-86.

Zanuy, S. and Carillo, M., 1985.

Annual cycles of Growth, Feeding rate, Gross conversion efficiency and Haematocrit levels of Sea Bass (*Dicentrarchus labrax*) adapted to two different osmotic media. Aquaculture, 44, 11-25.

