

LE POINT SUR LA SALMONICULTURE MARINE

EN NORVEGE EN 1980



**C. N. E. X. O.**

**C. O. B.**

## REMERCIEMENTS

=====

Cette mission s'inscrit dans le cadre de la coopération franco-norvégienne.

Nous tenons à remercier :

- le Ministère des Affaires Etrangères à Paris qui a accepté de prendre à sa charge les frais de déplacements inhérents à cette mission,

- le Ministère des Affaires Etrangères Norvégiennes à Oslo qui a pris à sa charge les frais de séjour,

- Mr. G. VANNIER MOREAU, Attaché Scientifique du Service Culturel de l'Ambassade de France à Oslo qui nous a donné de multiples informations sur la salmoniculture norvégienne et accès à certains documents,

- les professionnels, ingénieurs et chercheurs norvégiens pour leur accueil et leur esprit de coopération, dont : Dr. AUSTRENG, Dr. BRAATEN, Dr. EGIDIUS, J.O. ERIKSEN, Dr. GJEDREM, I. HUSE, Dr. JENSSEN, K.O. JORGENSEN, Dr. KINGHORN, K.A. MACKENZIE, B. MYRSETH et leurs collaborateurs,

- B. CHEVASSUS (INRA) et Y. HARACHE (CNEXO) qui nous ont communiqué des informations précieuses sur l'aquaculture norvégienne,

- MM. J. GUILLAUME et A. VAILLANT du Centre Océanologique de Bretagne pour leur coopération ainsi que J. LE GALL pour la frappe du document final et ceci malgré la difficulté de l'orthographe de la langue norvégienne.

- J.P. DENOYERS (Pisciculture du Trégor) pour ses connaissances de la pisciculture et sa collaboration.

oooOooo

PROGRAMME DE LA MISSION ACCOMPLIE EN NORVEGE

DU 27 MAI AU 13 JUIN 1980

par

Gilles BOEUF

BUTS DE LA MISSION.

A/ Participation et présentation de 3 publications pour le Centre Océanologique de Bretagne au colloque de Stavanger.

B/ Visite de divers établissements de recherche ou d'exploitation en relation avec l'élevage des salmonidés en eau de mer.

C/ Prise de contact avec les chercheurs et producteurs norvégiens pour leur proposer un groupe de travail en France en 1981 sur des thèmes précis liés à la salmoniculture.

DEROULEMENT.

- 27 mai 1980 :

BREST → PARIS (train)

PARIS → COPENHAGUE (avion)

COPENHAGUE (DK) → GÖTEBORG (S) (avion)

- 28 mai 1980 :

GÖTEBORG (S) → OSLO (N) (autobus)

OSLO → STAVANGER (train)

- 29, 30 et 31 mai 1980 :

Participation au symposium sur les récents développements dans l'utilisation des eaux chaudes ou recyclées en pisciculture intensive, colloque EIFAC/FAO 1980.

Trois publications présentées pour le C.O.B.

Discussion avec les chercheurs étrangers :

*Canada* :

B.G. SHEPERD

*Chypre* :

D. STEPHANOU-HEAD

.../...

*Danemark :*

K. LARSEN  
K.A. MACKENZIE

*France :*

P. GUENEAU  
S. KAUSHIK  
J. LASSERRE  
M. LEYNAUD

*R.F.A. :*

V. HILGE  
H. ROSENTHAL  
K. TIEWS

*Hongrie :*

L. HORVATH  
L. VARADI

*Islande :*

A. ISAKSSON

*Irlande :*

D. PIGGINS

*Koweït :*

C.R. EL-ZAHR

*Norvège :*

B. BRAATEN  
J.O. ERIKSEN  
T. GJEDREM  
E. EGIDIUS  
B. HJELTNES  
J.O. JORGENSEN  
B. MYRSETH

*Portugal :*

M.I. GUERRA

*Royaume Uni :*

R. ALDERSON  
J.B. HAMBREY  
N. KERR  
A.S. MUNRO

*U.S.A. :*

E. BRANNON

*Yougoslavie :*

N. FIJAN  
N. KERIC

- 1er juin 1980 :

Visite de la pisciculture en eau douce d'OKSNEVAD, de la station de recherches d'IMS et de la station d'élevage en mer de BERSAGEL sous la conduite du Dr. K.W. JENSEN, du Directorate of Fish and Wildlife.

- 2 juin 1980 :

Rencontre à DUSAVIK de M. SAGNE du Département Recherche et Développement de la Société ELF/NORGE : discussion sur les programmes aquacoles.

STAVANGER → HAUGESUND → KVALVÅG (voiture + ferry).

- 3 juin 1980 :

Visite de la pisciculture eau douce de la Société Sea Farms A/S. Manager de l'établissement : J.O. ERIKSEN.

KVALVÅG → LEIRVIK → SANDVIKVÅG → OSÖYRA → BERGEN (voiture + ferry).

- 4 juin 1980 :

Visite de la station de recherches marines d'AUSTEVOLL (île de HUFTAROY) (voiture + ferry). Discussion avec divers scientifiques de l'Institut des Pêches de BERGEN : E. EGIDIUS, B. BRAATEN.

- 5 juin 1980 :

Visite de MOWI Farms dans l'île de SOTRA. Discussion avec le Dr. E. CLAUSEN, pathologiste de l'Université de TROMSÖ.

- 6 juin 1980 :

Visite de l'Institut des Pêches de BERGEN. Discussion avec Mme E. EGIDIUS. Groupe de travail avec les responsables de Sea Farms A/S, B. MYRSETH et K.O. JORGENSEN à propos de l'importation d'oeufs de saumons coho en Norvège. Visite du marché au poisson de BERGEN.

- 7 et 8 juin 1980 :

BERGEN → KINSARVIK → GOL → OSLO (ferry + voiture).

- 9 juin 1980 :

Visite au service culturel de l'Ambassade de France à OSLO : le point sur les programmes de la coopération scientifique en matière d'aquaculture entre la France et la Norvège avec M. VANNIER-MOREAU, attaché scientifique.

Visite des laboratoires du Département de Biologie Marine de l'Université d'OSLO 1. Rencontre avec divers chercheurs : T. GRAY, J.A. BERGE et K.A. MACKENZIE.

.../...

- 10 et 11 juin 1980 :

Visite à ÅS du NLH, collège d'agriculture de Norvège, et discussion avec différents chercheurs du Ministère de l'Agriculture travaillant sur les salmonidés : T. GJEDREM ; E. AUSTRENG et M. KINGHORN. Thèmes abordés : nutrition, adaptation à l'eau de mer, respiration et surtout génétique.

- 12 et 13 juin 1980 :

Retour en France par la route.

ÅS → GÖTEBORG (S) → FREDERIKSHAVN (DK) → BREST (voiture + ferry)

L'aquaculture marine norvégienne a déjà fait l'objet de divers documents descriptifs (VIBERT et BILLARD, 1975 ; HARACHE, 1976 ; CHEVASSUS, 1977) et nous nous attacherons dans ce rapport à apporter des compléments d'informations sur l'évolution récente de cette activité tant sur le plan de la recherche que de la production. Un accent particulier sera mis sur l'effort du gouvernement norvégien pour favoriser cette nouvelle activité.

#### 1. LE DEVELOPPEMENT DE LA PRODUCTION.

On peut rappeler successivement que l'élevage des salmonidés a débuté en Norvège de façon empirique et grâce à l'initiative privée au cours des années 50. L'apprentissage a été long et difficile, parsemé de nombreux échecs, mais ce secteur d'activité a véritablement "explosé" à partir de 1970, date à laquelle un important effort de recherche a été mis en oeuvre par deux Ministères principalement : Pêche et Agriculture.

Depuis 1976, la progression a été très spectaculaire faisant apparaître deux tendances :

- une relative stagnation de la production de truites arc-en-ciel dont l'accroissement rapide était dû au manque de smolts de saumons atlantiques,

- un accroissement rapide de l'élevage du saumon lié à la mise en place d'une production industrielle de juvéniles de qualité.

.../...

L'évolution de la production au cours de ces dernières années a été la suivante :

	1975	1977	1978	1979	1980
Saumon atlantique (tonnes)	1 500	2 300	3 600	4 100	5 000
Truite arc-en-ciel (tonnes)	1 000	1 100	2 100	2 700	2 800

Un certain nombre de documents obtenus grâce aux soins du Service Culturel de l'Ambassade de France à Oslo (Sources : Bureau Central des Statistiques ; Statistik Sentralbyrå) permettent d'analyser la nature actuelle de l'aquaculture norvégienne pratiquée en 1980 par 229 firmes exploitant en tout 1 880 000 m<sup>3</sup> de concessions en eau de mer.

1.1. Techniques d'élevage.

Classification par type de bassin d'élevage

1977 - 1978

	Nombre de sociétés	Nombre d'enclos	Capacité totale (1.000 m <sup>3</sup> )
Enclos naturel	16 / 12	42 / 28	55 / 33
Cages flottantes :			
eau douce	15 / 14	92 / 69	33 / 12
eau salée	170 / 187	1.659 / 1.937	664 / 765
Enclos artificiel	3 / 6	10 / 15	30 / 65
Enclos utilisant la topographie et une limite artificielle	6 / 8	9 / 11	296 / 290
Autres	5 / 3	44 / 34	9 / 1
TOTAL	203 / 216	1.856 / 2.094	1.088 / 1.166



Sociétés s'occupant d'éclosion des oeufs et effectuant l'élevage des jeunes saumons et des poissons de souche.

1977/1978

Nombre de Sociétés	Quantité d'oeufs inséminés (litre)			Jeunes poissons (1.000)		
	Saumon	Truite Arc-en-ciel	Autres poissons	Saumon	Truite Arc-en-ciel	Autres poissons
58 / 39	2478 / 2795	3337 / 4053	823 / 91	5479 / 5940	7018 / 6900	3733 / 320

TABLEAU 1

Nombre de Sociétés	S M O L T		TRUITES ARC - EN - CIEL		AUTRES
	Eclosion antérieure à 1976	Eclosion en 1977	Eclosion antérieure à 1976	Eclosion en 1977	
66 / 45	572 / 524	974 / 1117	2817 / 1699	3871 / 2397	4500 / 20

exprimés en milliers de poissons

TABLEAU 2

Il apparaît évident qu'en Norvège le principal système retenu correspond à l'utilisation de cages flottantes ancrées dans certains fjords ou baies. La structure peut en être très légère car ce pays possède des zones bien abritées des tempêtes. MOWI reste le grand système d'élevage en fjord barré.

1.2. Espèces et taille des exploitations.

1.2.1. Eclosion et production de smolts : (tableaux 1 et 2 )

Le prix de vente moyen du smolt de saumon atlantique est de 8,5 FF (10 KN) sur le marché norvégien, ce chiffre pouvant monter à 34,00 FF (40 KN) en demande de pointe (animal de 30 à 50 g). Le juvénile de truite arc-en-ciel (60 à 80 g) coûte 1,2 KN (1,00 FF).

1.2.2. Production en mer (voir tableaux 3, 4 et 5 ).

1.2.3. Structure juridique des exploitations :

Types de sociétés

Anonyme	A actions	Privée	SARL	Autres	Total
72	14	119	13	11	229

1.3. Commercialisation.

1.3.1. Vente et valeur selon le poids :

Dans le tableau suivant (6), il apparaît nettement que les prix de marché sont différents selon la taille de l'animal vendu. Plus le poisson est grand et meilleur est le prix obtenu. Il apparaît que le saumon atlantique est commercialisé à une grande taille (> 3 kg) et la truite arc-en-ciel à un poids inférieur (0,5 à 2 kg surtout).

Actuellement (1980), le prix départ élevage en mer va de 40 à 70 KN (33,00 à 60,00 FF) pour le saumon atlantique et de 20 à 25 KN pour la truite arc-en-ciel (16,50 à 21,00 FF). Les prix sur le marché au poisson de Bergen en juin 1980 étaient de 80 FF/kg pour le saumon et de 40 FF pour la truite d'élevage.

.../...

Sociétés procédant à l'abattage des saumons et/ou des truites arc-en-ciel.

	Nombre de Sociétés avec abattage				Production (tonne)		
	de saumons	de truites arc-en-ciel	et production d'oeufs	TOTAL	Saumon	Truite arc-en-ciel	TOTAL
1977	84	112	29	165	2.137	1.795	3.932
1978	116	124	27	189	3.540	2.105	5.645

TABLEAU 3

Classement des sociétés d'élevage avec abattage des saumons selon leur capacité de production.

1977/1978

Tranches de production	Nombre de Sociétés	Production totale (tonnes)	Importance relative (%)
moins de 2 tonnes	5 / 4	4 / 3	0,2 / 0,1
2 - 9,9 tonnes	34 / 37	188 / 215	8,8 / 6,1
10 - 24,9 tonnes	28 / 32	438 / 560	20,5 / 15,8
25 - 49,9 tonnes	8 / 23	282 / 793	13,2 / 22,4
50 tonnes et plus	9 / 20	1.225 / 1969	57,3 / 55,6
TOTAL	84 / 116	2.137 / 3540	100,- / 100,-

TABLEAU 4

Classement des sociétés d'élevage avec abattage des truites arc-en-ciel selon leur capacité de production.

1977/1978

Tranches de production	Nombre de Sociétés	Production totale (tonnes)	Importance relative (%)
moins de 2 tonnes	18 / 13	13 / 13	0,7 / 0,6
2 - 9,9 tonnes	42 / 45	170 / 226	9,5 / 10,7
10 - 24,9 tonnes	26 / 37	360 / 545	20,1 / 25,9
25 - 49,9 tonnes	18 / 19	647 / 655	36,0 / 31,1
50 tonnes et plus	8 / 10	605 / 666	33,7 / 31,6
TOTAL	112 / 124	1.795 / 2105	100,- / 100,-

TABLEAU 5

.../...

VENTES DE POISSONS D'AQUACULTURE FRAIS / SURGELES, SELON LEUR POIDS

1977 / 1978

	S A U M O N					T R U I T E A R C - E N - C I E L				
	3 kg	3-5 kg	5 kg	non déter- miné	TOTAL	0,5 kg	0,5-2 kg	2 kg	non déter- miné	TOTAL
Production (tonne)	616 / 687	1019 / 1829	340 / 895	29 / -	2004/3411	4 / 34	1055/1184	710 / 791	11 / -	1779 / 2039
Valeur* (1000kr)	16079/18016	35134/54974	13309/3104	1098 / -	65.620 / 104.031	74/450	17909/17949	14010/15623	240 / -	32.233 / 34.022

\* la valeur est calculée avant "T.V.A."

et le taux de change actuel est : 1 F.F. = 1,18 N.Kr.

TABLEAU 6

1.3.2. Consommation locale et exportation :

Vente selon le type d'acheteur (%) - 1977/1978.

	Exportation		Organismes de vente et grossistes		Détaillant		Hôtellerie		Autres	
Saumon*	22,6	24,1	75,4	73,6	0,9	0,9	0,2	0,4	1,0	3,4
Truite	5,2	2,2	85,3	92,7	3,6	1,5	2,5	1,6	3,4	2,1

On peut constater que la quasi totalité de la production de truites arc-en-ciel est destinée au marché intérieur avec seulement 2,2 % d'exportation en 1978 (tendance en baisse). Par contre, la production de saumons est destinée en partie à l'exportation, 24,1 % en 1978 (tendance en hausse).

L'évolution depuis 1975 fait apparaître une tendance constante à l'accroissement des exportations et il serait surprenant qu'elle s'inverse dans le proche avenir. C'est un élément à prendre en compte dans le développement de l'aquaculture française qui est susceptible de se trouver confrontée à un problème de compétition avec le saumon norvégien à plus ou moins brève échéance.

1.4. Mesures permettant de favoriser l'épanouissement de cette activité.

Devant l'importance des activités salmonicoles en Norvège, le Gouvernement a pris diverses mesures destinées à les protéger :

- 1- Limites imposées et à la production et à la prolifération des fermes aquacoles de salmonidés.
- 2- Aides aux éleveurs sous forme de diminution du prix du kilowatt ou de subventions.
- 3- Aide à la pêche destinée à la capture du "faux-poisson" servant de matières premières à la salmoniculture.
- 4- Aides à l'exportation.
- 5- Protection active de l'environnement.

Pour la mesure 1, la loi prévoit par ferme un volume d'élevage maximal de 7 000 m<sup>3</sup> en cages flottantes (soit environ une production annuelle de 100 t de saumons atlantiques).

Des investissements importants ont été consentis et le Gouvernement norvégien a à coeur de les rentabiliser et donc de limiter la production actuelle afin de maintenir les cours élevés dans le pays, quitte à favoriser et à aider l'exportation.

## 2. EVOLUTION DE LA RECHERCHE SPECIALISEE.

Afin d'aider les éleveurs norvégiens, le Gouvernement a consenti à un grand effort de recherche depuis 1971, effort qui a fortement contribué à la réussite de la salmoniculture marine. Les domaines de recherche les plus approfondis ont été la génétique, la nutrition, la pathologie et la physiologie. Ces travaux ont permis de résoudre en partie les divers points de blocage à une production importante.

Grâce à une traduction partielle d'un document émanant de l'Institut des Pêche de Bergen (Planlagt virksomhet 1980, atarbeitet av G. NAEVDAL) il est possible de connaître l'ampleur du budget 1980 pour cet organisme ainsi que sa répartition entre les divers thèmes de recherche : tableaux suivants ( 7, 8, 9 et 10).

A ces chiffres, 6 millions de Couronnes, il faut ajouter les 10 millions de Couronnes engagés par le Ministère de l'Agriculture, ce qui porte pour ces deux organismes de recherche le budget 1980 à 16 millions de Couronnes pour l'aquaculture ( $\approx$  14 millions de FF).

Ces chiffres, très élevés pour un pays qui ne regroupe pas 4 millions d'habitants, montrent l'importance des activités aquacoles en Norvège.

Il apparaît important en France, avec le souci actuel de promouvoir et de développer les activités aquacoles salmonicoles, de développer l'effort de recherche entrepris, de l'étendre à de nouveaux thèmes encore peu abordés (nutrition, génétique...) et tout en bénéficiant de l'acquis norvégien de pouvoir déboucher sur des productions significatives en mer.

Budget pour 1980, en milliers de couronnes norvégiennes.

Organisme de financement	participation
(1) Etat	2.965
(2) N.F.F.R.	885
(3) Commune d'Austevoll	200
(4) Direction des pêcheries du Hordaland	200
(5) Effektiviserings- midler	150
TOTAL PARTIEL	4.400

Le budget total maximal, compte tenu de l'autofinancement se monte à six millions de couronnes.

La répartition budgétaire selon les projets est détaillée dans les tableaux suivants.

Les chiffres placés entre parenthèses :

- dans la colonne "travail du personnel" correspondent à la portion payée par les organismes précités.
- dans la colonne "autres coûts, autres organismes" réfèrent à l'organisme qui finance tel que numéroté dans le tableau ci-dessus.

N.F.F.R. (Conseil norvégien de la recherche aux pêcheries)

TABLEAU 7

.../...

P R O J E T	Personnel (année de travail)		Autres coûts (1.000 c.n.)	
	Chercheur	Assistant	Etat (1)	Autres organismes de (2) à (5)
<u>5.1 Génétique</u>				
1.1 Recherches génétiques sur les saumons	0,8 (0,2)	3,0 (2,0)	400	100 (2)
1.2 Génétique qualitative	1,0	1,0 (1,0)	50	90 (2)
<u>5.2 Physiologie et biologie alimentaire</u>				
2.1 Alimentation /digestion chez les morues	0,2	0,8 (0,8)	100	83 (2)
2.2 "Smoltification et Osmorégulation"	0,4	2,0 (0,5)	45	
2.3 Essais de types d'alimentation	0,2 (0,1)	0,2 (0,1)	100	
2.4 Poissons servant d'alimentation	0,1 (0,1)	0,1 (0,1)	20	
2.5 Hormones dans les aliments du saumon	-	0,2 (0,2)	20	20 (2)
2.6 Comment éviter l'engraissement des foies chez le poisson d'aquaculture	0,2	0,6 (0,6)	120	
2.7 Les déchets de crevettes comme aliments pour saumons	0,4 (0,4)	1,5 (1,5)	165	106,5 (2)
<u>5.3 Conditions d'élevage</u>				
3.1 Accroissement de la population à la station de Matre	0,2	0,8 (0,7)	150	
3.2 Ecllosion, début d'alimentation et la mise en liberté des morues	0,9 (0,9)	0,9 (0,9)	200	200 (3)
3.3 Production de jeunes poissons (projet de l'Université, parallèle avec 3-2)	-	0,1	30	40 (2)
3.4 Flevage en bassin d'alevins de flétan-sole - turbot.	-	-	30	-
3.5 Ostréiculture et élevage de moules	0,8	0,3	100	200 (4)

TABLEAU 8



.../... (suite)

P R O J E T	Personnel (année de travail)		Autres coûts (1.000 c.n.)	
	Chercheur	Assistant	Etat (1)	Autres organismes de (2) à (5)
<u>5.4 Comportement</u>				
4.1 Accidents causés par les filets et autres installations (chez les saumons)	0,3	0,1	80	150 (5)
4.2 Migration des smolts	0,3	0,1	210	110 (2)
4.3 Comportement des smolts devant la migration (prédateur/proie)	0,2	-	20	16 (2)
<u>5.5 Technologie de l'élevage et évolution des méthodes.</u>				
5.1 Produits imperméabilisants pour les filets et les bassins	0,1	0,1	20	-
5.2 Procédure de travail et essais d'équipement.	0,1	0,8 (0,5)	125	-
5.3 Elevage à plus ou moins long-terme des colins	0,5 (0,5)	0,2 (0,2)	200	250 (2)
5.4 Elevage des poissons de souche	0,2	0,6	100	40 (2)
5.5 Recirculation des eaux dans les bassins pour poissons de souche	-	0,4 (0,1)	50	-
5.6 Elevage des saumons dans des cages immergées pour éviter les températures extrêmes	-	0,2 (0,2)	10	-
5.7 Densité de population, classification, enregistrement de l'alimentation et de la croissance.	-	0,1 (0,1)	10	-
				.../...

TABEAU 9

.../... (suite)

P R O J E T	Personnel (année de travail)		Autres coûts (1.000 c.n.)	
	Chercheur	Assistant	Etat (1)	Autres organismes de (2) à (5)
<u>5.6 Pathologie des poissons</u>				
6.1 Tumeurs	0,1	-	25	5 (2)
6.2 Immunité à la vibriose	0,3	1,2	25	5 (2)
6.3 Virologie	1,1	-	25	20 (2)
Administration	1,5	3,3 (1,3)	100	-
Rapports de travail	2,1 (0,4)	0,4	55	-
Services communs	-	5,0 (3,7)	400	-
T O T A L	12 (3,3)	24 (14,5)	2.965	1.435,5

TABLEAU 10

CONCLUSION.

L'aquaculture norvégienne, après une longue période d'apprentissage, arrive dans sa période de maturité caractérisée par un accroissement rapide mais raisonné de sa production.

Il est évident que ce pays dispose d'atouts considérables déjà développés dans de précédents documents, qui le placent incontestablement en première position au niveau mondial. Cependant, les températures très basses en hiver et les pH très acides des eaux douces du Sud sont des facteurs assez défavorables.

L'analyse de la genèse de cette activité est intéressante à plus d'un titre car elle devrait permettre de dégager des tendances que l'aquaculture française encore embryonnaire devra respecter pour se développer.

Il apparaît ainsi qu'un secteur aussi nouveau a demandé :

- une quinzaine d'années de tâtonnements pour aboutir à une production mesurable: 1955-1970,

- une dizaine d'années pour passer de 400 à 8 000 tonnes,

- des mesures d'aide et d'encadrement de la production destinées en particulier à éviter les problèmes de commercialisation (considérés comme sérieux en 1974-1975),

- un effort de recherche considérable avec la mise en place d'outils de recherche zootechnique appropriés, qui n'ont pas d'autres équivalents au monde.

C'est à ce prix que l'aquaculture norvégienne est devenue un exemple. L'aquaculture française des salmonidés en eau de mer, actuellement dans sa phase d'accélération initiale (doublement chaque année depuis 1976, près de 400 tonnes en 1980) se trouve au niveau de la production norvégienne d'il y a 10 ans.

Son développement dépendra en grande partie des moyens mis en oeuvre au niveau de la recherche par les différentes organismes français responsables de ce secteur.

. FERME EXPERIMENTALE D'IMS  
(Direktoratet for vilt og ferskvannsfisk)  
(Directorate for Fish and Wildlife)

1. SITUATION - HISTORIQUE - APPROVISIONNEMENT EN EAU.

\* Cette station de recherches a été terminée à l'automne 1978. La trappe de capture date du printemps 1975. Les raisons qui ont mené au choix de ce site sont :

- l'emplacement dans la partie Sud-Ouest du pays, avec un climat relativement plus favorable que dans le Nord ;
- l'excellente qualité d'eau et en grandes quantités (eau douce et eau de mer) ;
- la proximité de Sandnes et de Stavanger.

Le seul inconvénient est que bien souvent durant l'hiver, la mer gèle dans le fjord à proximité et interdit ainsi la présence de cages flottantes.

\* Située sur le Høgsfjorden, à 20 km au N.E. de Sandnes, 40 km de Stavanger. Bassin versant en eau douce de 128 km<sup>2</sup>. La moyenne du débit de la rivière qui alimente la station en eau douce est de 4,5 m<sup>3</sup>.sec<sup>-1</sup> (rivière Imsa).

Bonne qualité de l'eau douce (rivière plus lac), pH pas trop bas pour cette partie du Sud Norvège de 6,5 à 6,8. Les eaux environnantes contiennent naturellement saumons atlantiques, truites fario, ombles arctiques, poissons blancs et anguilles. Les débits utilisés par la station sont de 0,2 à 0,6 m<sup>3</sup>.sec<sup>-1</sup> (surtout l'eau du lac Liavatnet).

\* L'eau de mer est pompée en profondeur (30 m) dans le fjord à proximité (tuyau de plastique de 200 m de long, 0,60 m de diamètre). Eau douce et eau de mer sont disponibles sur chaque bassin de la pisciculture. La salinité est ainsi parfaitement réglable. Quatre pompes immergées en eau de mer sont utilisables : 2 de 108 m<sup>3</sup>.h<sup>-1</sup> et 2 de 324 m<sup>3</sup>.h<sup>-1</sup>.

\* L'eau de mer pompée en profondeur (minimum 8° C) peut aussi servir à réchauffer les eaux douces (0 à 1° C en hiver).

.../...

## 2. BASSINS.

45 bacs Ewos de 1 à 2 m<sup>2</sup> pour les alevins.

Utilisation d'eau chauffée pour les alevins (système électrique) et alors recyclée.

Présence d'un groupe électrogène.

384 m<sup>2</sup> de bacs Ewos de 4 m<sup>2</sup>

2 012 m<sup>2</sup> de bacs plus grands

1 272 m<sup>2</sup> (12) de grands bassins de béton

} En extérieur  
{ (plan joint)

Trappe de capture sur la rivière Imsa (schéma joint).

Tous les systèmes d'alimentation en eau douce, de pompage de l'eau de mer, de chauffage de l'eau douce pour les alevins, sont pourvus de systèmes d'alarme.

Présence de 3 laboratoires, 3 bureaux, 1 chambre noire, et de bâtiments d'accueil.

Eau douce et eau de mer passent par une tour d'aération. Stérilisation de l'eau recyclée par U.V. (schéma joint du système de filtration).

Utilisation systématique des distributeurs d'aliments automatiques.

## 3. ROLE DE LA STATION.

- Directeur : K.W. JENSEN

Le rôle du Direktoratet for vilt og ferskvannfisk est d'administrer et de gérer les pêcheries extérieures, les piscicultures en eau douce et la pêche du saumon et de la truite de mer. Il a vocation de recherche et d'aménagement dans ces domaines afin d'améliorer la production des pêcheries. Actuellement, priorité est donnée aux recherches devant aboutir à une augmentation des prises de salmonidés grâce aux lâchers de smolts. Il existe également un programme de repeuplement des lacs acides par le saumon de fontaine (*Salvelinus fontinalis*).

### Travaux menés à IMS :

- Recherches concernant le marquage et surtout les effets de celui-ci sur la survie des smolts. L'état des travaux actuellement montre que les smolts non marqués ont des taux de retour 3 fois plus importants (marques carlin ou ablation d'adipeuse) que les autres.

.../...

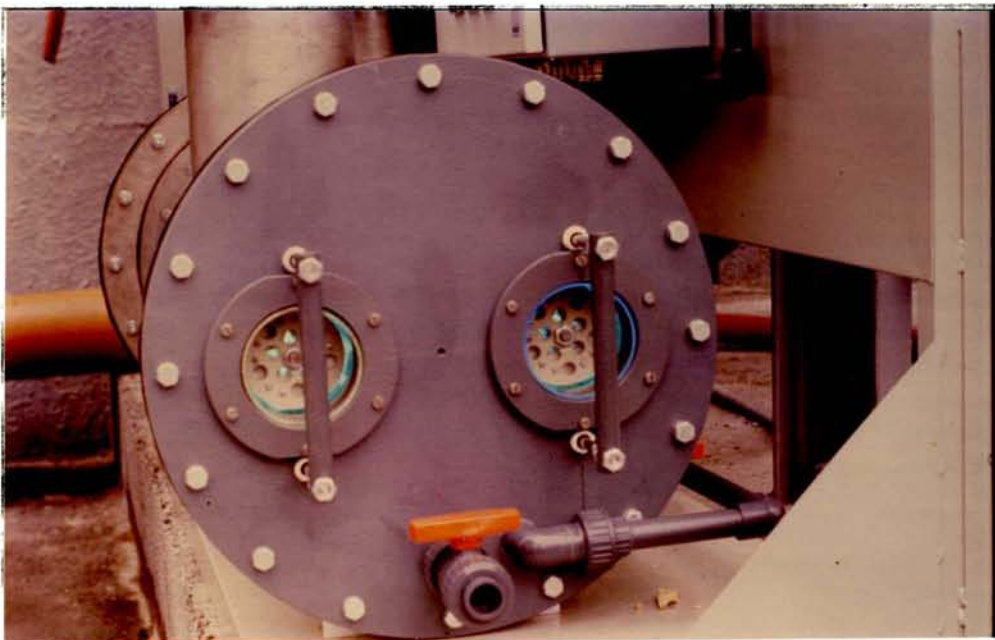


VUE  
GENERALE



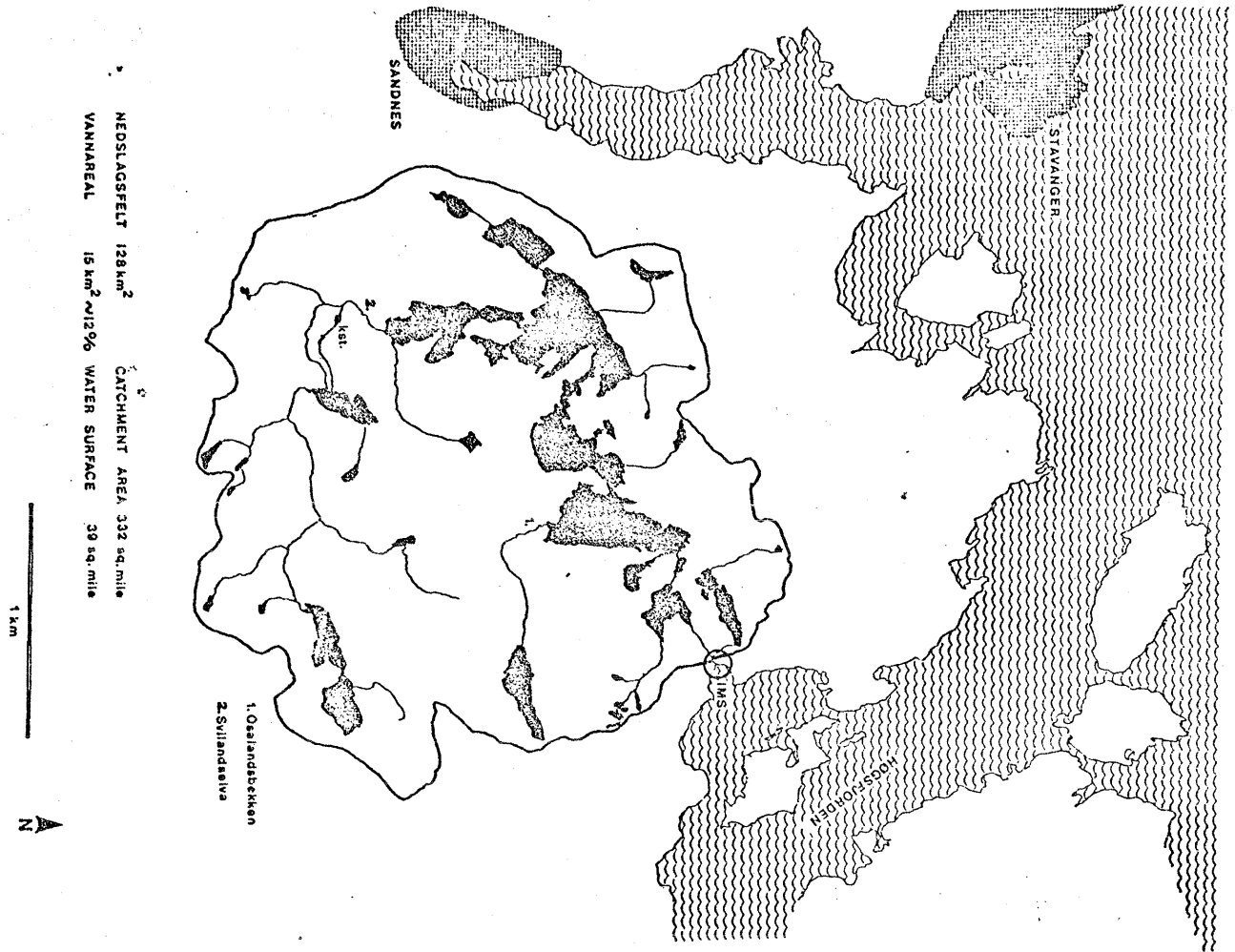
STATION D'IMS

BASSINS D'ALEVINAGE



STERILISATION  
AUX U.V.



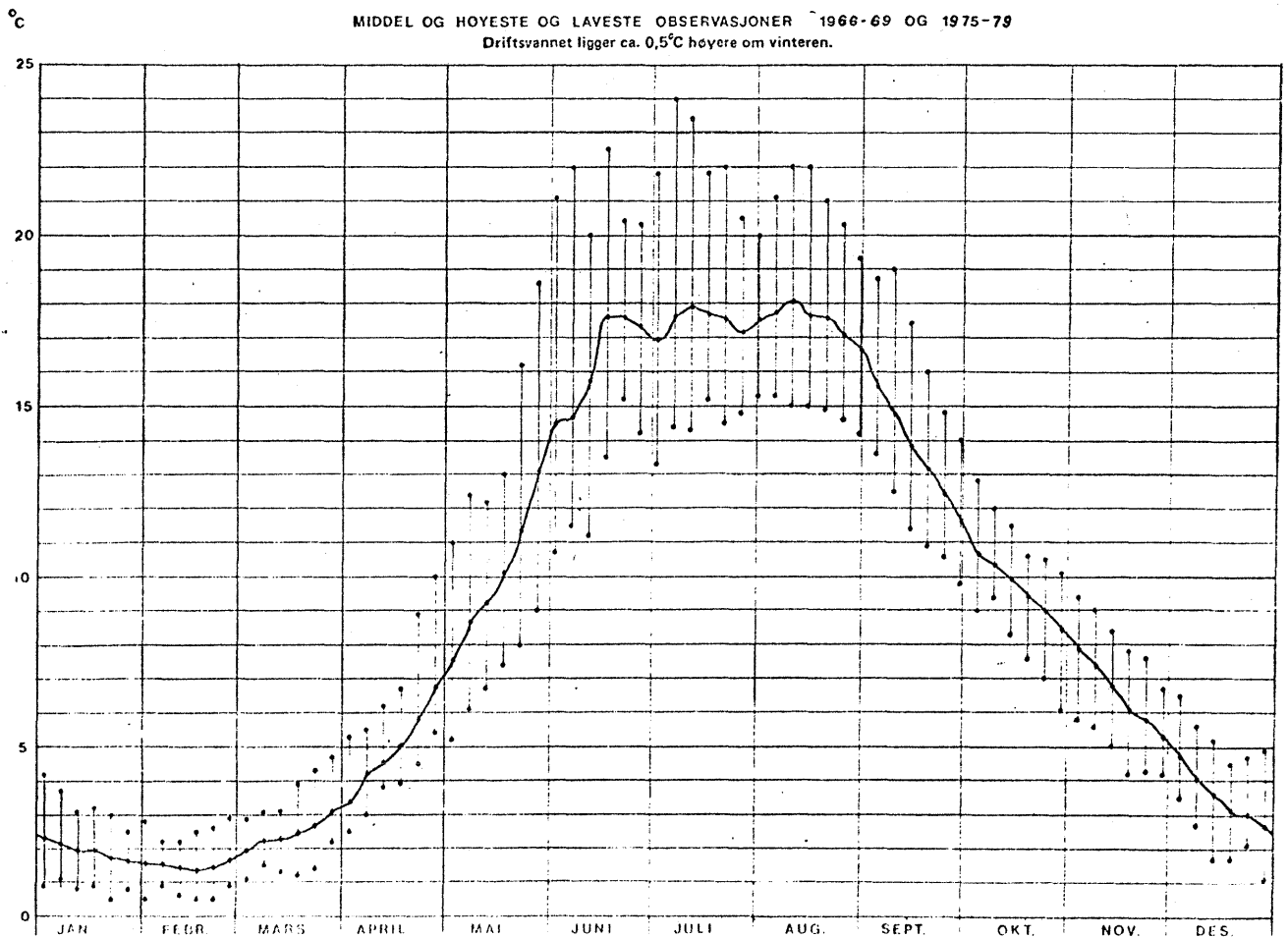


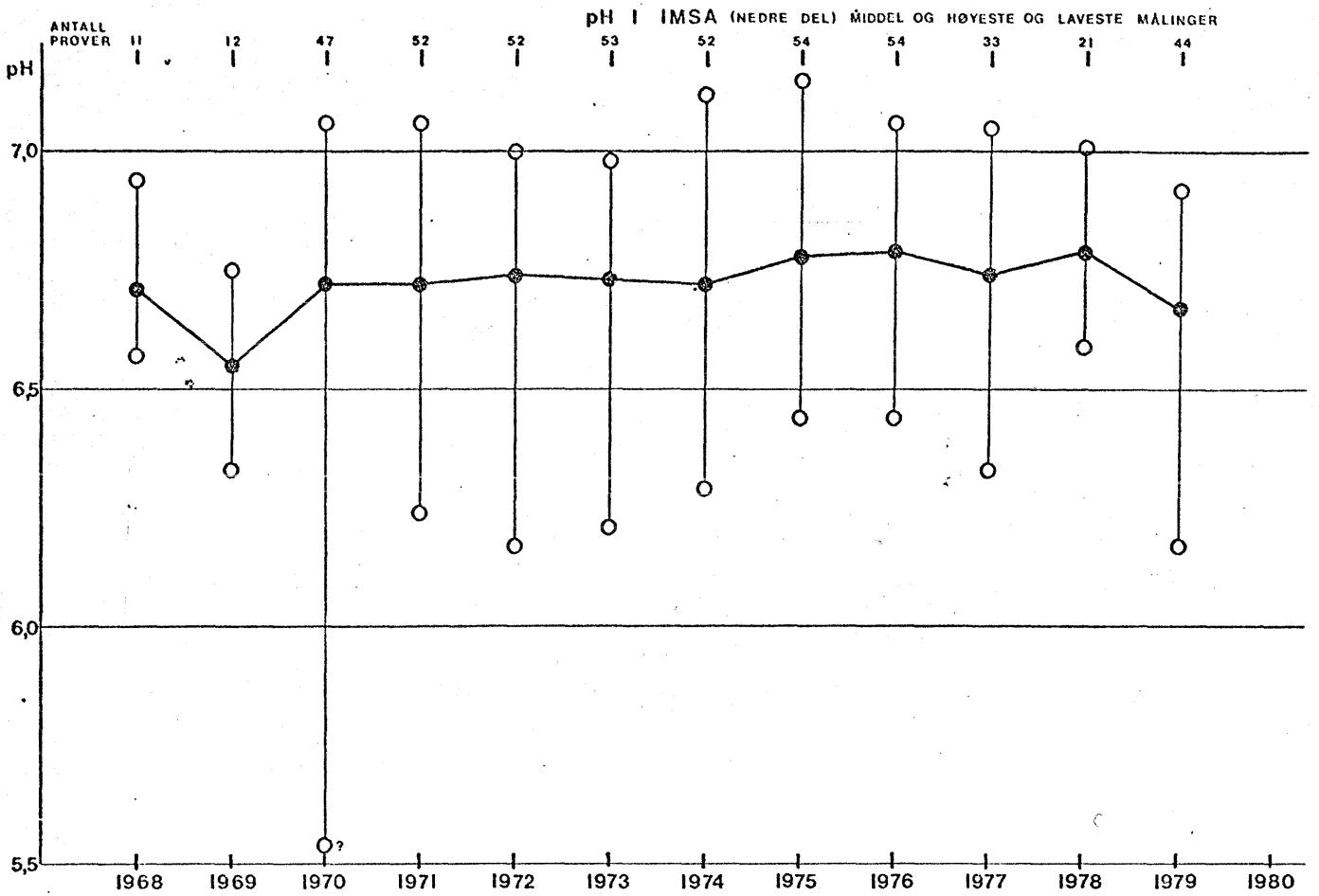
Bassin versant du système d'IMS

Moyennes thermiques de l'eau douce

VANNTEMPERATUR I IMSA (NEDRE DEL)

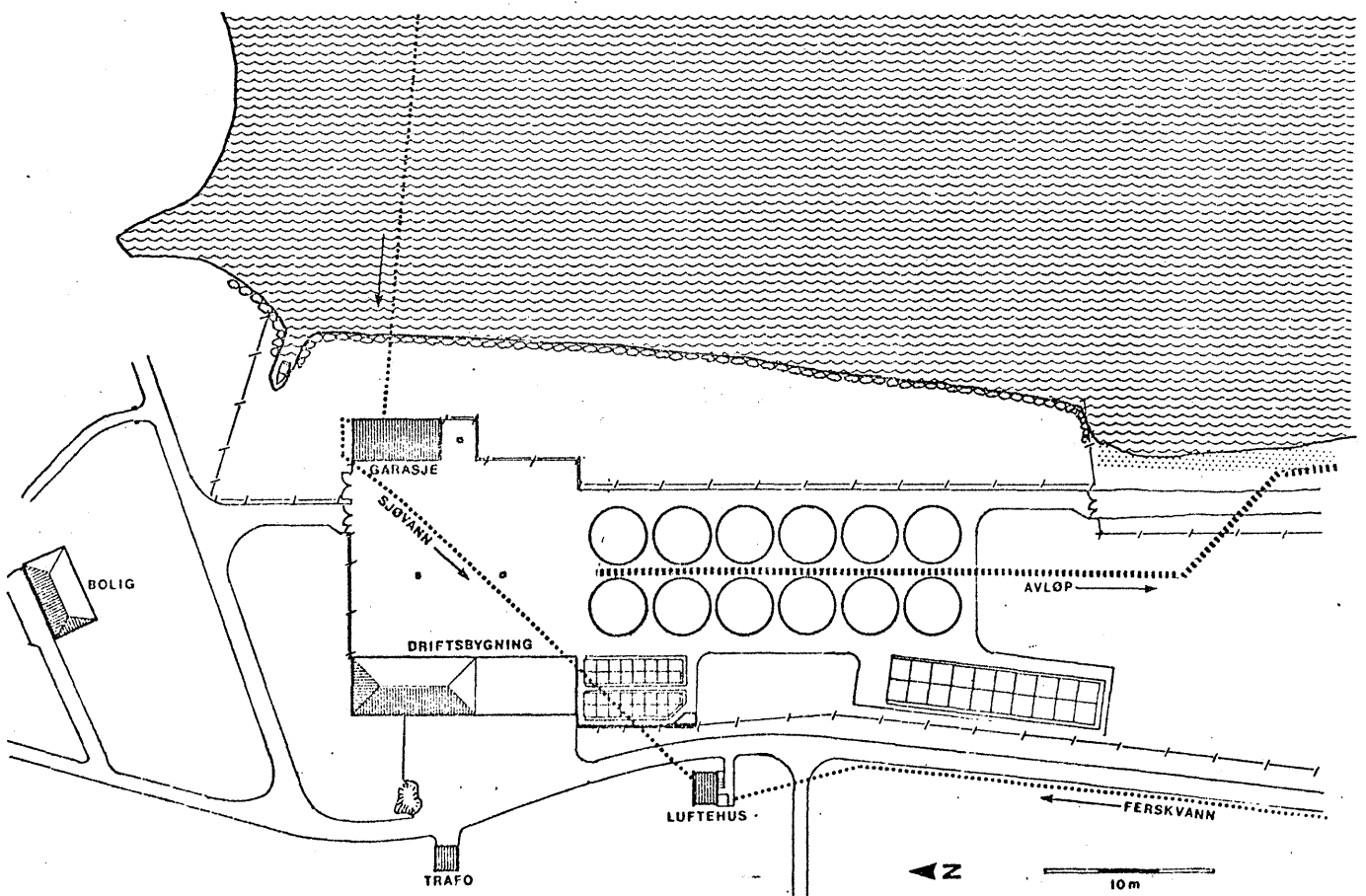
MIDDEL OG HOYESTE OG LAVESTE OBSERVASJONER 1966-69 OG 1975-79  
Driftsvannet ligger ca. 0,5°C høyere om vinteren.





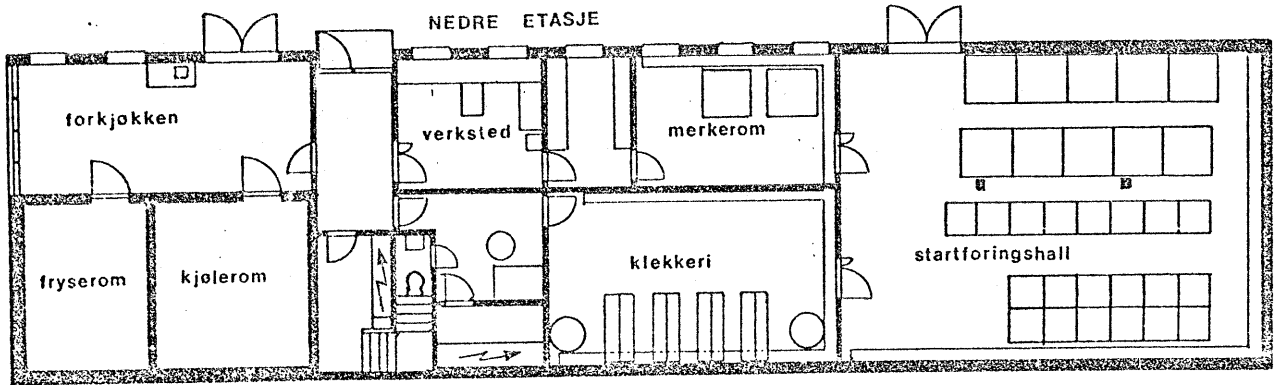
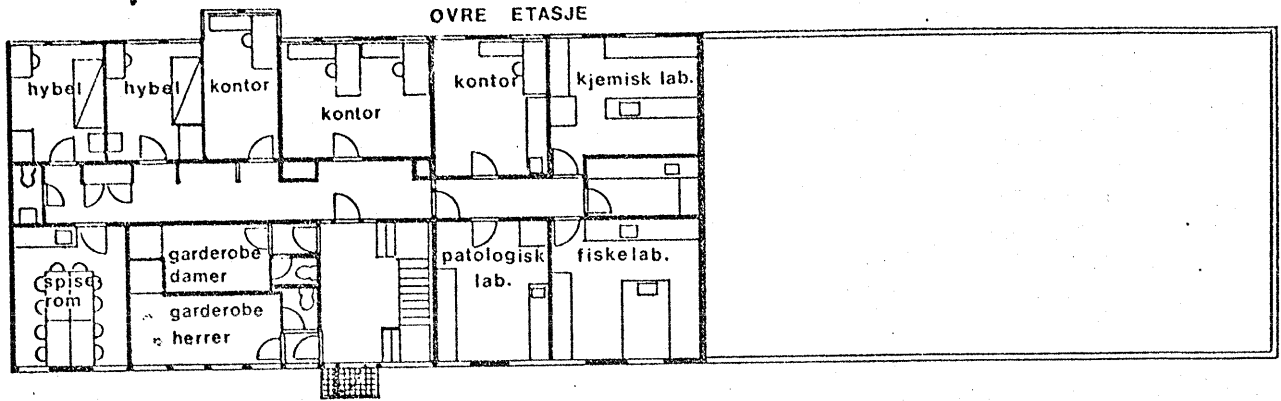
Variations de pH de la rivière IMSA

Plan de la station d'IMS



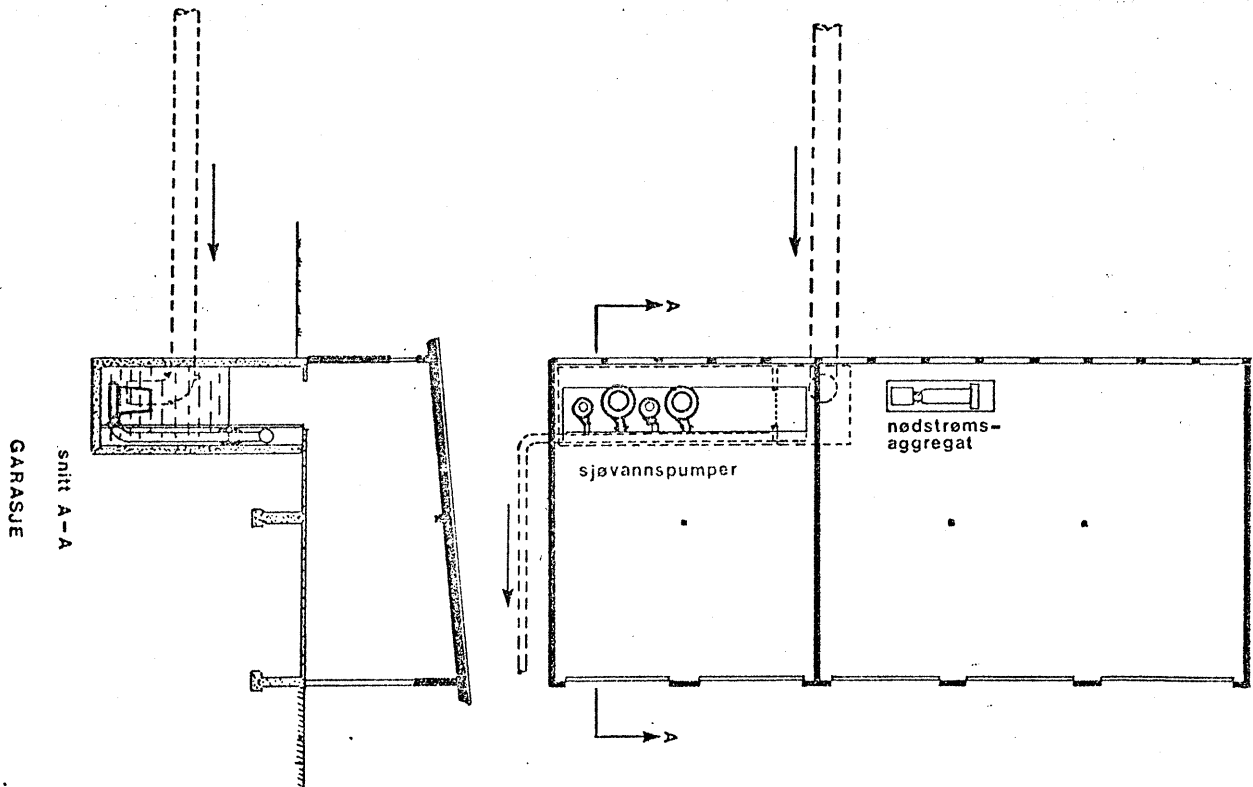


PLAN DRIFTSBYGNINGEN

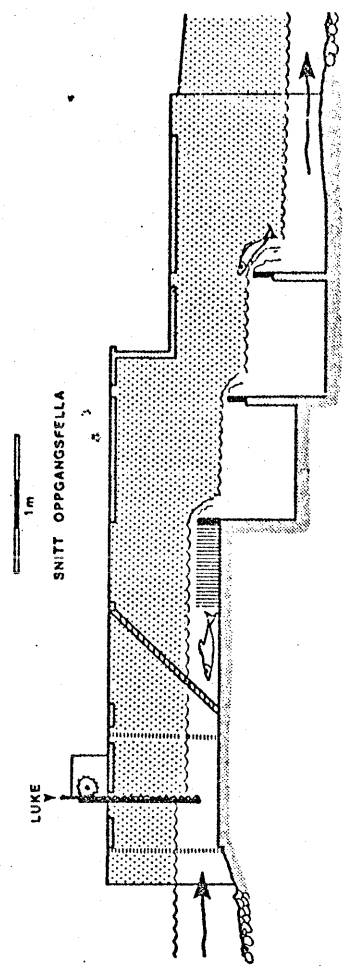


1m cs 80

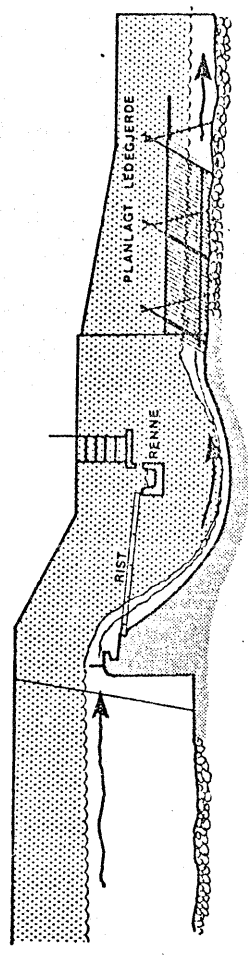
Plans des bâtiments



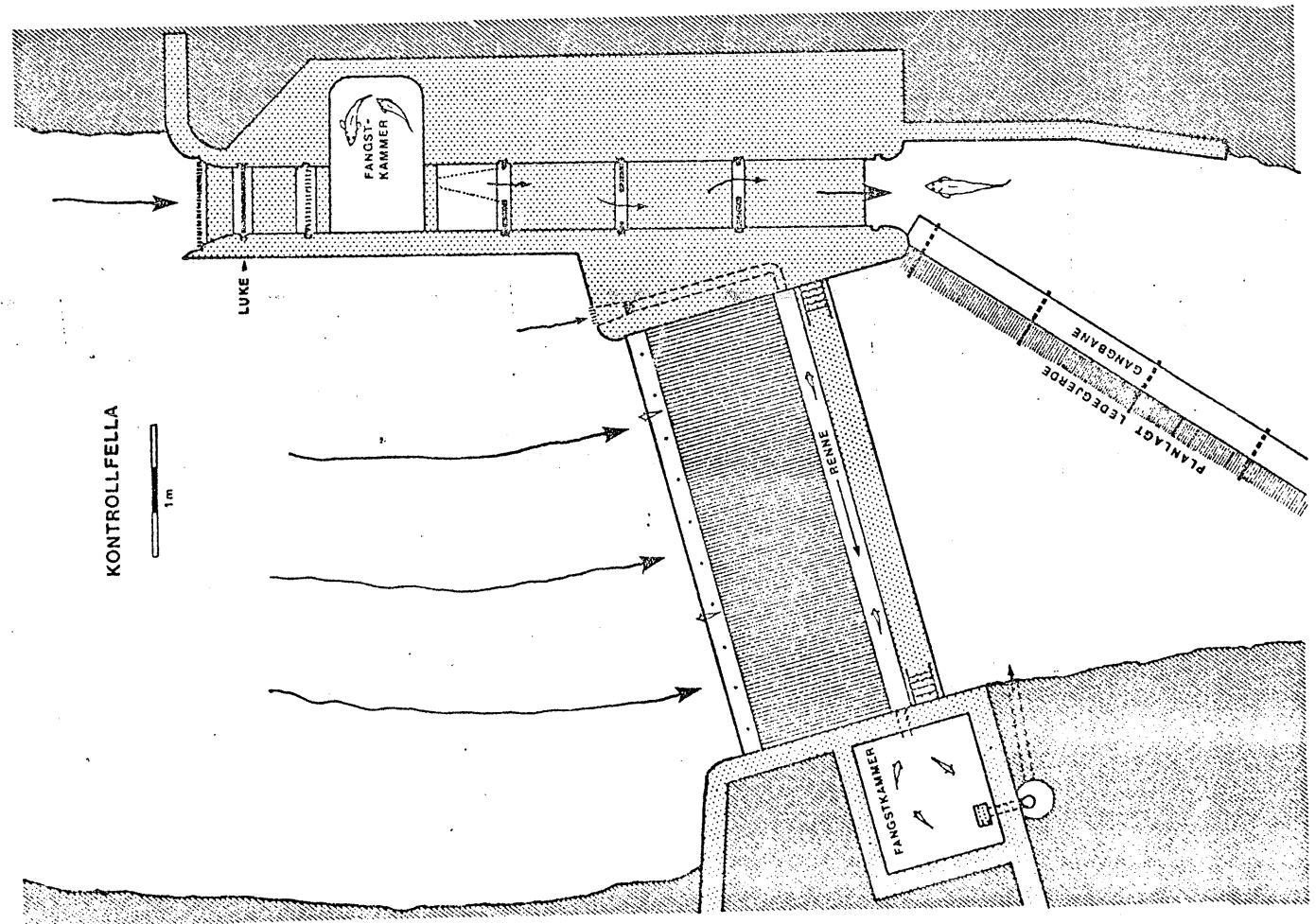
1m



SNITT NEDGANGSFELLA



Plans de la trappe de capture sur la rivière IMSA



## WARM, CLEAN, OXYGEN RICH WATER

### Filtering

Dyna sand filter is a continous self-cleaning sand bed filter. All solid particles are effectively separated from the recirculating water.

### Heating

Thermostatically controlled heating of water provides the desired water temperature.

### Aeration

The effective aerating system of inca-type produces a neutral water of 100% oxygen saturation, "supersaturation".

### Desinfection

A combined UV Ozon-filter effectively desinfects the water.

### Heat recovery

The warm "wash" water passes a heat exchanger, at the outlet, which in turn heats the incoming clean water.

### Safety controls

Supervision system for water flow control can give impulses to various safety systems.

## PACKAGE SOLUTION

Rational smolt production craves optimal exploitation of the natural growth development of the fish.

Together with researchers in fish farming water purifying techniques, have we developed a recirculation system for practical handling and hatching of fish on a large scale.

Conditions, which determine construction of a fish hatchery /fish farm/ vary from place to place.

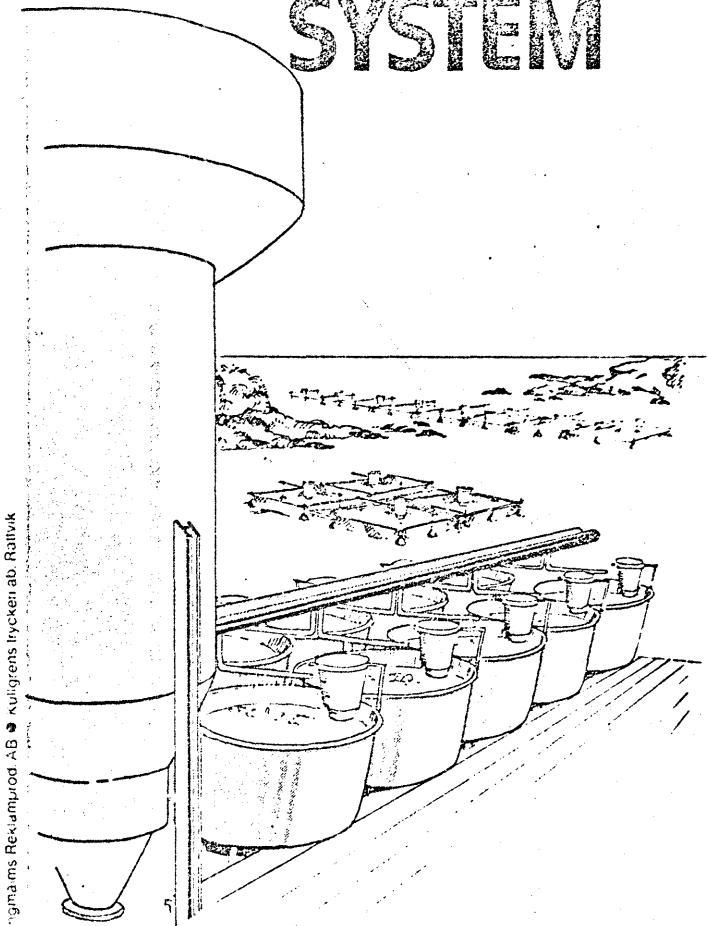
Skretting presents a new recirculation system for smolt production — a package solution.

We undertake total project planning of smolt plants and hatcheries.

# Skretting

T. Skretting A/S, Tlf. (045) 86 000  
Boks 319, 4001 Stavanger, Norway.

## SKRETTING FISH FARMING SYSTEM

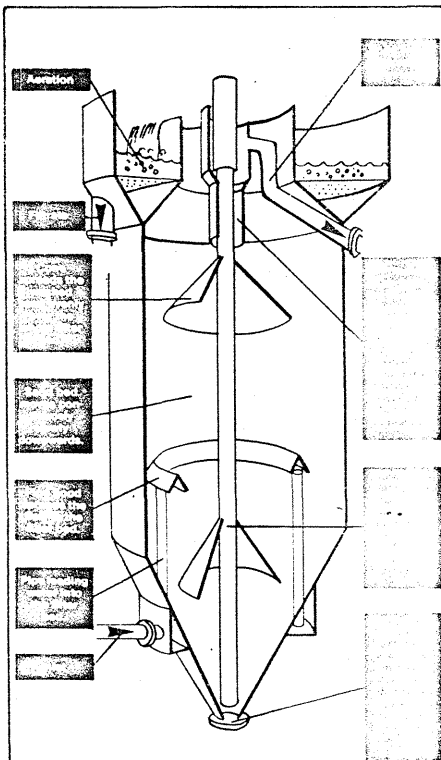


Engmans Reklamørd AB • Kullgröns tryckeri ab. Rättvik

Système d'aération et de filtration Skretting  
(utilisé à la station d'IMS)

# DYNA SAND FILTER

# RECIRCULATING SYSTEM 500-1000 l/MIN

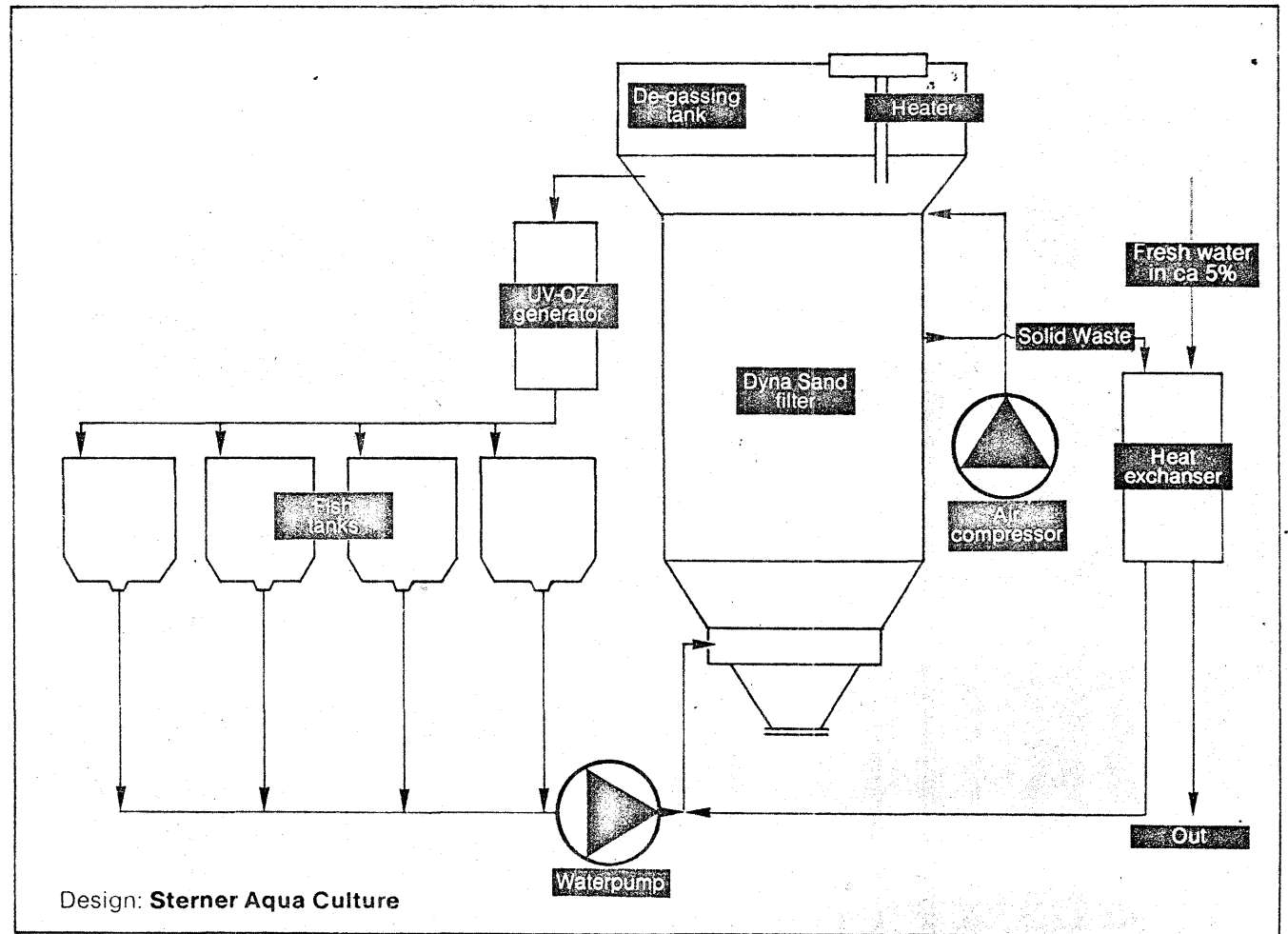


Dyna Sand is a continuous up-stream filter. The sand bed is most soiled at the inlet in the lower part of the filter where the waste products are evenly spread out in the bed.

The sand with waste products is transported by a mammoth pump from the bottom of the filter to the sand wash in the upper part of the filter.

The cleaned sand is thereafter returned to the upper layer of the bed. Thus the whole filter bed is in constant movement downwards in the filter - soiled sand from the bottom of the filter is pumped up to the sand wash for cleaning and is returned in cleaned condition to the upper part of the filter bed.

This continuous recirculation makes Dyna Sand Filter able to filtrate flows with up to ten times higher degree of waste products than the conventional sand filter.



Design: **Sterner Aqua Culture**

Systeme Skretting

- Comparaisons entre différents stocks de saumons.  
Travaux de génétique. 7 souches différentes ont été retenues.

Critères retenus :

- . taux de grilsification
- . taux de retour
- . taux de croissance.

La souche locale d'IMS est comparée à celles des rivières comprises entre Oslo et le Finnmark.

- Essais d'obtention de meilleurs smolts (techniques d'élevage, de transfert, de nutrition...) à des prix plus bas que la normale. Les compagnies gérant les centrales électriques parviennent à faire du smolt de repeuplement à 7 KN pièce.

- Travaux analogues avec la truite de mer.

- Production de matériel expérimental pour le repeuplement de lacs (truites fario de souches particulières).

- Production de saumons de fontaine pour les lacs acides et travaux sur l'effet de l'acidose chez les salmonidés, en relation avec les services du NLH (Dr. GJEDREM).

- Quelques travaux également sur les anguilles et les ombles arctiques.

#### 4. PRODUCTION.

Station de recherche sans aucun impératif de production

- saumon atlantique,
- truite fario migratrice,
- omble arctique,
- omble de fontaine.

Smolts de *Salmo salar* obtenus à 13 mois et toujours passés en eau de mer progressivement.

Pêcheurie d'environ 120 t d'anguilles par an dans la rivière d'Imsa.

Des problèmes de smoltification-désmoltification apparaissent au printemps chez les animaux 1<sup>+</sup>.

Après le transfert progressif à l'eau de mer (15-18‰) en direct puis une semaine ensuite pour atteindre la pleine salinité), le saumon atlantique passe de 40 g en mai à 1,4 kg en 7 mois (2 ans après le transfert 4 à 6 kg).

PISCICULTURE EAU DOUCE D'OKSNEVAD-OKSNABRUCK

(Etablissement privé)

1. SITUATION

- Personnel : 4 personnes.
- Rivière Figgjo.
- 7 km Sud de Sandnes, 25 km Sud de Stavanger.
- Petit cours d'eau et étangs.
- Installations déjà anciennes en partie. D'autres en cours d'élaboration actuellement.

2. APPROVISIONNEMENT EN EAU.

- Rivière.
- Température de l'eau très froide en hiver : 0 à 1° C (formation de glace sur les étangs).

3. ALEVINAGE - GROSSISSEMENT.

- Utilisation de bassins rustiques en terre, ronds ou rectangulaires de grande taille et élevage de truites arc-en-ciel en semi-intensif.

Bassins rectangulaires : 40 à 60 m x 30 m.

Bassins ronds : ≈ 30 m de diamètre.

Plaques de fibro-ciment sur certaines parois.

- Croissance très faible durant l'hiver, pontes et surtout éclosions tardives (avril).
- Obtention d'animaux d'1 an (≈ 13 mois en mai) à 100 g de poids moyen unitaire vendus aux éleveurs en eau de mer.
- Aliment sec de marque TROUWE.
- Prix de vente normal : 1,5 KN l'animal (100 g) à 1,8 KN (12,50 à 15,00 FF le kg).

4. PRODUCTION.

- 100 tonnes de truites portion pour consommation directe.
- 500 000 juvéniles pour les élevages marins.

.../...

FERME D'ELEVAGE EN MER DE BERSAGEL  
(Etablissement privé)

1. SITUATION.

Cette station d'élevage en mer est située non loin du village de BERSAGEL sur le Høgsfjorden (45 km par la route de Stavanger, 15 km par la mer).

Personnel : 4 personnes.

2. STRUCTURES.

\* Cages flottantes de structures légères (bois ou tube).

- 1 ponton à terre → 8 cages de petite dimension
- 1 train de 16 cages de petite dimension
- 1 train de 2 x 5 cages (élevage)

Chaque cage d'élevage a un volume utilisable de 400 m<sup>3</sup> (6 m de profondeur).

La salinité sur ce site atteint au maximum 33‰, la température 15 à 16° C.

Les températures froides de l'hiver (quelques degrés) limitent la croissance à ce moment.

\* Systèmes automatiques de distribution d'aliment sur chaque cage :

- distributeur sur la cage même (skretting)
- système sophistiqué à terre avec computer intégrant la croissance normale des animaux et calculant les doses et tailles de granulés (secs, de marque Skretting) à distribuer.

Distribution automatique toutes les demi-heures pour les gros animaux, toutes les 10 minutes pour les petits par pulsion sous pression d'eau dans chaque cage (reliées au continent par des tuyaux souples). L'eau douce est utilisée dans le 1er mois suivant le transfert en eau de mer ; ensuite l'eau de mer du fjord est utilisée en routine.

Tout le dispositif est commercialisé par la firme AKVAMARINA FORINGSANLEGG (schéma joint).

## Akvamarina foringsanlegg

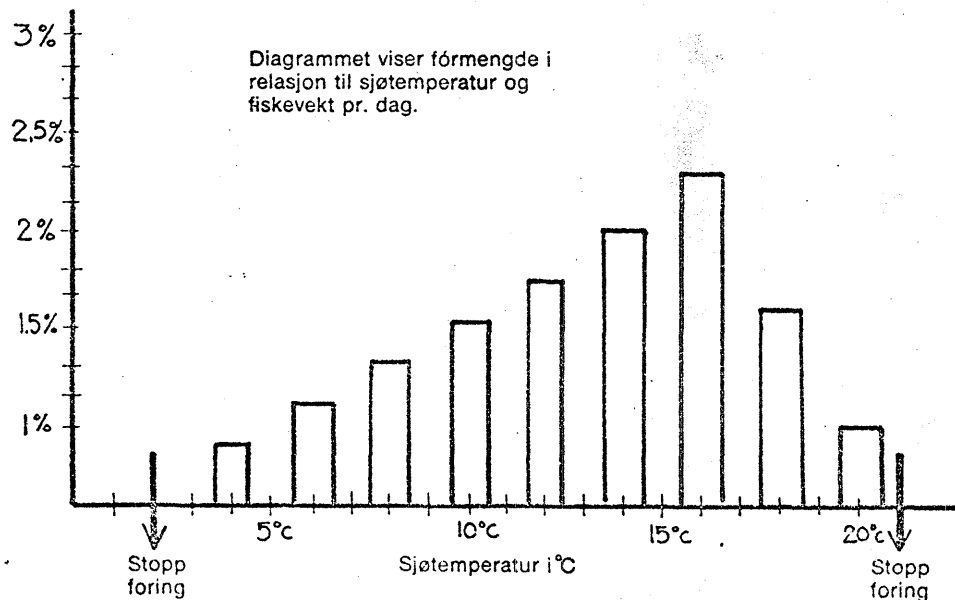
Anlegget er beregnet for fiskeoppdrettsanlegg for å utnytte fóring- og arbeidskostnader maksimalt. Dette vil gi en bedre utnyttelse av fiskens vekstmuligheter, mindre fórspill, bedre utnyttelse av arbeidskapasiteten og en bedre økonomisk drift av oppdrettsanlegget.

### Anleggets drift.

Fóringanlegget er automatisk og styrt av en datamaskin. Denne styrer fórmengden fra fórsilo eller våtpelletsmaskinen og bestemmer fórtype og fórmengde etter størrelse på fisken og temperaturen i sjøen. Den beregner antall fóringer og fóringstidspunkt til hver maer. En data-terminal vil til en hver tid kunne gi røkteren (operatøren) alle informasjonen han trenger til den daglige driften av anlegget (se fig. 2).

Fra fórsilo blir fóret tatt ut ved en fórskrue som fører fóret frem til et samiebelte og ut på et sikt. (Se skisse på forsiden). Her blir støv og knust pellets tatt vekk. Deretter veies fóret. Våtpellets vil nå bli ført inn fra våtpelletsmaskinen til vekten. Etter at fóret er veiet, vil en sluseventil ta i mot fórmengden, og ved hjelp av vanntrykk transportere fóret videre til en velgerventil. Her vil fóret bli styrt inn i et av de 32 rørene som fører fóret ut til marene eller dammen.

Formengde i %  
av kg. fisk pr. dag.



Relations : température de l'eau  
et quantité d'aliment distribuée

## Eksempel på terminalopplysninger

Mandag 17. des. 1979 kl. 18:30:15 tmp. 10.5 °C.

REFR.	MAER	1	2	3	4	5
1	FÓR-TYPE	S1	S3	S2	S1	VPI
2	KG-FISK	7800	1200	3200	6756	1450
3	FÓR-TOTALT	14820	520	3840	13200	2340
4	FÓRFAKTOR	1.9	1.3	1.6	2.2	1.3
5	STK. FISK	2300	9000	2600	2400	11000
6	SNITT-VEKT	3390	0130	1230	2815	0132
7	FÓR-KOST.	1	1.3	1	1.15	1.41
8	FÓRING-DAG	6	22	8	4	18
9	FÓR-DAG-KG.	78	20.4	35.2	67.5	36.9

#### 1. FÓR-TYPE:

S1 - S3 viser til silo nr. VPI er våtpellets-maskin som kan tilkobles på et senere tidspunkt.

#### 2. KG/FISK:

Beregnes av cpu og er produktet av stk fisk og snitt/vekt.

#### 3. FÓR-TOT:

Er akkumulert fórmengde.

#### 4. FÓRFAKTOR:

Settes inn manuelt og tilsvarer fiskens tilvekst i forhold til fórfbruk.

#### 5. STK.FISK:

Settes inn manuelt og må kunne reguleres etter uttak.

#### 6. SNITT/VEKT

Settes inn manuelt og økes med:

$$\text{Snitt/vekt} + \frac{(\text{utmatet fó})}{\text{Stk.Fisk}} / \text{fórfaktor} = \text{Ny snitt/vekt.}$$

#### 7. FORKONSTANT:

Settes inn manuelt, og er en konstant som korrigerer den automatiske utregnede fórmengde som skal utføres.

#### 8. FORINGER/DAG:

Settes inn manuelt, og fordeles på to fóringperioder på hver eks. 4-5 timer om sommeren, og kan reduseres om vinteren til eks. 3 timer.

#### 9. FOR/DAG/KG:

Regnes ut automatisk, dersom anlegget kjøres automatisk AUTO, og settes inn manuelt når anlegget kjøres manuelt MAN.





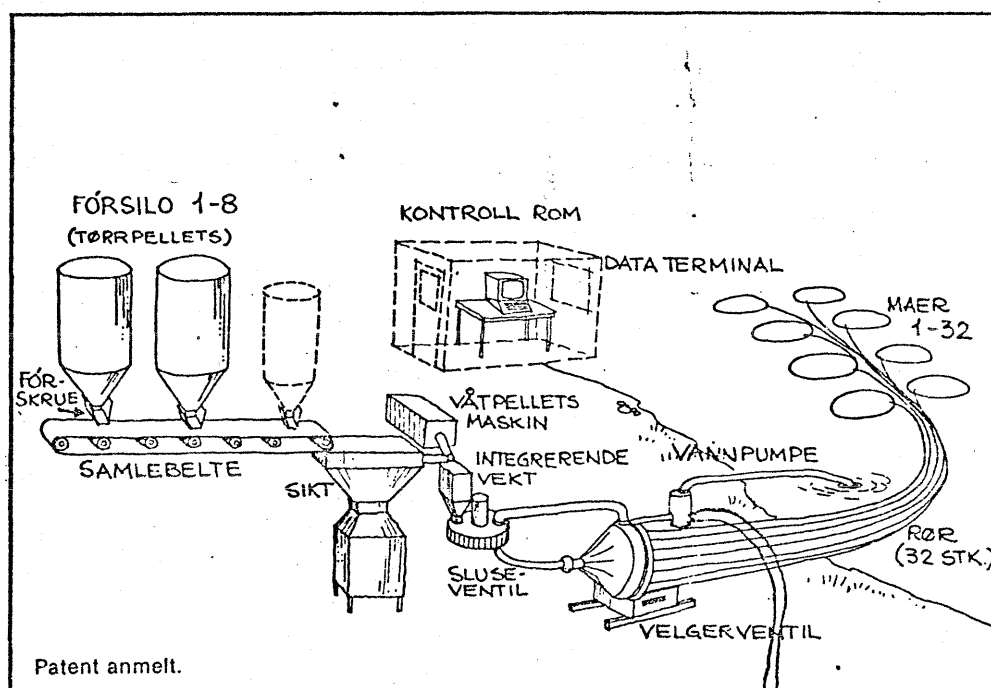
STATION DE BERSAGEL



SAUMONS ATLANTIQUES

# AKVAMARINA FORINGSANLEGG

Automatisk foringsanlegg for  
fiskeoppdrett.



(E) possible)

Systeme automatique de distribution d'aliment utilisé  
à Bersagel.

Le système d'ordinateur intègre les données rentrées par l'élèveur :

- nombre d'animaux au départ (et poids initial),
- mortalités hebdomadaires,
- température de l'eau, et selon le graphe suivant calculs des doses à distribuer (voir figures).

Il ressort de la discussion avec les responsables de cette ferme marine que le coût de la main d'oeuvre est tel en Norvège qu'ils parviennent à amortir le fort investissement de l'achat de ce système électronique.

### 3. ALIMENT ET PERFORMANCES D'ELEVAGE.

L'aliment utilisé est du Skretting sec (18 à 20 % de lipides). Prix du kg : 3,6 KN ( $\approx$  3,00 FF).

Les espèces élevées sont la truite arc-en-ciel et surtout le saumon atlantique.

Les truites arc-en-ciel sont passées en eau de mer au printemps à un poids unitaire moyen de 60 à 100 g, les saumons atlantiques à 30-40 g.

Les meilleurs résultats obtenus avec cette dernière espèce ont conduit à l'obtention d'animaux de 4 kg en 11 mois d'élevage marin (smolts au départ 1<sup>+</sup> ou 2<sup>+</sup>). En production de routine, à partir de ce poids initial de 40 g, les saumons atlantiques sont commercialisés après 12 à 22 mois d'élevage en eau de mer entre 4 et 7 kg. Les densités maximales atteintes sont de 20 kg.m<sup>3-1</sup> pour *Salmo salar*.

Les truites arc-en-ciel sont commercialisées à un poids unitaire de 4 kg. Des problèmes de vibriose existent sur ce site d'élevage et la tendance (générale maintenant en Norvège) est à la vaccination.

La production de cette ferme atteint 100 t de salmonidés par an (80 % de saumons atlantiques).

FERME DE PRODUCTION DE SMOLTS DE SEA-FARMS A/S

(Etablissement privé)

1. SITUATION.

Sea Farms A/S dépend de la "Chemical Gas Center". Elle a été créée au début des années 1970.

La station fonctionne depuis 1972.

La ferme est située à la limite de la péninsule de Sveio à environ 30 km d'Haugesund, près de Kvalvåg. Placée en fond de fjord (Alfjorden), l'eau de mer est aisément disponible. L'eau douce alimentant le site provient du lac Vigdarvatn (débits pratiquement illimités).

2. APPROVISIONNEMENT EN EAU.

Eau douce : lac (Vigdarvatn)

Débit utilisé uniquement pour l'alevinage :  $11 \text{ m}^3 \cdot \text{mn}^{-1}$  ( $183 \text{ l} \cdot \text{sec}^{-1}$ ). Prise d'eau à 2 m sous la surface du lac. pH de l'eau douce : 6,4.

Température maximale de surface du lac l'été :  $21^\circ \text{ C}$ . Pompage profond possible dans le lac (20 m) aussi bien pour obtenir de l'eau plus froide l'été que plus chaude l'hiver. Ce système permet de ne pas avoir de l'eau plus froide que  $7$  à  $8^\circ \text{ C}$  l'hiver.

Eau de mer :

La station est alimentée par pompage profond (20 à 30 m) dans le fjord. Cela permet d'utiliser une eau à  $11-12^\circ \text{ C}$  en août. Les extrêmes de surface sont atteints en octobre :  $15$  à  $16^\circ \text{ C}$  et  $33\text{‰}$  de salinité. Toutes les pompes sont utilisées en immersion (débit :  $60 \text{ m}^3 \cdot \text{mn}^{-1} \rightarrow 3\,600 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ ).

3. STRUCTURES.

Alevinage (dans une enceinte close) : les oeufs, à l'éclosion, sont directement passés des clayettes à des bassins Ewos carrés de 1 m de côté.

.../...

122 bassins disponibles, chacun alimenté par un distributeur automatique d'aliment (Skretting).

La seule lumière correspond à quelques lampes de faible puissance disséminées çà et là.

A l'extérieur :

3 batteries de bassins de 7 m<sup>3</sup> (≈ 64 bassins en tout).

2 rampes de bassins de 20 m<sup>3</sup>. (= 10 bassins)

Chaque bassin à l'extérieur peut être indifféremment alimenté en eau douce et/ou en eau de mer.

Distributeurs automatiques d'aliment et couvercles de bois sur tous les bacs.

Une série de raceways. (≈ 10)

#### 4. CYCLE DE PRODUCTION.

Sea Farms A/S travaille surtout avec du saumon atlantique. Si le nombre d'oeufs initiaux est faible pour cette espèce, cette société produit alors également de la truite arc-en-ciel.

Les oeufs sont norvégiens ou alors importés d'Islande ou de Suède pour le complément. La société ne produit pas actuellement ses propres oeufs. Ceux-ci sont incubés entre 8 et 10° C puis dès l'éclosion les alevins sont élevés dans des bassins de 1 m<sup>2</sup> (15 cm d'eau) en eau douce chauffée entre 13 et 14° C, non recyclée (300 KW) (10 000 alevins par bassin ; jusqu'à 16 000 possibles) . Les traitements au vert malachite sont assez fréquents (2 fois par semaine) si le besoin s'en fait sentir. A 0,7 g (en mai) les alevins sortent de l'écloserie et sont répartis dans les bassins de 7 m<sup>3</sup> à l'extérieur ; ils sont alors en conditions naturelles de photopériode et de température.

L'alimentation de 6 % par jour au début descend alors à 2 %. L'aliment est distribué par distributeur pneumatique à une fréquence allant de toutes les 10 à toutes les 30 minutes selon la taille de l'animal.

Les aliments utilisés en eau douce sont ou bien préparés dans cet établissement ou plutôt achetés à la firme Skretting à Stavanger. Ils sont très riches en lipides (18 à 21 %) (prix de l'aliment eau douce, 1er, 2ème et 3ème âge : 4,50 FF/kg).

.../...

# PISCICULTURE DE SEA FARMS A/S



BACS D'ELEVAGE



BACS D'ALEVINAGE



Les bassins extérieurs contiennent 0,80 m d'eau et les densités de parrs sont de 7 à 8 000 par bassin (7 m<sup>3</sup>) au départ. Jusqu'à une taille de 10 cm, le même aliment est utilisé pour la truite arc-en-ciel et le saumon. Ensuite, 2 aliments différents interviennent.

Les poissons peuvent être élevés dans des bassins ayant jusqu'à 1,70 m de profondeur d'eau : les alevins sont alors plus nombreux et on peut ainsi diminuer les coûts de production.

A partir de 6 à 8 g, Sea Farms A/S utilise des raceways pour une partie du stock (août à mai suivant), mais uniquement quand il existe des problèmes de place, les bassins carrés ou circulaires étant de loin préférables pour les performances de l'élevage.

Dans le meilleur des cas, avec ces conditions d'élevage, il est possible d'atteindre 85 % de smolts en 15 mois. En routine cette société produit 60-70 % de smolts d'1 an, 30-40 % de 2 ans.

Les smolts sont toujours adaptés progressivement à l'eau de mer (en général de quelques jours à une semaine) à un poids unitaire moyen de 30 à 50 g. Tout traitement aux antibiotiques est formellement déconseillé en période de smoltification (mai). La couverture des bassins durant cette période améliore également sérieusement les taux de survie en mer. Le bateau de l'éleveur en mer vient dans la pisciculture et les smolts adaptés à l'eau salée passent directement du bassin dans la cale du bateau. Les manipulations sont ainsi minimales et l'éventuel stress de transfert en eau de mer fortement atténué.

Le prix normal de vente du smolt en Norvège est de 10 KN (8,40 FF). Ce prix peut monter à 40 KN (33,60 FF) en période de demande de pointe. Dans ce prix de vente Sea Farms A/S inclut une assurance pour l'éleveur en mer lui garantissant 95 % de survie des animaux sous 5 jours : si la mortalité est supérieure à 5 %, un contrôle de vétérinaires agréés intervient et la société remplace les animaux perdus.

Cette entreprise ne produit pas de géniteurs en mer et reste donc dépendante pour l'achat de ses oeufs. Ils sont achetés à des éleveurs en mer. Il est préférable de récupérer les oeufs des femelles après que ces animaux soient revenus en eau douce

1 mois avant la ponte. Les pontes pratiquées directement sur les cages sont possibles mais donnent toujours de plus mauvais résultats de fécondation et d'éclosion. L'âge des femelles varie de 3 à 5 ans.

Pour la truite arc-en-ciel, il n'existe pas de smoltification et les animaux de 15 mois sont vendus à un poids moyen de 60 à 80 g 1,2 KN pièce (1 FF).

Les transferts directs de jeunes truites en eau de mer en août donnent de bons résultats (14° C ; 33‰ de salinité).

## 5. PATHOLOGIE.

La furunculose n'est pas connue en Norvège. Sea Farms n'a jamais eu de problèmes de viroses. La vibriose peut être importante et les vaccinations sont systématiques avant les transferts en eau salée.

Quelques parasitoses branchiales existent et sont traitées au vert malachite.

Parmi les antibiotiques le chloramphénicol est formellement prohibé en Norvège et c'est la téramycine qui donne les meilleurs résultats contre la vibriose.

## 6. PRODUCTIONS.

L'entreprise utilise 5 personnes sur place dont le manager de la pisciculture, J.O. ERIKSEN.

En 1972, la 1ère année de son fonctionnement, Sea Farms A/S a produit 300 000 smolts de saumons atlantiques et de 800 000 à 1 000 000 en 1979.

En 1980, des difficultés dans l'approvisionnement en oeufs entraineront sans doute un décalage de la production vers la truite arc-en-ciel.

Ce site conduit donc à la plus grande production mondiale de smolts pour un établissement piscicole. A partir du nombre initial d'oeufs, 75 à 80 % de réussite sont possibles.

Directeur de la société : B. MYRSETH

Biologiste : K.O. JORGENSEN

(Tous deux ayant leur bureau à Bergen)

Manager de pisciculture : J.O. ERIKSEN

.../...



STATION D'AUSTEVOLL  
(Etablissement d'Etat)

1. SITUATION.

Cette station de recherches dépend du Ministère des Pêches (Institut des Pêches de Bergen - Fiskeridirektoratets Havforskningsinstitutt). Elle est située sur l'île d'Austevoll-Huftaroy près du village d'Austevoll à environ 30 km au sud de Bergen.

Une équipe de scientifiques y travaille sur différents sujets :

- nutrition des salmonidés
- élevage des salmonidés
- pathologie des salmonidés
- élevage et nutrition des morues et lieux noirs
- élevage de la moule.

La direction de la station est assurée par le Dr. BRAATEN. Cette station expérimentale est alimentée en eau douce à partir d'un lac et en eau de mer à partir du Björnafjorden. Bien évidemment elle n'a pas d'impératifs de production.

2. DESCRIPTION DES THEMES DE RECHERCHE.

Nutrition de poissons d'eau de mer :

- Travaux sur la truite arc-en-ciel, le saumon atlantique et la morue.

- De nouveaux types d'aliments sont testés : artificiels ou naturels.

- Etude sur l'absorption et la digestibilité des protéines, de la coloration de la chair des salmonidés par des crevettes *Pandalus* ou le krill. La canthaxanthine est aussi utilisée en Norvège mais pas énormément car une grande partie de la production est destinée au fumage.

- Travaux sur l'excrétion ammoniacale et la consommation d'oxygène sur la morue. Le niveau d'excrétion des animaux maintenus en milieu confiné (photopériode réglée à 16 H de jour et 8 H de nuit) est suivi ainsi que l'évolution du contenu stomacal (prélèvements successifs). Utilisation du chrome comme marqueur. L'appétance des aliments pour morue ou salmonidés est fortement augmentée par l'adjonction de crevettes.

- Travaux sur l'incorporation des acides aminés libres.

Elevage des salmonidés :

Tests de divers types de cages : rectangulaires à armature de bois, circulaires à structure de polyéthylène en surface. Cages immergées tout-à-fait analogues à celles utilisées dans le Sud-Bretagne actuellement (intérêt en Norvège de passer l'hiver en profondeur à des températures moins froides qu'en surface).

Les filets sont changés deux fois dans l'été sur les cages de surface (fouling).

Une station en eau douce est située à une dizaine de kilomètres de là dans un lac. La production eau douce est destinée à alimenter les expériences en eau de mer d'Austevoll. Truites arc-en-ciel et saumons atlantiques sont élevés et vendus à des fermes marines uniquement dans un cas de surproduction. Les aliments sont distribués automatiquement toutes les 10 minutes dans les cages : systèmes autonomes alimentés par pile (1 mois de durée). Un dispositif de cellule photo-électrique évite que le vibreur continue à être alimenté au courant quand le distributeur est vide (système Skretting). Il suffit pour l'entretien de l'élevage qu'une personne passe 2 fois par semaine pour vérification des filets et réalimentation des distributeurs automatiques. Il est utilisé également 2 accélérateurs de courant sur ce site.

Pathologie des salmonidés :

- Travaux sur la vaccination des salmonidés contre la vibriose : utilisation de bains (non hyperosmotiques) durant 4 H. Protection assurée de 4 mois.

- Travaux sur la lutte contre les copépodes parasites. Traitements très efficaces au Néguvon.



VUE GENERALE

CAGES D'ELEVAGE POUR MORUES



STATION  
D'AUSTEVOLL

STATION EAU DOUCE ( LAC )



Poissons marins :

Travaux sur la morue (*Gadus morhua*) et le lieu noir (*Gadus virens*).

- Pour le lieu noir, la pêche norvégienne fournissant ce poisson sur le marché à une époque précise de l'année, il peut être maintenu en cages flottantes pendant un certain temps (jusqu'à 3 à 4 mois) après la période de pêche. Le marché est ainsi alimenté plus longtemps. Des essais de jeûne complet durant cette période de stabulation donnent d'excellents résultats.

- Pour la morue, la reproduction est bien maîtrisée à partir de géniteurs maintenus en cages flottantes. Les oeufs se développent normalement et les larves alimentées grâce à un pompage de plancton à 20 m de profondeur. Elles sont ensuite passées sur aliment artificiel (type saumon) et les juvéniles sont destinés au repeuplement. Le même système est utilisé maintenant pour le hareng et le flétan. Les chercheurs de la station d'Austevoll repeuplent un fjord barré en morues. Les recherches portent sur le marquage des juvéniles et sur la taille des animaux au moment du lâcher : 5 000 000 de juvéniles ont été lâchés en 1979. Des projets d'élevage intensif de flétan se développent aussi.

Mytiliculture :

Un projet important d'élevage de moules prend corps en Norvège. Jusqu'à présent, les Norvégiens ne consommaient pas de moules mais un marché commence à se créer. De plus, la mytiliculture pourrait être une source de matières premières importantes pour les élevages marins.

FERME MARINE MOWI A/S  
(Etablissement privé)

1. SITUATION.

Cette ferme marine, la plus importante au monde, pour ce qui est de l'élevage des salmonidés, utilise deux fjords barrés sur l'île de Sotra à 25 km à l'Ouest de Bergen.

Elle est la propriété de M. T. MOWINCKEL. Nous ne nous étendrons pas sur la description du site déjà faite par HARACHE en 1975.

La société a été créée en 1969.

Je n'ai visité que le plus important des sites marins, celui de Veløykjølpo (3,5 ha de surface ; 182 000 m<sup>3</sup>).

2. STRATEGIE D'ELEVAGE.

MOWI Farms A/S produit ses propres oeufs et alevins de saumon atlantique et ne travaille actuellement qu'avec cette espèce. La société possède 2 piscicultures d'eau douce.

Le smolt est mis en eau de mer dans le fjord puis y reste jusqu'à 2 ans (passage de 40 g à 4 à 6 kg). 200 000 smolts ont été introduits dans le fjord de Veløykjølpo en mai 1980 et seront donc pêchés, au plus tard, au cours du printemps 1982. Il y a un décalage d'un an entre les deux sites ce qui permet à la société de produire du saumon tous les ans (par alternance sur les deux sites).

Les saumons sont alimentés avec un granulé sec (plus de 20 % de matières grasses) de mai à octobre, puis ensuite à cause des faibles températures hivernales, nourris à l'aliment frais : capelan + farines. La vente peut parfois intervenir à partir d'un poids moyen de 1,5 kg.

.../...

Les poissons sont pris au filet puis le milieu est "stérilisé" à la dynamite pour éviter qu'il ne reste de grands animaux dans le fjord au moment du déversement des smolts destinés à la production suivante.

Tous les transports se font par bateau.

Des accélérateurs de courant sont également utilisés. Parmi les principaux problèmes se trouvent la prédation sur les juvéniles par les oiseaux et les attaques parasitaires de copépodes (*L. salmonis*).

Une partie des animaux est sélectionnée à 2 ans et alimentée alors au granulé reproducteur. Ces poissons sont conservés pour la reproduction.

### 3. PRODUCTION.

La production 1979-1980 a probablement dépassé les 900 tonnes (pour les deux sites).

Une infestation de copépodes survenue en 1979 a pu être traitée dans le fjord. Celui-ci a été isolé puis les 300 kg de Néguvon nécessaires ont été mis dans l'eau : il n'y a pas eu de mortalité significative des saumons et les parasites ont disparu (travaux des pathologistes de l'Institut des Pêches de Bergen).



# MOWI FARMS



FJORD



DISTRIBUTION DE L'ALIMENT

UNIVERSITE D'OSLO 1  
Département de Biologie Marine

Située au Nord d'Oslo, cette université scientifique comprend un Département de Biologie Marine regroupant 23 personnes. La direction en est assurée par le Dr. GRAY.

ASPECTS DE LA RECHERCHE ABORDEE.

Sédimentologie.

Mytiliculture. Etude des problèmes éventuels de la compétition (sites et nuisances) entre mytiliculture et élevage de poissons en eau salée. Développement d'un programme d'élevage de moules dans le fjord d'Oslo.

Pollution : Etudes des nuisances éventuelles de l'implantation de cages à salmonidés sur l'environnement.

Ecologie (J.A. BERGE) : Travaux sur les effets des prédateurs épibenthiques sur la faune environnante et le milieu (utilisation de méiofaune ou macrofaune comme "marqueur" du milieu). Mesures de l'abondance des espèces benthiques, prélèvements en plongée dans le fjord d'Oslo de faune et de sédiment.

Physiologie des salmonidés (K.A. MACKENZIE) : En relation avec les chercheurs du NLH du Ministère de l'Agriculture d'Ås, travaux sur la physiologie de la smoltification. Tentative de précision des meilleures "fenêtres" de transfert en eau salée des juvéniles de saumon atlantique. Cette équipe de recherche est fortement intéressée par les méthodes mises au point au COB dans ce domaine.

Travaux sur les mammifères marins.

.../...



NORGES LANDBRUKSHØGSKOLE

(NLH)

Cet organisme, dépendant du Ministère de l'Agriculture, est situé à Ås à 40 km au Sud d'Oslo. C'est une station d'enseignement et de recherches très importante regroupant 850 chercheurs et techniciens et plus de 1 000 étudiants. Le NLH peut être comparé à l'INRA en France et s'intéresse à la zootechnie en général.

Une importante équipe de recherches sur les salmonidés y est incluse (Département de Génétique Animale et d'Elevage).

A Ås sont situés les bureaux et les moyens de calcul. Les laboratoires et piscicultures expérimentales sont à Sunndalsøra (eau douce) et à Averøy (eau de mer) au Sud-Ouest de Trondheim.

La direction de l'équipe est assurée par le Dr. T. GJEDREM et comprend une quinzaine de chercheurs.

1. THEMES DE RECHERCHE ABORDES.

- Elevage des salmonidés
- Génétique
- Nutrition
- Pathologie
- Physiologie

Je joins par ailleurs le programme détaillé des recherches de cet institut. A cette liste, il faut rajouter les travaux récents de physiologie de la smoltification et de la respiration (depuis fin 1978).

2. STATIONS D'AQUACULTURE.

Pour la description des stations d'Averøy et de Sunndalsøra, se reporter aux publications de HARACHE (1975), VIBERT et BILLARD (1975) et de CHEVASSUS (1977).

.../...

Programmes de recherches menés par les  
chercheurs du Norges landbrukshøgskole (NLH)

<u>Research projects under way.</u>	<u>Officer(s) Responsible</u>
<u>Species evaluation .</u> A comparison of production traits in the species: Atlantic salmon, rainbow trout, sea trout, Arctic char and pink salmon.	Trygve Gjedrem Knut Gunnes Terje Refstie
<u>Inter-specific hybridization.</u> A comparison of survival, growth, maturity etc. in hybrids between salmonid species.	Terje Refstie
<u>Comparison of salmon strains.</u> A total of 40 salmon strains from 4 year-classes are being compared.	Trygve Gjedrem Knut Gunnes Terje Refstie
<u>Selection of salmon and rainbow trout.</u> Each year 150-200 families of salmon and about 100 of rainbow trout are compared for performance in important economic traits (growth, time to maturation, disease resistance, carcass quality etc.).	Trygve Gjedrem Knut Gunnes
<u>Inbreeding experiments with salmon and trout.</u> Degree of inbreeding depression is being studied in 10 lines of salmon and 10 of rainbow trout.	Knut Gunnes

Line-crossing experiment with salmon.

Different salmon strains are crossed to measure the heterosis effect for various traits.

Knut Gunnes

Phenotypic selection.

Investigation of genetic gain for growth rate by applying phenotypic selection.

Knut Gunnes

Breeding plan for salmon and rainbow trout.

Breeding plans are being worked out for both species.

Trygve Gjedrem

Knut Gunnes

Terje Refstie

Development of sterile fish.

Several methods have been tried. Most promising is to change the chromosome number to produce triploid fish.

Terje Refstie

Growth experiment with salmon.

Growth of large, medium and small smolt from each of 5 families is compared. The offspring from each of the three size groups are also compared.

Knut Gunnes

Growth of sexually mature parr.

Parr maturing precociously at 6-9 months old are compared with ordinary parr.

Terje Refstie

Age at maturation.

The age at sexual maturation is being compared in offspring of male fish which matured as parr, after two years and after three years in the sea.

Knut Gunnes

Food digestibility and maintenance requirement.

The variation between fish families in ability to digest food is being studied, together with variation in energy requirements for maintenance and activity.

Trygve Gjedrem

Transfer of salmon smolts to sea during autumn.

The effects of hormones on growth and smoltification are being studied. The possibility exists that smoltification can be induced during autumn in fish only 7-9 months old.

Terje Refstie

Oxygen consumption in salmonids.

Oxygen consumption is measured in different species, fish of different sizes, and at different water temperatures.

David Edwards  
Arne Kittelsen

Development of recirculation systems.

Possibilities for expanding the use of recirculation systems in smolt production are explored.

Knut Gunnes  
Arne Kittelsen

Fresh water culture of rainbow and Arctic char.

Growth, mortality and carcass quality are compared in these two species.

Terje Refstie

Fish marking.

Various methods of marking fish are evaluated.

Terje Refstie  
Knut Gunnes

Tolerance to acidic water.

Variation between fish species, and between strains of brown trout, in survival rate of eggs and fry at water pH of 4.7 and 5.2 is studied.

David Edwards

Selection for high tolerance to acidic water.

Families of brown trout showing the highest percentage survival in acidic water are selected for breeding. Between 700 and 1000 families are tested each year.

David Edwards  
Trygve Gjedrem

Measurement of tolerance to acidic water.

Different methods for evaluating fishes' tolerance to acidic water are evaluated.

David Edwards

Comparison of brown trout strains.

Growth rate, survival, and recapture frequency of different brown trout strains in the wild are compared.

David Edwards  
Trygve Haug

Selection experiments with brown trout.

Selection of brood stock is made on the basis of growth rate and recapture frequency in test lakes.

Trygve Gjedrem  
Trygve Haug

Quantity and quality of fat in diets for salmonids.

- Comparison of different fat concentration in dry diets for rainbow trout of 500-1000 g in sea water.

Erland Austreng

- Comparison of two types of wet food and two of dry food formulated so that the ratio of metabolisable energy from protein to that from fat + carbohydrate is low in one wet and one dry diet and high in the other. Taste of fish flesh is evaluated.

Erland Austreng  
Karl Tore Møland

- Measurement of food digestibility and food conversion of rainbow trout diets containing different proportions of fat.

Erland Austreng

- Comparison of herring meal with and without antioxidant in diets for rainbow trout.

Erland Austreng  
Torger Gjefsen

- Comparison of fish oils containing different proportions of free amino acids in diets for salmon fry.

Torger Gjefsen  
Erland Austreng

Quantity and quality of protein in salmonid diets.

- Comparison of different qualities of fish meal in starter-foods for salmon.

Erland Austreng

- Comparison of different protein sources in rainbow trout diets.

Erland Austreng

- Measurement of genetic variation in the ability of rainbow trout to utilize food of different protein concentration.

Terje Refstie  
Erland Austreng

- Evaluation of different types of slaughter-house waste as a constituent in salmon diets.

Erland Austreng

Quantity and quality of carbohydrate in salmonid diets.

Comparison of maize and wheat as carbohydrate sources in rainbow trout diets.

Erland Austreng

Pigmentation of fish flesh.

Comparison of various pigment sources in diets for rainbow trout.

Erland Austreng

Feeding method.

Effect of feeding frequency on growth and survival of salmon fry.

Erland Austreng  
Ola Sveen

Preservation of fish food.

Evaluation of different composition and concentration of acids for preserving wet foods.

Erland Austreng  
Anders Skrede

Digestion experiments.

Measurement of digestibility of various food constituents.

Erland Austreng  
Ola Sveen

Vaccination against vibriosis.

Different vaccines and vaccination methods are evaluated in various families of rainbow trout.

Tore Håstein  
Terje Refstie

Genetic variation in vibrio antibody concentration.

Serological investigations on vibrio antibodies have been done using blood samples from different families of salmon and trout.

Tore Håstein  
Terje Refstie

Proteinases from *Vibrio anguillarum*.

Tore Håstein

Measurement of rancidity in fish food.

Different chemical methods for measuring rancidity of food are compared.

Sverre Ola Roald

Use of single-cell protein in fish food.

The effects of incorporating various types of single cell protein in the diet on growth and fish health have been studied.

Erland Austreng  
Bjørn Næss

Extreme quantities of carbohydrate in fish food.

The effects of increasing carbohydrate content of food to high levels are studied from a nutritional, genetic and veterinary viewpoint.

Erland Austreng  
Terje Refstie  
Sverre Ola Roald

Dissolved drugs for treatment of bacterial diseases in rainbow trout.

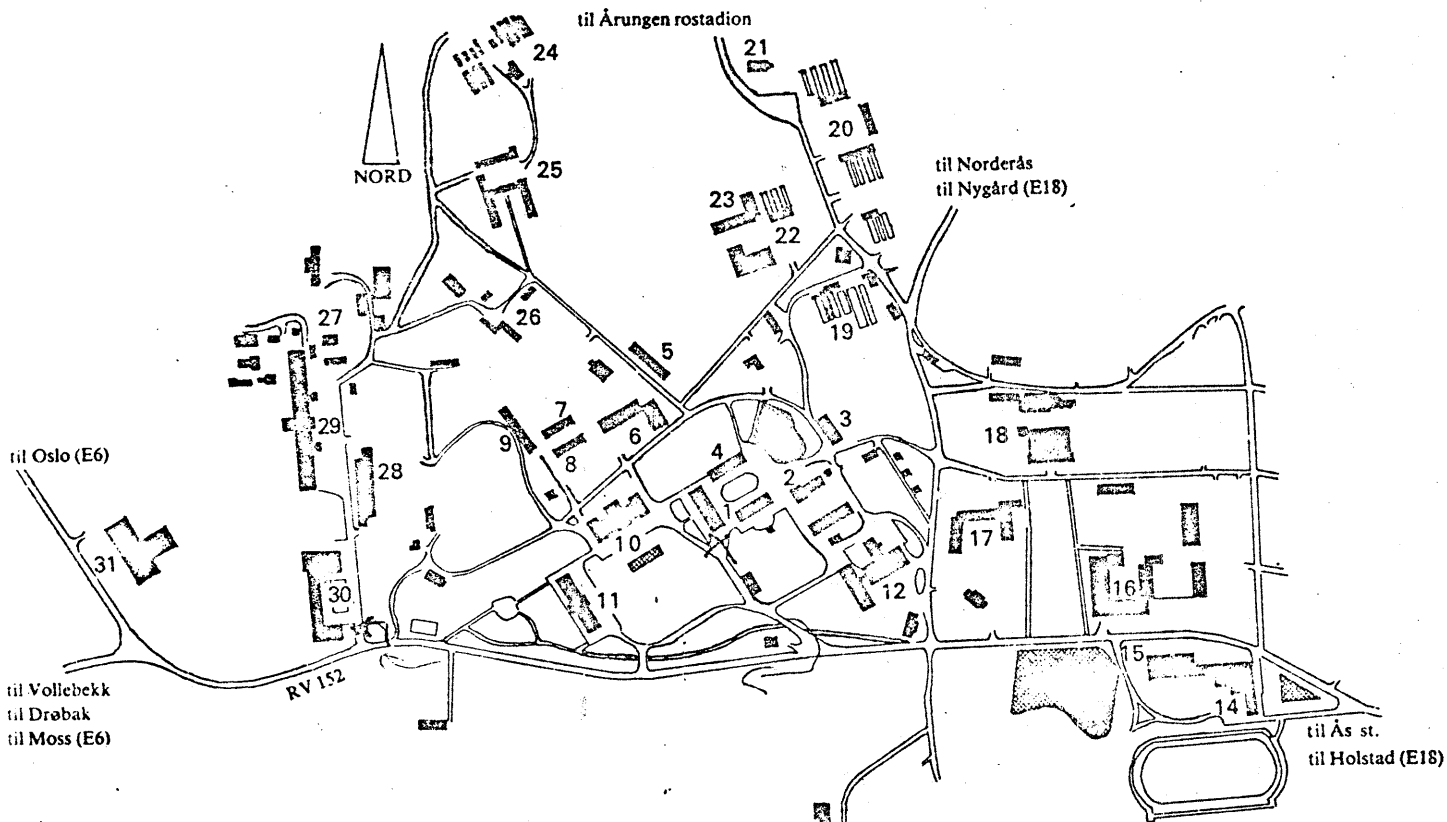
Investigation of toxicity and therapeutic effectiveness of different sulphur drugs as a bath treatment.

Sverre Ola Roald  
Kr. Engebretsen

Hygienic aspects of fish food storage.

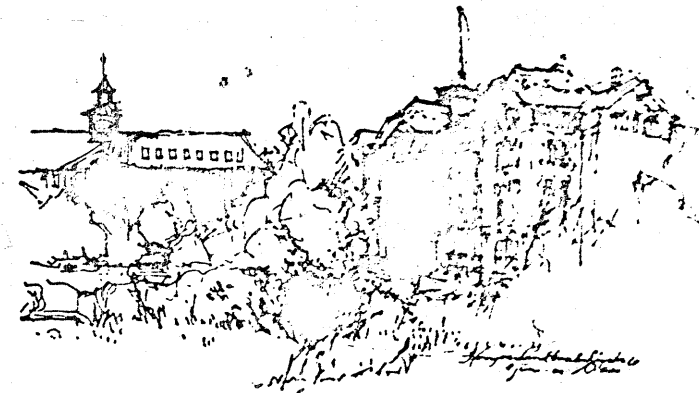
The effects of storage under different conditions are studied for various types of fish food.

Bjørn Næss



1. Administrasjon (Cirkus og Økonomibygningen)
2. Posthuset
3. Parkavdelingen (Smia)
4. Hybler for ansatte (Tivoli)
5. Kjemisk analyselaboratorium
6. Jordinstituttene og Isotoplaboratoriet
7. Sentral for forsøksmetodikk og databehandling
8. Landbruksvitenskapelig instrumenttjeneste
9. Vedlikeholds- og El-verksavdelinger
10. Urbygningen
11. Tårnbygningen
12. Meieriinstituttet
13. Studentinternat (Pentagon)
14. Studentsamfunnet
15. Auditorium Maximum
16. Landbruksteknisk instituttbygning
17. Fellesbygningen
18. Norsk institutt for skogforskning
19. Blomsterdyrkningsveksthus
20. Felles veksthusanlegg
21. Ås kirke
22. Planteskolen
23. Botanisk klimalaboratorium

24. Pelsdyrgården
25. Grisehus
26. Fjørfebygninger
27. Prøvefelt for landbruksbygninger
28. Avlsfjøset
29. Driftsbygningen
30. Husdyrinstituttene
31. Norsk institutt for næringsmiddelforskning



## Norges landbrukshøgskole (NLH)

Postadresse: 1432 Ås-NLH  
Telefon: (02) 94 00 60

NLH er Norges eneste institusjon for høyere landbruksutdanning, og ligger i Ås, ca. 3 mil sør for Oslo.

Høgskolens areal omfatter 2600 da dyrket mark, 1600 da skog og utmark, 700 da parker og veier og 600 da boligfelter.

La station de Sunndalsøra a permis l'obtention de 200 000 smolts de saumons atlantiques en 1979 (80 % de 1<sup>+</sup> ; 20 % de 2<sup>+</sup>).

Le NLH travaille également par contrat avec la station norvégienne d'élevage de la truite fario à Hol et la fondation Svanøy (expériences d'élevages en eau de mer de saumons et obtention d'œufs) (voir la plaquette publiée par le NLH).

A la station de Sunndalsøra, 80 % de smolts d'1 an peuvent être obtenus sur le saumon atlantique. Un aspect de smolt réapparaît à l'automne et les transferts en eau de mer sont parfaitement possibles à cette époque.

Les transferts se font toujours progressivement (directement à 20-25‰ puis en une semaine jusqu'à 32-35‰) : les bateaux de transport sont équipés de pompes jusqu'au site d'Averøy. Les dates normales de passage en eau salée s'échelonnent du 15 avril au 15 mai (smolts toujours supérieurs à 20 g, souvent 35 g). Des mortalités sont observées si les animaux sont maintenus en eau douce à ce moment.

Prix de vente moyen du smolt : 10 KN (8,50 FF) ou plus.

Les spécialistes du NLH pensent que le prix de revient moyen d'un smolt de 35-50 g en Norvège est de 4 à 5 KN (3,3 à 4,2 FF).

Les problèmes éventuels après le transfert en eau de mer sur le site d'Averøy sont l'attaque de vibriose (presque toujours en juin) et la présence de copépodes parasites ("poux de mer").

Pour lutter contre la vibriose, les Norvégiens utilisent systématiquement la vaccination avec d'excellents résultats. Les parasites peuvent être traités au Néguvon dans les cages.

La croissance normale en eau salée à Averøy fait passer les saumons de 30-40 g en mai de l'année 0 à 5 à 6 kg en mai de l'année 2. Sur un tel cycle la mortalité est en général de 10 à 15 % (30 % maximum, jamais plus).

Le taux de grilsification est en général bas (10-15 %) sauf certaines années exceptionnelles (1976) où il a atteint 50 % (MOWI).

Des aliments expérimentaux sont utilisés ainsi que ceux de marque Ewos et surtout Skretting.

Actuellement à Sunndalsøra, 200 souches génétiques de saumons atlantiques sont disponibles ainsi que 150 de truites arc-en-ciel.

### 3. PROBLEMES ABORDES AVEC LES CHERCHEURS DU NLH.

#### Génétique (Dr. T. GJEDREM) :

Les travaux de recherche dans ce domaine ont débuté en 1971 en Norvège. La description détaillée de ces programmes se trouve dans les mémoires de CHEVASSUS (1977 ; 1980) (voir aussi la bibliographie).

Les travaux ont porté à l'origine sur l'obtention de 40 souches de saumons atlantiques (de rivières différentes du Sud au Nord du pays). Parmi les critères retenus pour la sélection:

- croissance,
- survie,
- taux de grilsification,
- qualité de la chair,
- importance de la graisse mésentérique,
- forme du corps...

Actuellement en 3 générations de saumons, on peut considérer que pour certains de ces éléments (croissance par exemple) l'amélioration est de 4 % par an par rapport aux poissons témoins (3 % pour la truite arc-en-ciel).

Le Dr. GJEDREM est persuadé que les problèmes de survie estivale de la truite arc-en-ciel en eau de mer durant l'été sur nos côtes pourraient être considérablement atténués en utilisant ce type de recherches.

Les travaux portent également sur l'obtention d'individus triploïdes et tétraploïdes (utilisation de cytochalasine B). Actuellement 300 truites arc-en-ciel triploïdes sont en élevage à Sunndalsøra.

#### Régulation du métabolisme hydro-minéral (Dr. T. GJEDREM)

Les travaux menés au COB par les chercheurs du Département BAP/Salmoniculture intéressent divers organismes norvégiens qui aimeraient adapter ces recherches à la précision des époques de transferts en eau salée chez leurs poissons d'aquaculture.

.../...



Nutrition (Dr. E. AUSTRENG) :

Trois grandes différences apparaissent immédiatement entre les systèmes de nutrition des salmonidés en mer en France et en Norvège :

- utilisation systématique en Norvège de distributeurs automatiques d'aliment (granulés ou aliments naturels),
- utilisation en Norvège ou d'aliment naturel ou surtout maintenant d'aliments composés très riches en lipides (18 à 21 %),
- non-utilisation d'aliments réhydratables en eau salée en Norvège;

Les aliments composés (presque toujours de marque Skretting) sont pratiquement utilisés partout aujourd'hui (eau douce et eau de mer). Ces aliments contiennent globalement entre 45 et 60 % de protéines et 18 à 21 % de lipides (toujours moins de 12 % de carbohydrates).

En 1972, les aliments norvégiens contenaient 8 % de lipides totaux ; depuis l'augmentation importante de ces substances tous les paramètres de survie, croissance, qualité de la chair, maturation, etc..., ont été fortement améliorés. Les matières premières pour ces lipides sont des huiles de poisson d'excellente qualité à très bas point de fusion :

- huile de morue (6 KN le kg pour une huile très pure)
- huile de capelan (3 KN le kg pour une huile très pure)
- huile de hareng (depuis 1976).

L'utilisation de l'huile de capelan est maintenant généralisée (huile et anti-oxydants).

La seule différence existant entre les aliments eau douce et eau de mer est la plus faible teneur en sels minéraux de ces derniers. Les formules pour reproducteurs sont fortement enrichies en vitamines, un peu en protéines et diminuées en carbohydrates.

Jusqu'en 1979, beaucoup de fermiers distribuait à leurs salmonidés un mélange de 90 % de poisson frais et de 10 % de farines. Actuellement les aliments composés sont utilisés toute l'année ou pour certaines fermes complétés en hiver par 50 % de poisson frais. Les granulés sont beaucoup plus faciles d'utilisation.

Ils ne contiennent pas d'antibiotiques en temps normal et les formules pour saumon sont plus riches en protéines que celles pour truite.

Les sources de protéines sont toutes animales et exclusivement de poisson. Des essais d'adjonction dans la formulation de protéines végétales (maïs, soja...) ont été tentés. La caséine a également été essayée. Mais l'excellente qualité et le bas prix des protéines de poisson en Norvège (4 KN le kg pour des farines titrant 70 % de protéines à partir de capelan ou de hareng) font que leur utilisation est générale.

Lors de l'usage dans l'alimentation en hiver de poisson frais, les mélanges farine/poisson sont faits juste avant distribution afin d'éviter les problèmes liés à la présence de thiaminase. De plus, le pH du mélange étant bas (de l'ordre de 4) l'action de l'enzyme est fortement diminuée.

La liste des publications présentant les tableaux de valeurs en glucides, acides gras essentiels, vitamines, etc... des aliments utilisés en Norvège est donnée dans la bibliographie.

Physiologie de la respiration et de la régulation acide-base (Drs T. GJEDREM et M. KINGHORN) :

Les chercheurs du NLH abordent l'étude d'un problème fondamental en Norvège, celui de l'acidose. Dans les cours d'eau et lacs du Sud du pays, une grave pollution atmosphérique venue de Grande-Bretagne et de la Ruhr a entraîné un processus d'acidification rapide d'eaux déjà acides au départ (présence de tourbes et de lignites). Le repeuplement en ombles de fontaine (*Salvelinus fontinalis*) et l'étude physiologique de l'influence des pH très bas (2,6 à 4,6) sur l'ichthyofaune ont débuté.

Travaux sur les problèmes de métabolisme : tests de digestibilité, effets des nutriments chez les poissons (mesures d'O<sub>2</sub> toutes les minutes et analyse au computer), rapports consommation/taille du poisson.

- Discussion, le 1.06.80 avec le Dr. FIJAN, Vétérinaire auprès de l'Université de Zagreb (Yougoslavie) ainsi qu'avec le Dr. KEZIC.

Production de quelques tonnes de truites arc-en-ciel d'origine danoise en cages de 200 m<sup>3</sup> sur un site en eau de mer près de Sibenik (Yougoslavie). Salinité de 35‰ et température de 24 à 25° C durant l'été.

Transferts directs d'automne et passage de l'été en eau de mer avec moins de 10 % de mortalité sur ces animaux (aliment : poisson frais).

oooOooo

- Discussion, le 4.06.80 avec le Dr. E. CLAUSEN, Vétérinaire auprès de l'Université de Tromsø (Norvège).

Le Dr. CLAUSEN est spécialisé en pathologie des salmonidés et a mis au point le vaccin anti-vibriose maintenant utilisé couramment en Norvège. Ces vaccinations se font par bain "normaux" (non hyperosmotiques). Ce chercheur est persuadé que l'on pourrait fabriquer aisément un vaccin contre la furunculose et l'utiliser de façon analogue à celui existant contre la vibriose. Il accepte d'étudier ce problème si les français sont intéressés.

oooOooo

BIBLIOGRAPHIE

(dont ouvrages ramenés)

AULSTAD, D., T. GJEDREM and H. SKJERVOLD, 1972. Genetic and environmental sources of variation in length and weight of rainbow trout (*Salmo gairdneri*). J. Fish. Res. Bd Can., 29 : 237-241.

AUSTRENG, E., 1976. Fat and protein in diets for salmonid fishes. I- Fat content in dry diets for salmon parr (*Salmo salar* L.). Meld. Nor. NLH, 55 (5), 16 p.

AUSTRENG, E., 1976. Fat and protein diets for salmonid fishes. II- Fat content in dry diets for rainbow trout (*Salmo gairdneri*, Richardson). Meld. Nor. NLH, 55 (6), 14 p.

AUSTRENG, E., 1977. Fett og protein i fôr til laksefisk (fat and protein in diets for salmonids fish). Meld. Nor. NLH Scient. Rep. Agric. Univ., Norway, 56 (19), 10 p.

AUSTRENG, E., S. RISA, D.J. EDWARDS and H. HVIDSTEN, 1977. Carbohydrate in rainbow trout diets. II- Influence of carbohydrate levels on chemical composition and feed utilization of fish from different families. Aquaculture, 11 : 39-50.

AUSTRENG, E., 1978. Fat and protein in diets for salmonid fishes. V- Protein content in dry diets for rainbow trout (*Salmo gairdneri* Richardson). Meld. Nor. NLH Scient. Rep. Agric. Univ. Norway, 57 (22), 12 p.

AUSTRENG, E., 1978. Digestibility determination in fish using chromic oxide marking and analysis of contents from different segments of the gastrointestinal tract. Aquaculture, 13 : 265-272.

AUSTRENG, E., 1978. Fat containing bleaching earth as a feed constituent for rainbow trout. Aquaculture, 15 : 333-343.

AUSTRENG, E., 1979. Fat and protein in diets for salmonid fishes. VI- Digestibility and feed utilization by rainbow trout (*Salmo gairdneri*, Richardson) fed diets containing different levels of fat. Meld. Nor. NLH Scient. Rep., 60, 58 (6), 12 p.

AUSTRENG, E. and T. REFSTIE, 1979. Effect of varying dietary protein level in different families of rainbow trout. Aquaculture, 18 : 145-156.

AUSTRENG, E., A. SKREDE and Å. ELDEGARD, 1979. Effect of dietary fat source on the digestibility of fat and fatty acids in rainbow trout and mink. Acta Agric. Scand., 29 : 119-126.

BERGE, J.A., 1979. The perception of weak electric A.C. currents by the european eel, *Anguilla anguilla*. Comp. Biochem. Physiol., 62 A : 915-919.

.../...

- BRAATEN, B.R., 1975. Recent norwegian experience in fish farming. Oceanology international, 168.
- CHEVASSUS, B., 1977. La génétique des salmonidés en Suède et en Norvège : résultats et perspectives. Bull. Scit. Techn. Dept. Hydrobiol. INRA, 2, 40 p.
- CHEVASSUS, B., 1980. Genetical research applied to aquaculture in France. ICES Study Group on Genetics, 10-14 June 1980, Svanøy, Norway, 28 p.
- EDWARDS, D.J., E. AUSTRENG, S. RISA and T. GJEDREM, 1977. Carbohydrate in rainbow diets. I- Growth of fish of different families fed diets containing different proportions of carbohydrate. Aquaculture, 11 : 31-38.
- F.A.O., 1980. Report of the symposium on new development in the utilization of heated and of recirculation systems for intensive aquaculture. European Inland Fisheries Advisory Commission 11th Session. Symposium EIFAC, Stavanger, 28-30 May 1980.
- FISKERIDIREKTORATETS HAVFORSKNINGSINSTITUTT, 1979. Årsmelding 1977 (Bilan de l'Institut des Pêches pour 1977). Årsberetning vedkommende Norges fiskerier 1977, n° 2, 70 p.
- FORSKNINGSSTASJON FOR FERSKVANNFISK, IMS, 1980. Research station for freshwater fish at Ims. Direktoratet for vilt og ferskvannfisk, 20 p.
- GJEDREM, T., 1976. Possibilities for genetic improvements in salmonids. J. Fish. Res. Bd Can., 33 (4) : 1094-1099.
- GJEDREM, T. and H. SKJERVOLD, 1978. Improving salmon and trout farm yields through genetics. World review of An. Production, 14 (3) : 29-38.
- GJEDREM, T., 1979. Selection for growth rate and domestication in Atlantic salmon. Sonderdruck aus Zeitschrift für Tierzüchtung und Züchtungsbiologie Bd. 96, H.1. : 56-59.
- GRAMMELTVEDT, A.F., 1974. A method of obtaining chromosome preparations from rainbow trout (*Salmo gairdneri*) by leucocyte culture. Norw. J. Zool., 22 : 129-134.
- HARACHE, Y., 1976. La salmoniculture marine en Norvège. Etat de développement en 1975. Rapport Scientifique et Technique du CNEOX, 28, 149 p.
- KINGHORN, B.P., 1980. The use of oxygen consumption as an indicator of energy assimilation in full sib groups of rainbow trout. Jahrestagung der Europäischen Vereinigung für tierzucht, 1-4 sept. 1980, 5 p.
- NAEVDAL, G., 1980. Planlagt virksomhet 1980. Fiskeridirektoratets havforskningsinstitutt. Avdeling for akvakultur, 15 p.
- NORGES LANDBRUKSHØGSKOLE (NLH), 1980. Research station for salmonids. NLH, Averøy Unit and Sunndalsøra Unit, 27 p.

REFSTIE, T., V. VASSVIK and T. GJEDREM, 1977. Induction of polyploidy in salmonids by cytochalasin B. Aquaculture, 10 : 65-74.

SKREDE, A., Å. KROGDAHL and E. AUSTRENG, 1979. Digestibility of amino acids in raw fish flesh and meat and bone meal for the chicken, fox, mink and rainbow trout. Z. Tierphysiologie, Tierernährung and futtermittelkunde, 43 (2) : 92-101.

VIBERT, R. et R. BILLARD, 1975. Les élevages de salmonidés en Norvège. La Pisciculture Française.

-L'ensemble des communications présentées au Symposium de Stavanger (liste jointe en annexe).

A N N E X E S

=====

(Symposium de Stavanger - 28 mai-3 juin 1980)

- 1- Liste des divers comités
- 2- Programme des sessions
- 3- Liste des participants
- 4- Titres des exposés
- 5- Compte-rendu du colloque



FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION  
OF THE UNITED NATIONS

ORGANISATION DES NATIONS UNIES POUR  
L'ALIMENTATION ET L'AGRICULTURE

ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS  
PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION

EIFAC/80/Symp.Inf. 4

28 May 1980

EUROPEAN INLAND FISHERIES ADVISORY COMMISSION

Eleventh Session

Stavanger, Norway, 28 May - 3 June 1980

SYMPOSIUM ON NEW DEVELOPMENTS IN THE UTILIZATION OF HEATED EFFLUENTS  
AND OF RECIRCULATION SYSTEMS FOR INTENSIVE AQUACULTURE

LIST OF OFFICERS

Chairman, Steering Committee  
Chairman, Symposium  
Technical Secretary

K. Tiews (Germany, Fed. Rep. of)  
D. MØLLER (Norway)  
A. G. COCHE (FAO/EIFAC)

Panel	Panel Leader	Rapporteur	Panel Members
1	M.G. Leynaud (France)	M. Saroglia (Italy)	C. Nash (U.S.A.) J.F. Wickins (U.K.) R.J. Aston (U.K.)
2	R. Mayo (U.S.A.)	J. Mitchell (U.S.A.)	N.M. Kerr (U.K.) P. Liao (U.S.A.) J. Forster (U.K.) H. Rosenthal (Germany, Rep. Fe)
3	E.A. Huisman (Netherlands)	A.L. Munro (U.K.)	G. Wedemeyer (U.S.A.) N. Fijan (Yugoslavia) S. Egusa (Japan) J. Petit (France) K. Chiba (Japan)
4	T. Kuroda (Japan) K. Chiba (Japan)	B.B. Carroll (U.S.A.)	H. Rosenthal (Germany, Rep. Fe) A.L. Fridman (U.S.S.R.) R. Berka (Czechoslovakia) R. Mayo (U.S.A.) T. Backiel (Poland) B.B. Carroll (U.S.A.) A. Hubert (U.S.A.) I. Tölg (Hungary) L. Horvath (Hungary) A.S. Karlsson (Sweden)
5	J. Mitchell (U.S.A.)	R. Mayo (U.S.A.)	- above Panel Leaders -
6	D. Møller (Norway)		K. Tiews (Germany, Fed. Rep.) - above Panel Leaders -





VENDREDI 30 MAI

- 09 h 00 - 12 h 30 Groupe de travail 4b - Gestion et rentabilité des systèmes  
totalement ouverts et de ceux pour la production de  
poissons juvéniles
- 4.4b Systèmes totalement ouverts en Asie
  - 4.5 Systèmes totalement ouverts en Europe
  - 4.6 Systèmes totalement ouverts en Amérique du nord
  - 4.7 Systèmes de production de juvéniles de poissons d'eau chaude
  - 4.8 Systèmes de production de juvéniles d'invertébrés
- 14 h 00 - 15 h 30 Groupe de travail 5 - Aspects socio-économiques
- 15 h 30 - 16 h 00 Pause café
- 16 h 00 - 17 h 30 Groupe de travail 6 - Conclusions et recommandations



FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION  
OF THE UNITED NATIONS

ORGANISATION DES NATIONS UNIES POUR  
L'ALIMENTATION ET L'AGRICULTURE

ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS  
PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION

EITFAC/80/Symp.:Inf.5  
29 May 1980

EUROPEAN INLAND FISHERIES ADVISORY COMMISSION

Eleventh Session

Stavanger, Norway, 28 May-3 June 1980

SYMPOSIUM ON NEW DEVELOPMENTS IN THE UTILIZATION OF HEATED EFFLUENTS  
AND OF RECIRCULATION SYSTEMS FOR INTENSIVE AQUACULTURE

LIST OF PARTICIPANTS

LISTE DES PARTICIPANTS

Austria/Autriche

HEMSEN, J.  
Bundesinstitut für Gewässerforschung  
und Fischereiwirtschaft  
Scharfling 19  
5310 Mondsee

WEISMANN, Dr. T.  
Bundesinstitut für Gewässerforschung  
und Fischereiwirtschaft  
Scharfling 19  
5310 Mondsee

Belgium/Bélgique

CLAUS, Dr. Ch.  
State University of Ghent  
Laboratory for Mariculture  
J. Plateastraat 22  
B-9000 Ghent

MELARD, Ch.  
Institut de Zoologie de l'Université  
de Liège  
Quai van Beneden 22  
B-4020 Liège

PHILIPPART, J.-C.  
Institut de Zoologie de l'Université  
de Liège  
Quai van Beneden 22  
B-4020 Liège

VERRETH, J.  
Department of Fish Culture  
State University of Agriculture  
Wageningen  
(The Netherlands)

Brazil/Brésil

SAINT-PAUL, U.  
Instituto Nacional de Pesquisas da  
Amazonia (INPA)  
C.P. 478  
69000 Manaus

WERDER, U.  
Instituto Nacional de Pesquisas da  
Amazonia (INPA)  
C.P. 478  
69000 Manaus

Canada

AYLES, G.B.  
Fisheries and Oceans  
Freshwater Institute  
501 University Crescent  
Winnipeg, Manitoba R3T 2N6

MCCAULEY, Prof. Dr. R.W.  
Department of Biology  
Wilfred Laurier University  
Waterloo, Ontario N2L 3C5

REID, D.A.  
Aquaculture Department  
Underwood McLellan Ltd.  
89 Carlingview Drive  
Rexdale (Toronto), Ontario M9W 5E4

SHEPHERD, B.G.  
Department of Fisheries and Oceans  
1090 West Pender Street  
Vancouver

SUTTERLIN, A.M.  
Marine Sciences Research Laboratory  
Memorial University St. John's  
Newfoundland A1C 5S7

VAN TOEVER, W.  
Institute of Man and Resources  
Charlottetown  
Prince Edward Island COA 2B0

Colombia/Colombie

BUCELLI, L.I.  
Proyecto de Acuicultura  
Apartado aéreo 279  
Pasto

Cyprus/Chypre

STEPHANOU-HEAD, Ms.D.  
Division of Fish Culture and  
Inland Waters Management  
Fisheries Department  
Ministry of Agriculture and  
Natural Resources  
Nicosia

Czechoslovakia/Tchécoslovaquie

BERKA, R.  
Fisheries Research Institute  
38925 Voduang

Denmark/Danemark

ANDERSEN, Th.  
The Freshwater Laboratory  
Lysbrogade 52  
DK-8600 Silkeborg

BJØRNKJÆR, K.  
Vestervang 37  
DK-8000 Århus

BREGNBALLE, F.  
Danish Trout Culture Research Station  
Broens  
6780 Skaerbaek

CHRISTENSEN, P.  
Water Quality Institute  
11 Agern Alle  
DK-2970 Hørsholm

DAHL, J.  
Inland Fisheries Laboratory  
Lysbrogade 52  
DK-8600 Silkeborg

DAHL-MADSEN, K.I.  
Water Quality Institute  
11 Agern Alle  
DK-2970 Hørsholm

FROM, J.  
Danish Trout Culture Research Station  
Broens  
6780 Skaerbaek

HEERFORDT, L.  
Water Quality Institute  
11 Agern Alle  
DK-2970 Hørsholm

HODAL, J.  
Water Quality Institute  
11, Agern Alle  
DK-2970 Hørsholm

HOFFMANN, E.  
The Danish Institute for Fishery  
and Marine Research  
Charlottenlund Slot  
DK-2920 Charlottenlund

HØRLYCK, V.  
Danish Trout Culture Research Station  
Broens  
6780 Skaerbaek

JENSEN, H.  
Storegade 36,1  
DK-7330 Brande

JENSEN, P.A.  
Projekt Nyt Arbejde  
Langelinie 2-4  
DK-6000 Kolding

JENSEN, T.  
Water Quality Institute  
11, Agern Alle  
DK-2970 Hørsholm

LARSEN, K.  
Radmand Steins Alle 21  
2000 København F

RASMUSSEN, G.  
Inland Fisheries Laboratory  
Lysbrogade 52  
DK-8600 Silkeborg

RASMUSSEN, K.  
Water Quality Institute  
11 Agern Alle  
DK-2970 Hørsholm

REINERT, A.  
Fiskivinnustovan  
Fisheries Laboratory  
Torshavn  
Faroe Islands

STUBKJAER, T.  
Aufenget 34  
7330 Brande

Finland/Finlande

AHONIEMI, A.  
Box 239  
90101 Oulu 10

BERGMAN, T.  
Finnish Trout Farmers Association  
Kauppakatu 28 A 28  
SF-40100 Jyväskylä 10

HEIKINHEIMO, P.  
Finnish Trout Farmers Association  
Kauppakatu 28 A 28  
SF-40100 Jyväskylä 10

MURVELIUS, J.  
Finnish Game and Fisheries Institute  
Fisheries Division  
P.O. Box 193  
SF-00131 Helsinki 13

MAKKOLA, M.  
Lohikunta  
Finnish Trout Farmers Association  
Kauppakatu 28 A 28  
SF-40100 Jyväskylä 10

KARKOLA, J.  
Finnish Trout Farmers Association  
Kauppakatu 28 A 28  
SF-40100 Jyväskylä 10

LIND, E.A.  
Department of Zoology  
University of Oulu  
90100 Oulu 10

OITTLA, A.  
Broholmmsgatan 24 C5T  
00530 Helsingfors 53

PULKKINEN, M.  
Finnish Trout Farmers Association  
Kauppakatu 28 A 28  
SF-40100 Jyväskylä 10

PURSIAINEN, M.  
EVO Inland Fisheries and Aquaculture  
Research Station  
SF-16970 Evo

SALMELA, R.  
Imatran Voima Oy  
Imatra Power Company  
Environmental Engineering  
POB 138  
SF-00101 Helsinki 10

SUMARI, O.  
Finnish Game and Fisheries Research  
Institute  
Laukaa Fish Culture Research Station  
SF-41360 Valkola

TANA, J.  
The Finnish Pulp and Paper Research  
Institute  
POB 136  
SF-00101 Helsinki 10

TUUNAINEN, P.  
Finnish Game and Fisheries Research  
Institute  
POB 193  
SF-00131 Helsinki 13

VIRTANEN, E.  
Finnish Game and Fisheries Research  
Institute  
University of Physiology  
Arkadiankatu 7  
SF-00100 Helsinki 10

WESTMAN, K.  
Finnish Game and Fisheries Research  
Institute  
Fisheries Division  
POB 193  
SF-00131 Helsinki 13

France

BOEUF, Dr. G.  
CNEOX/COB  
BP 337  
29273 Brest cedex

DANIOUX, Ch.  
Centre Océanologique de Bretagne  
BP 337  
29273 Brest cedex

DENOYERS, J.-P.  
Pisciculture du Trégor  
Langoat  
22450 La Roche Derrien

GUENEAU, P.  
Conseil supérieur de la pêche  
Délégation régionale  
Poitou-Charentes, Centre,  
Pays de Loire  
112 Faubourg de la Cueille  
8600 Poitiers

KAUSHIK, S.  
INRA  
Laboratoire de nutrition des poissons  
BP 3  
Saint-Pée-sur-Nivelle  
64310 Ascaïn

LASSERRE, J.  
Produits Trouw France S.A.  
02140 Fontaine-les-Vervins

LEYNAUD, M.G.  
Chef de la Division Qualité des  
Eaux Pêche et Pisciculture  
14, Av. de Saint-Mandé  
75012 Paris

Germany (Federal Republic of)/Allemagne  
(République fédérale d')

BAHR, K.  
Präsident des Deutschen Fischereiverbandes  
Deutscher Fischereiverband  
Venusberg 36  
2000 Hamburg 11

DESCAMPS, B.  
C.E.A. Cadarache  
13115 St.Paul les Durance

BERG, R.  
Landesanstalt für Umweltschutz  
Baden-Württemberg  
Institut für Seenforschung und  
Fischereiwesen  
Ergat 5  
7652 Insel Reichenau

BOHL, M.  
Regierungsdirektor  
Bayerische Landesanstalt für Wasser-  
forschung  
Demollstrasse 31  
8121 Wielenbach

BORN, H.  
VAW Flusspat Chemie  
8470 Stulln/Nabburg

DAHM, Dr. E.  
Bundesforschungsanstalt für Fischerei  
Institut für Fangtechnik  
Palmaille 9  
2000 Hamburg

DELVENTHAL, H.  
Institut für Hydrobiologie und Fischerei-  
wissenschaft  
Universität Hamburg  
Olbersweg 24  
2000 Hamburg 50

DETHLEFSEN, V.  
Institut für Küsten- und Binnenfischerei  
Bundesforschungsanstalt für Fischerei  
Toxikologisches Laboratorium  
Niedersachsenstrasse  
2190 Cuxhaven

DOMINE, H.  
POB 205  
4473 Haselfinne

HILGE, V.  
Institut für Küsten- und Binnenfischerei  
Bundesforschungsanstalt für Fischerei  
Aussenstelle  
Wulfsdorfer Weg  
2070 Ahrensburg

HORSTGEN, G.  
Institut für Tierzucht und Haustiergenetik  
Universität Göttingen  
Albrecht-Thaer-Weg 1  
3400 Göttingen

KEESEN, H.  
Arensbergerstrasse 18  
3443 Herleshausen 6

KOOPS, H.  
Institut für Küsten- und Binnenfischerei  
Bundesforschungsanstalt für Fischerei  
Palmaille 9  
2000 Hamburg 50

KRUNER, G.  
Biologische Anstalt Helgoland  
Aussenstelle  
Wulfsdorfer Weg  
2070 Ahrensburg

KUHLMANN, H.  
Institut für Küsten- und Binnenfischerei  
Bundesforschungsanstalt für Fischerei  
Palmaille 9  
2000 Hamburg 50

LUKOWICZ von, M.  
Bayerische Landesanstalt für Fischerei  
Weilheimerstrasse 8 a  
8130 Starnberg /Obb.

MESKE, C.  
Institut für Küsten- und Binnenfischerei  
Bundesforschungsanstalt für Fischerei  
Aussenstelle  
Wulfsdorfer Weg  
2070 Ahrensburg

OTTE, G.  
c/o Dr. H. Rosenthal  
Biologische Anstalt Helgoland  
Palmaille 9  
2000 Hamburg 50

RAKELMANN, U.  
Institut für Küsten- und Binnenfischerei  
Bundesforschungsanstalt für Fischerei  
Aussenstelle  
2070 Ahrensburg

ROSENTHAL, H.  
Biologische Anstalt Helgoland  
Bundesforschungsanstalt für Fischerei  
Palmaille 9  
2 Hamburg 50

SANDER, M.  
Fa. E. Sander  
Elektroapparatebau  
Am Osterberg 22  
3151 Eitze

SCHLOTFELDT, H.J.  
Fisch-Seuchenbekämpfungs- und  
Gesundheitsdienst Hannover/FSGD  
Bünteweg 17  
3000 Hannover 71

STEFFENS, F.  
Mühlenfeld 30  
2161 Deinste

STIPPEL, S.  
Saar Pfalz-Fisch GmbH  
Am Falkeneck 1  
6749 Wieslautern

TIEMS, Prof. Dr. K.  
Institut für Küsten- und Binnenfischerei  
Bundesforschungsanstalt für Fischerei  
Palmaille 9  
2000 Hamburg 50

TRISCHLER, H.  
Deutsche Unilever GmbH  
Dammtorwall 15  
200 Hamburg 26

WITT, U.  
Forschungszentrum Geesthacht GmbH  
Aquakulturversuchsanlage  
2301 Dänischenhagen-Bülk

Hungary/Hongrie

HORVATH, L.  
Fish Hatchery  
Szazhalombatta 2441

THURANSZKY, Dr. Z.  
Kossuthl. tér. 11  
Budapest V

VARADI, L.  
Fish Culture Research Institute  
POB 47  
5541 Szarvas

Iceland/Islande

BJORNSSON, G.  
VCK Consulting Engineers  
Laufasregi 12  
POB 5  
Reykjavik

FRIDGEIRSSON, E.  
Marine Research Institute  
Reykjavik

ISAKSSON, A.  
Veidimalastofnunin  
Institute of Freshwater Fisheries  
POB 754  
101 Reykjavik

KRISTJANSSON, J.  
Institute of Freshwater Fisheries  
POB 754  
101 Reykjavik

MATTHIASSEN, M.  
Verum HF  
Höfðabakka 9  
Reykjavik

THORADARSON, S.  
Superintendent  
State Experimental Fish Farm  
Kollafjörður

Ireland/Irlande

BASS, N.  
Kealincha Salmon Ltd.  
Eyeries  
Bantry, Co. Cork

COTTER, D.  
Curraun Fisheries Ltd.  
Furnace  
Newport  
Co. Mayo

DOYLE, J.  
Fisheries Research Centre  
Abbotstown  
Castleknock  
Co. Dublin

FLYNN, G.  
35 Aidan Park  
Shannon  
Co. Clare

MCGRATH, Ch. J.  
Department of Fisheries and Forestry  
Agriculture House 6E  
Kildare Street  
Dublin

PIGGINS, D.  
The Salmon Research Trust of  
Ireland Incorporated  
Farran Laboratory  
Newport  
Co. Mayo

Israel/Israël

BACK, A.  
Deputy Director for Research  
Israel Oceanographic and Limnological  
Research Ltd.  
POB 8030  
Haifa

GUSE, W.  
Israel Oceanographic and Limnological  
Research Ltd.  
POB 1212  
Elat

TAL, S.  
Ministry of Agriculture  
Fisheries Department  
Hakiriah  
Tel Aviv

Italy/Italie

DE ANGELIS, C.M.  
Direttore  
Stabilimento Ittiogenico  
Largo Torrelunga 7  
25100 Brescia

BILIO, M.  
Representative of the European  
Mariculture Society  
T.A.I. (Fish Culture Technologies)  
Via Battaglia 225  
35020 Albignasego (PD)

BRONZI, P.  
ENEL-CRTN  
Bastioni di Porta Volta 10  
Milano

CAMPAGNINI, G.  
SOPAL  
Via Angelo Bargoni 8  
00153 Roma

COLOMBO, G.  
SOPAL  
Via Angelo Bargoni 8  
00153 Roma

DANIELE, G.  
Fossalto di Portogruaro (VE)

BORDONI, G.  
ERJA - Ente Regionale Sviluppo Agricolo  
Bologna

GIORGETTI, G.  
Istituto zooprofilattico sperimentale  
delle Venezie  
Laboratorio di ittiopatologia  
Via della Roggia 70  
33030 Basaldella di Campofromido

SAROGLIA, M.  
ENEL-CRTN  
Via Bastioni Porta Volta 10  
20100 Milano

SPREAFICO, E.  
SOPAL  
Via Bargoni 8  
Roma



TASSELLI, A.  
ARIS  
Regione Emilia-Romagna  
Via Ugo Bassi, 25  
Bologna

VALTORTA, F.  
Viale Buffoli 3  
Cusamo Milanimo  
Milano

Japan/Japon

CHIGA, K.  
Aquatic Products Technology  
Tokyo University  
2939 Maesaka-Cho, Hamana-Gun  
Shzuoka 43702

ERGUSA, S.  
Aquatic Products Technology  
Tokyo University  
2939 Maesaka-Cho, Hamana-Gun  
Shzuoka 43702

FUKATAKI, H.  
Marine Ecology Research Institute  
300 Iwawada, Onjiku-Cho, Isumi-Gun  
Chiba 299-51

KURODA, T.  
Thermal Aquaculture Development  
Society of Japan  
c/o Zenkoku-Chosan-Kaikan Annex 4F  
11-35 Nagata-Cho 1-Chome  
Chiyoda-ku  
Tokyo

MASUDA, K.  
Melos Travel Agent  
3-8-9 Toka Building  
Iwamoto cho, Chiuodo-ku  
Tokyo

NEMOTO, K.  
Nemoto Aquatic Products Technology  
13-5 Jiyu-Aoka, Sendai-Shi  
Miyagi 983

OHKAWA, T.  
Kansai Sogo Ecology Center  
18-39 Oyodonaka 3-chome, Oyodo-ku  
Osaka 531

SEKINO, T.  
Aomori Prefecture Office  
Aquatic Products Development Dept.  
1-1 Nagashima 1-chome, Aomori-shi  
Aomori 030

SUZUKI, Y.  
Suzuki Eel Culture Farm  
1048, Maesaka-cho, Hamano-gun  
Shizuoka 431-02

Kuwait/Kuweit

AL-AMEERI, A.-A.  
Mariculture and Fisheries Department  
Kuwait Institute for Scientific  
Research  
POB 24885  
Saft

EL-ZAHR, C.  
Mariculture and Fisheries Department  
POB 24885  
Safat

Netherlands/Pays-Bas

DE HAAS, M.A.F.  
Akzo Zout Chemie Nederland bv  
Boortorenweg 20  
7554 RS Hengelo (0)

DIJEMA, R.  
Netherlands Institute for Fishery  
Investigations  
POB 77  
4400 AB Yerseke

HOGENDOORN, H.  
Department of Fish Culture and Fisheries  
POB 338  
Wageningen

HUISMAN, Prof. Dr. E. A.  
Departement for Fish Culture and  
Fisheries  
Agriculture University  
POB 338  
Wageningen

JURGENS, J.-W.  
Schmelsen Weg 1  
D-2081 Bönningstadt  
(Germany, Fed. Rep. of)

LIEWES, E.W.  
Trouw en Co. int.  
S.W.O.  
Nyverheidsweg 2  
Putten

TEUNISSEN, A.G.  
Troelstraweg 74  
6702 AM Wageningen

WENTINK, R.  
AKZO  
R. Stolzstraat 50  
Hengelo (OV)

Norway/Norvège

AARDAL, L.  
Department of Aquaculture  
Institute of Marine Research  
C. Sundtsgt. 37  
5000 Bergen

ARNESEN, L.H.  
General Manager  
B.P. Norge A.S.  
Arbiens Gate 11  
Oslo 2

BERG, M.  
Direktoratet for vilt og Ferskvannsfisk  
Elgeseter GT 10  
7000 Trondheim

BJERK, Ø.  
Department of Aquaculture  
Institute of Marine Research  
C. Sundtsgt. 37  
5000 Bergen

BJERKEN, V.  
Akvakultur St.  
Austevoll  
5490 Storebø

BRAATEN, B.  
Department of Aquaculture  
Institute of Marine Research  
C. Sundtsgt. 37  
5000 Bergen

BULL-BERG, L.  
Siviløkonom  
Det Kgl Selskap for Norges  
2013 Skjetten

DEHLI, E.  
Sofienberg Gt. 2A  
Oslo 5

ERIKSEN, J.O.  
Sea Farm A/S  
POB 1798  
Nordre Tollbodkai, Bergen  
5011 Nordnes

GJEDREM, T.  
Department of Animal Genetics  
and Breeding  
Agricultural University of Norway  
PCB 24  
1432 Ås- NLH

GJØVIK, J.A.  
Direktoratet for Vilt og Ferskvannsfisk  
Elgeseter Gt. 10  
7000 Trondheim

EGGEREIDE, A.  
Direktoratet for Vilt og Ferskvannsfisk  
Elgeseter Gt. 10  
7000 Trondheim

EGIDIUS, Ms. E.  
Fiskeforskningen  
Box 63  
1432 Ås-NLH

GRANDE, M.  
Norsk institutt for vannforskning  
Gaustadallée 25  
Oslo 3

GRANDE, R.  
Sundlandsskrenken 27  
7000 Trondheim

GRAV, T.  
Fiskerisjefen i Møre og Romsdal  
Box 252  
6001 Aalesund

GUNNES, K.  
BP Norge a.s.  
Postboks 2580 Solli  
Oslo 2

HANSSEN, O.  
Department of Aquaculture  
Institute of Marine Research  
C. Sundtsgt. 37  
5000 Bergen

HAUGEN, I.N.  
Norwegian Institute for Water Research  
Royal Norwegian Council for Science  
and Industrial Research  
POB 260, Blindern  
Oslo 3

HAUGEN, R.  
Norsk Landbrukskjemi A/S  
Postboks 73  
1473

HEGGBERGET, T.G.  
Direktoratet for Vilt og Ferskvannsfisk  
Elgeseter Gt. 10  
7000 Trondheim

HJELTNES, B.  
Department of Aquaculture  
Institute of Marine Research  
C. Sundtsgt. 37  
5000 Bergen

HØGØY, I.  
Department of Aquaculture  
Institute of Marine Research  
C. Sundtsgt. 37  
5000 Bergen

INGEBRICTSEN, O.  
Department of Aquaculture  
Institute of Marine Research  
C. Sundtsgt. 37  
5000 Bergen

JOHNSEN, B.O.  
Direktoratet for Vilt og Ferskvannsfisk  
Elgeseter Gt. 10  
7000 Trondheim

JØRGENSEN, K.O.  
Sea Farm A/S  
POB 1798  
Nordre Tollbodkai, Bergen  
5011 Nordnes

KITTELSEN, A.  
Forskningsst. for Fisk  
6600 S.Øra

KJØLSETH, G.  
A.B. Berdal A/S  
Maries vei 20  
Postboks 80  
1322 Høvik

LØVIK, F.  
IFF, UIT  
Tromsø

LINDEM, T.  
Institute of Physics  
POB 1048  
Blindern  
Oslo 3

LUND, S.  
Project Leader  
Development Department  
Torshov  
Oslo 4

MEHLI, S.A.  
Direktoratet for Vilt og Ferskvannsfisk  
Elgeseter Gt. 10  
7000 Trondheim

MELSTVEIT, A.  
Norsk Landbrukskjemii A/S  
POB 73  
1473 Skårer  
Norge

MYRSETH, B.  
Sea Farm A/S  
POB 1798  
Nordre Tollbodkai, Bergen  
5011 Nordnes

MØLLER, D.  
Department of Aquaculture  
Institute of Marine Research  
C. Sundtsgt. 37  
5000 Bergen

NIKOLAISEN, J.  
BP Norge a.s.  
Postboks 2580 Solli  
Oslo 2

PETTERSEN, S.  
Reguleringsforeningenes Landssammens-  
lutning  
POB 5030, Majorstua  
Oslo 3

QUIGSTAD, G.  
Quadramt Fiskeindustri A/S  
7252 Dompøy Norge

ROALD, S.Y.  
Fjordlaks A/S  
6213 Tafjord

SALTE, R.  
Department of Fish Pathology  
National Veterinary Institute  
Postboks 8156  
Oslo Dep.  
Oslo 1

SENSTAD, C.  
Ims  
4300 Sandnes

SKOGHEIM, O.K.  
Directorate for Wildlife and Freshwater  
Fish  
Fish Research Division  
POB 63  
1432 Ås-NLH

SKRETTING, T.  
POB 319  
4001 Stavanger

SUNDE, O.A.  
Postboks 319  
4001 Stavanger

TORRISSEN, O.  
Department of Aquaculture  
Institute of Marine Research  
C. Sundtsgt. 37  
5000 Bergen

VALKNER, M.  
International Farvefabrik A/S  
Postboks 2384  
5012 Bergen

VASSHAUG, Ø  
Direktoratet for Vilt og Ferskvannsfisk  
Elgeseter Gt. 10  
7000 Trondheim

VIKAN, H.  
Direktoratet for Vilt og Ferskvannsfisk  
Elgeseter Gt. 10  
7000 Trondheim

WALLACE, Dr. J.  
Institute of Fisheries  
University of Tromsø  
POB 488  
9001 Tromsø

Peru/Perou

MORALES SOLANO, P.  
Universidad Nacional Técnica  
del Altiplano  
Casilla No. 291  
Puno

Poland/Pologne

BACKIEL, T.  
Inland Fisheries Institute  
Zabieniec  
05-500 Piaseczno

DABROWSKI, K.  
10-957 Olsztyn  
Kortowo 6137

Portugal

GUERRA, Ms. M.I.  
Tapada do Mocho  
Lote F4- 1 DT  
2780 Paço D'Arcos

Sweden/Suède

BERGSTRÖM, E.  
Salmon Research Institute  
810 70 Älvkarleby

DRESSLER, K.  
Himmelsbacken 4  
183 30 Täby

DRESSLER, O.  
Himmelsbacken 4  
183 30 Täby

FURST, M.  
Nat. Board of Fisheries  
Drottninghom 17011

HOLMBERG, B.  
Nat. Board of Fisheries  
Box 2565  
403 17 Göteborg

HONGSLO, T.  
National Veterinary Institute  
750 07 Uppsala

JONASSON, S.  
Ewos AB  
Box 618  
151 27 Södertälje

KOSSMANN, H.  
Forskningsstation  
IVL Aneboda  
360 30 Lammhult

MARTIN, J.  
Forskningsstation  
IVL Aneboda  
360 30 Lammhult

PETERSON, H.H.  
Ewos AB  
Box 618  
151 27 Södertälje

STEFFNER, N.G.  
State Fish Hatchery  
National Board of Fisheries  
810 70 Älvkarleby

STERNER, T.  
Norsgatan 13  
79300 Leksand

Switzerland/Suisse

BUTTIKER, B.  
Officer fédéral de la protection  
de l'environnement  
Schwarztorstr. 53  
3003 Berne

United Kingdom/Royaume-Uni

ALABASTER, J.S.  
1 Granby Rd.  
Stevenage, Herts

ALDERSON, R.  
Unilever Research  
Colworth/Welwyn Laboratory  
Unilever Limited  
Lochailort  
Invernesshire PH 38 4LZ

ASTON, R.J.  
C.E.R.L.  
Freshwater Biology Unit  
Ratcliffe-on-Soar Power Station  
Nottingham NG1 OEE

CLEMENT, N.M.  
King Edward House  
POB 178  
27/30 King Edward Court  
Windsor Berts, SL4 1TJ

EDWARDS, R.D.  
Highlands and Islands Development  
Board  
Bridge House  
27 Bank Street  
Inverness IV1 1 QR

FIVIAN, P.A.  
Fish Farm Development Limited  
Stronachullin  
Ardrishaig  
Argyll PA 30 8 ET

FORSTER, J.R.  
Shearwater Fish Farming  
Low Plains  
Armathwaite  
Carlisle CA4 9TT

HAMBREY, J.B.  
Department of Management Science and  
Technology Studies  
University of Stirling  
Stirling FK9 4 LA

HOLDEN, A.V.  
Department of Agriculture and  
Fisheries for Scotland  
Freshwater Fisheries Laboratory  
Faskally  
Pitlochry Perthshire PH16 5LB

INGRAM, M.V.  
Marine Farm Limited  
Hinkley Point  
Bridgwater  
Somerset TA5 1 UD

JAUNCEY, K.  
Institute of Aquaculture  
University of Stirling  
Stirling FK 9 4LA

KERR, Dr. N.  
White Fish Authority  
Sea Fisheries House  
10 Young St.  
Edinburgh EH 2 4JQ

MACKENZIE, K.  
Langleiken 5  
1349 Rykkinn  
(Norway)

MANTLE, G.  
Open University  
Milton Keynes

MUNRO, A.L.S.  
Marine Laboratory  
POB 101  
Victoria Road  
Aberdeen

MURRAY, K.R.  
Heriot-Watt University  
Department of Chemical and  
Process Engineering  
Chambers Street  
Edinburgh EH1 1HX

POXTON, M.G.  
Heriot-Watt University  
Department of Brewing and  
Biological Sciences  
Chambers Street  
Edinburgh EH1 1HX

SOWERBUTTS, B.J.  
Shearwater Fish Farming Ltd.  
Carlisle

TAYLOR, P.R.  
King Edward House  
27/30 King Edward Court  
POB 178  
Windsor  
Barks SL4 1TJ

WELTON, J.S.  
Freshwater Biological Association  
River Laboratory  
East Stoke  
Wareham, Dorset

WICKINS, J.  
Ministry of Agriculture, Fisheries  
and Food  
Fish. Expt. Stn.  
Benarth Road  
Conway LL32 8 UB, Wales

United States of America/Etats-Unis  
d'Amérique

BRANNON, E.  
College of Fisheries  
UOFW  
Seattle, Wa. 98105

CARROLL, B.B.  
Tennessee Valley Authority  
Muscle Shoals, Ala 35660

ELAM, S.  
Director Laboratory  
Research and Development  
Aquabiotics Inc.  
511 Vista Avenue  
Addison, Ill. 60101

FLATOW, R.E.  
Vice President, Gen. Manager  
POB 2356  
San Leandro, Ca. 94577

GRAY, R.H.  
Freshwater Sciences  
Battelle  
Pacific Northwest Laboratories  
POB 999  
Richland, Washington 99352

KEUP, L.  
U.S. Environmental Protection Agency  
WH 585  
Washington, D.C. 20460

KILAMBI, R.V.  
University of Arkansas  
College of Arts and Sciences  
Department of Zoology  
632 Science-Engineering Building  
Fayetteville, Arkansas 72701

LIAO, P.B.  
President  
KCM International Inc.  
1917, 1st Avenue  
Seattle, Wa. 98101

MAYO, R.D.  
9108 SE 57th  
Mercer Island, Wa. 98040

MITCHELL, J.R.  
National Science Foundation  
Division of Ocean Sciences  
International Decade of Ocean  
Exploration Section  
Washington, D.C. 30550

Yugoslavia/Yougoslavie

APOSTOLSKI, K.  
Kapestec 24 Vodno  
Skopje

FIJAN, N.  
Faculty of Veterinary Sciences  
Heinzlova 55  
Zagreb

KERIC, N.  
Institute Ruder Bosković  
Centre for Marine Research  
Heinzlova Cesta 55  
41000 Zagreb

TUTUNDZIC, V.  
Agricultural Faculty  
Nemanjina 6  
Zemun

SECRETARIAT

Host Government/Gouvernement hôte

Organizing Committee/Comité d'organisation

Members/Membres

Dr. K.W. Jensen  
Mr. Helge Vikan  
Mr. Magnus Berg  
Dr. Dag Møller (Chairman of the Symposium/Président du Symposium)

Translator/Traducteur

K.O. Jensen

Institute of Marine Research, Directorate of Fisheries

Secretary/Secrétaire

A. Mjeldheim

Staff recruited from Reiselivslaget for Stavanger/

Personnel recruté auprès du Bureau de Tourisme de Stavanger

B. Andersen  
Aud W. Fett  
S. Paulsen  
J.E. Rossavik  
I. Sande  
H. Sandøy

FAO

EIFAC Secretary/Secrétaire de la CECOPI

J.L. Gaudet

Technical Secretary/Secrétaire technique

Dr. A. Coche  
R. Eric

Secretaries/Secrétaires

J. Moosmann  
G. Séfiha

Interpreters/Interprètes

E. Bros-Brann  
P. Tyson-Cain  
C. Alder-Goldblat  
B. Sauzay  
R.M. Borlat  
J. Bogianckino-Matthias  
R. de Waha  
M.L. von Seemann



FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION  
OF THE UNITED NATIONS

ORGANISATION DES NATIONS UNIES POUR  
L'ALIMENTATION ET L'AGRICULTURE

ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS  
PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION

EIFAC/80/Symp.:Inf.2  
Avril 1980

COMMISSION EUROPEENNE CONSULTATIVE POUR LES PECHES DANS LES EAUX INTERIEURES

Onzième session

Stavanger, Norvège, 28 mai-3 juin 1980

F

SYMPOSIUM SUR LES RECENTS DEVELOPPEMENTS DE L'UTILISATION DES EAUX  
RECHAUFFEES ET DES EAUX RECYCLEES EN AQUACULTURE INTENSIVE

RESUMES D'EXPOSES DE SYNTHESSES ET DE COMPTES RENDUS D'EXPERIENCES

W/11048



TABLE DES MATIERES

	<u>Page</u>
GROUPE DE TRAVAIL 1 - La qualité de l'eau pour les élevages	1-8
GROUPE DE TRAVAIL 2 - Equipements et installations du point de vue de l'ingénierie et de la technologie	11-17
GROUPE DE TRAVAIL 3 - Aspects biologiques des élevages	21-45
GROUPE DE TRAVAIL 4 - Gestion et rentabilité des eaux recyclées Gestion et rentabilité des systèmes totalement ouverts et de ceux pour la production de poissons juvéniles	49-63
GROUPE DE TRAVAIL 5 - Aspects socio-économiques	67-68

TABLE DES MATIERES

GROUPE DE TRAVAIL 1

<u>No.</u>	<u>Auteur(s)</u>	<u>Titre</u>	<u>Page</u>
EIFAC/80/Symp.: R/1	Colin E. Nash	Les modifications de la qualité de l'eau intéressant les effluents réchauffés et l'aquaculture intensive	1
R/3	R.J. Aston	L'eau de refroidissement des centrales électriques pour l'aquaculture: disponibilités et qualité	1
R/4	L.B. Goss	L'approvisionnement en eau rechauffée et les critères relatifs au choix des sites pour les centrales électriques et pour d'autres industries	
EIFAC/80/Symp.: E/7	B. Kujal	Traitement préalable de l'eau pour l'aquaculture intensive au moyen de filtres à passage d'eau inverse	2
E/15	T.B. Lawson F.W. Wheaton	L'épuration des eaux usées dans les systèmes clos d'aquaculture grâce au fractionnement par moussage	3
E/17	G.R. Smart	La toxicité de l'ammoniac pour les poissons dans les systèmes d'élevage intensif	4
E/23	M.G. Saroglia G. Scarano	Les critères de qualité de l'eau pour l'aquaculture dans les effluents thermiques: Le seuil de risque pour les produits anti-salissures résiduelles	4
E/34	A.M. Sutterlin	Les méthodes de dérivation et les problèmes de qualité de l'eau associés à l'utilisation de la chaleur résiduelle des usines hydro-électriques dans l'élevage des salmonidés	5
E/41	K.I. Dahl-Madsen	Le potentiel d'utilisation des effluents réchauffés pour la mariculture intensive au Danemark	5
E/44	R.E. Flatow	Purification de l'eau par les ultra-violetts en haute dose: Un outil indispensable pour les systèmes de recyclage, les écloseries de poissons et l'aquaculture utilisant les effluents réchauffés	6
E/57	William M. Lewis John Yopp Alan Brandenburg David Schnoor	Le maintien de la qualité de l'eau pour les systèmes clos de production de poissons par la culture hydroponique de végétaux	7
E/61	Anna Korycka Boguslaw Zianowski	Quelques aspects de l'influence de l'élevage des poissons en cage sur les lacs, notamment sur ceux dont les eaux sont réchauffées	7
E/62	Arne Kittelson Trygve Gjedrem	L'utilisation de l'eau de refroidissement des usines hydro-électriques pour la production de tacons	8

GROUPE DE TRAVAIL 2

<u>No.</u>	<u>Auteur(s)</u>	<u>Titre</u>	<u>Page</u>
EIFAC/80/Symp.: R/5	N.M. Kerr	Conception de l'équipement et choix des matériaux <sup>1/</sup>	
R/6	Paul B. Liao	Les unités de traitement utilisées dans les systèmes de recyclage servant à l'aquaculture intensive	11
R/7	B.J. Sowerbutts J.R.M. Förster	Les échanges gazeux et la réoxygénation	11
R/8	H. Rosenthal	L'ozonisation et la stérilisation	12
EIFAC/80/Symp.: E/2	H. Kuhlmann H. Koops	Une nouvelle technologie pour l'élevage des civelles dans les eaux chaudes	12
E/9	D. Reid	Développement des systèmes canadiens d'effluent thermal d'aquaculture	13
E/10	M.G. Poxton K.R. Murray B.T. Linfoot A.B.W. Pooley	La conception et le fonctionnement des filtres biologiques dans une installation expérimentale de mariculture	13
E/18	J. Petit	Possibilités offertes par la décantation lamellaire suivi d'une filtration sur biolite et composés similaires <sup>1/</sup>	
E/24	K.R. Murray M.G. Poxton B.T. Linfoot D.W. Watret	La conception et la performance des pompes à émulsion à basse pression dans un système clos de recyclage d'eau de mer	14
E/25	A. Wandsvik J. Wallace	Une tentative d'utilisation de la mer comme source de chaleur pour la production de tacons en Norvège septentrionale	14
E/29	P. Koske U. Witt D. Ölrogge J. Lenz	L'utilisation des eaux usées comme source thermique pour les bassins d'aquaculture, aspects technologiques et premiers résultats biologiques	15
E/32	G. Burton Ayles J. Barica J.G.I. Lark K.R. Scott	L'association d'un collecteur solaire et d'unités de recyclage de l'eau en usage dans une installation de pisciculture	15
E/40	P. Bronzi P. Ghittino	Cages flottantes ou bassins allongés: Deux systèmes différents d'utilisation en pisciculture continentale des eaux chaudes déversées par les centrales électriques	16
E/50	C. Meske U.V. Rakelmann	L'emploi des circuits d'eau chaude en aquaculture avec utilisation des boues activées	17
E/53	J. Petit	Amélioration des performances des tubes en U <sup>1/</sup>	

---

<sup>1/</sup> Résumé non reçu au moment de l'impression du présent document

<u>No.</u>	<u>Auteur(s)</u>	<u>Titre</u>	<u>Page</u>
EIFAC/80/Symp.: E/54	J. Petit	Utilisation de l'oxygène pur en pisciculture <sup>1/</sup>	
E/55	J. Petit	Efficacité des UV sur les germes pathogènes des salmonidés <sup>1/</sup>	
E/73	François Rajts	Une nouvelle méthode de recirculation alternative de l'eau dans une écloserie de poissons	17
<u>GROUPE DE TRAVAIL 3</u>			
EIFAC/80/Symp.: R/9	Gary A. Wedemeyer	La réaction physiologique des poissons au stress de l'aquaculture intensive dans les systèmes de recyclage	21
R/10	A.L.S. Munro N. Fijan	La santé des animaux aquatiques dans les effluents réchauffés et dans les systèmes de recyclage en Europe	21
R/11	S. Egusa	Les maladies des poissons et la lutte contre ces affections dans les élevages intensifs utilisant les effluents réchauffés ou les systèmes de recyclage au Japon	22
R/12.1	K. Chiba	Considérations biotechniques sur l'élevage des animaux aquatiques par l'utilisation des effluents chauds et des systèmes de recyclage - notamment en ce qui concerne le taux d'empeisonnement	23
R/12.2	J. Petit	<i>la demande</i> Considérations biotechniques régissant la culture en étang, en cages ou en bassins des principaux organismes aquatiques (Europe)	24
R/16	K. Chiba	La situation actuelle des systèmes totalement ouverts et des systèmes de recyclage et les problèmes qu'ils posent au Japon	25
EIFAC/80/Symp.: E/1	H.-H. Reichenbach-Klinke	L'influence de la température et de ses fluctuations sur l'éclosion et l'intensité des maladies des poissons	26
E/3	H. Koops H. Kuhlmann	Les variations annuelles de l'alimentation et du taux de croissance d'anguilles élevées dans les effluents thermiques d'une centrale électrique de type classique	26
E/5	V. Hilge	L'élevage de l'ictalure tacheté ( <u>Ictalurus punctatus Raf.</u> ) dans un système d'eau chaude en circuit fermé	27
E/6	S. Kaushik	L'influence d'une hausse de la température sur l'excrétion d'azote de la truite arc-en-ciel ( <u>Salmo gairdneri R.</u> )	28
E/8	L. Sasso G. Velázquez	Résultats préliminaires sur la croissance de la truite <u>Arco iris</u> en canaux à courant rapide alimentés par une source d'eau tempérée	29

<sup>1/</sup> Voir p. iii

<u>No.</u>	<u>Auteur(s)</u>	<u>Titre</u>	<u>Page</u>
EIFAC/80/Symp.: E/19	K. Rasmussen	L'élevage des corégones ( <u>Coregonus</u> sp.) dans une eau recyclée avec réutilisation des nutriments	29
E/20	T. Jespersen J. Hodal	La production d'estivaux dans un système de recyclage	30
E/21	B. Descamps B. Grognet L. Foulquier	Etude expérimentale du grossissement des anguilles par l'utilisation des eaux réchauffées	30
E/26	G.R. Bouck	La sursaturation d'air: Ses causes et ses effets et la prévention de l'embolie gazeuse dans les systèmes d'aquaculture	31
E/27	G.R. Bouck S.D. Smith I. Burger D. Adams	Intolérance à l'eau de mer après traitement chez la truite arc-en-ciel et le saumon argenté	32
E/35	C. Claus L. van Holderbeke H. Maeckelberghe A. van de Velde G. Persoone	L'élevage en nursery du naissain de bivalves dans l'eau de mer réchauffée	32
E/36	U. Saint-Paul U. Werder	Le potentiel de certains poissons amazoniens pour l'aquaculture en eau chaude	33
E/37	H. Delventhal H. Klinger G. Peters	Le diagnostic du stress chez le poisson dans les systèmes d'élevage intensif	34
E/39	G. Palmegiano M.G. Saroglia	L'élevage hivernal des crevettes dans les effluents thermiques: Aspects physiologiques	35
E/42	G. Giorgetti G. Ceschia G. Bovo	L'utilisation de l'eau douce artésienne chaude pour l'élevage des anguilles: Comparaison entre deux groupes d'anguilles d'origines différentes	35
E/45	M. Ledle H. Casey A.F.H. Marker J.S. Welton	L'utilisation de grands canaux expérimentaux pour la recherche écologique	36
E/46	P. Tuunainen K. Westman E. Virtanen O. Sumari	Les expériences comparatives d'élevage d'estivaux de saumon de la Baltique ( <u>Salmo salar</u> ) dans les eaux saumâtres résiduelles réchauffées et dans l'eau douce	37
E/47	K. Westman E. Virtanen P. Tuunainen A. Soivio	Les conditions physiologiques de la "smoltisation" des saumons d'un an de la Baltique ( <u>Salmo salar</u> ) élevés dans les eaux saumâtres résiduelles réchauffées et dans l'eau douce	38
E/52	D. Møller Ø. Bjerk	La production de tacons dans un système de recyclage en Norvège septentrionale	39
E/63	K. Dabrowski H. Kozłowska	La farine de colza dans le régime de la carpe élevée dans l'eau chauffée: Croissance de poissons et utilisation de nourriture	39

<u>No.</u>	<u>Auteur(s)</u>	<u>Titre</u>	<u>Page</u>
EIFAC/80/Symp.: E/64	G. Boeuf J.-L. Gaignon Y. Harache P. Prouzet	Effets des températures d'élevage sur la croissance et la smoltification du saumon coho d'âge 0 ( <u>Oncorhynchus kisutch</u> )	40
E/65	Gérard Cuzon	Point sur l'élevage de la crevette pénaéide ( <u>P. japonicus</u> ) en Méditerranée	41
E/66	J. Person-Le Ruyet J.-C. Alexandre A. Le Roux	Méthode de production de juvéniles de sole ( <u>Solea solea</u> ) sur un aliment composé sec en eau de mer chauffée et recyclée	41
E/68	K. Jauncey	Les effets de la composition de divers régimes alimentaires sur la carpe ( <u>Cyprinus carpio</u> ) vivant dans les effluents thermiques et dans les systèmes de recyclage en laboratoire	42
E/69	R.V. Kilambi	L'élevage en cage de l'ictalure tâcheté et de la truite arc-en-ciel et les effets de l'élevage intensif des poissons sur le black bass à grande bouche local	42
E/70	H. Wienbeck	Le bilan de l'oxygène dans une exploitation expérimentale d'élevage de l'anguille utilisant les effluents thermiques d'une centrale électrique de type classique	43
E/71	H. Kossmann	Une installation de recyclage d'eau chaude pour la production des carpes de roseau ( <u>Ctenopharyngodon idella</u> ) en Suède	43
E/72	G. Kjølseth A.B. Berdal	L'échange thermique à partir d'eau de mer et son utilisation dans une installation de production de tacons de la zone polaire norvégienne	44
E/75	H.-J. Schlotfeldt	Quelques conclusions pratiques résultant d'une enquête consacrée pendant plusieurs années aux systèmes d'aquaculture intensive en Allemagne septentrionale, notamment en ce qui concerne la pathologie des ouïes et la néphrocalcinose	45
E/76	R. McCauley	Les préférences des poissons en matière de température, indices de la gamme des températures optimales pour la croissance	45

GROUPE DE TRAVAIL 4

EIFAC/80/Symp.: R/13	H. Rosenthal	Les systèmes de recyclage en Europe occidentale	49
R/14.1	A.L. Fridman	Les systèmes de recyclage en Europe orientale	49
R/14.2	R. Berka K. Lavicky B. Kujal	Les systèmes de pisciculture par recyclage de l'eau	50
R/19	I. Tólg L. Horváth	Les systèmes de production de juvéniles (les poissons d'eau chaude)	50

<u>No.</u>	<u>Auteur(s)</u>	<u>Titre</u>	<u>Page</u>
EIFAC/80/Symp.: R/20.1	A. Stellan Karlsson	La production d'invertébrés juvéniles (Europe)	51
EIFAC/80/Symp.: E/4	H. Koops H. Kuhlmann	L'élevage de l'anguille dans les effluents thermiques d'une centrale électrique de type classique du port d'Enden	52
E/11	C. Melard J.C. Philippart	Pisciculture intensive de <u>Sarotherodon niloticus</u> dans les effluents thermiques d'une centrale nucléaire en Belgique	52
E/12	O. Ingebrigsten	L'utilisation des eaux réchauffées provenant de la centrale électrique de Matre (Norvège) pour l'élevage des estivaux de salmonidés à la station d'aquaculture de Matre	53
E/13	A. Jones J.A.G. Brown	Les progrès de la mise au point des méthodes d'élevage intensif du turbot ( <u>Scophthalmus maximus</u> L.) dans l'eau de refroidissement d'une centrale nucléaire	54
E/14	R. Trzebiatowski	L'élevage de poissons dans les eaux de refroidissement de la centrale électrique de "Dolna Odra"	54
E/16	I. Csávas L. Váradi	La conception et le fonctionnement d'un système de recyclage expérimental de grande échelle chauffé par l'énergie géothermique à l'Institut de recherche sur la pisciculture de Szarvas (Hongrie)	55
E/22	P. Balligand J. Tranel-Peyroz B. Descamps A. Grzuby L. Foulquier M. Dumas	Réalisation d'un pilote industriel utilisant des eaux de réfrigération d'une usine pour le grossissement des anguilles	56
E/28	A. Rogers A. Cane	Le fonctionnement d'un élevage de truites arc-en-ciel d'une capacité de 15 tonnes dans l'eau de refroidissement d'une centrale électrique	57
E/30	E. Bossuyt P. Sergelocs J. Verreth	L'utilisation des effluents thermiques et des déchets de l'agriculture pour la production en lots et en continu d'une biomasse d'artémias	57
E/31	MM.P. Lemercier P. Serene	Elevage d'anguilles au moyen d'effluents réchauffés en France <sup>1/</sup>	
E/33	O. Somari K. Westman	Les aspects biologiques et économiques de l'utilisation des eaux réchauffées pour la production de taccos de saumon par comparaison avec l'élevage traditionnel	58
E/43	A. Ahcniemi E.A. Lind	De l'oeuf au taccos de saumon et de truite de rivière en dix mois	58

1/ Voir p. iii

<u>No.</u>	<u>Auteur(s)</u>	<u>Titre</u>	<u>Page</u>
EIFAC/80/Symp.: E/48	J. Seltz	Utilisation des eaux réchauffées en aquaculture intensive: Le point de l'expérience française <sup>1/</sup>	
E/49	K. Nemoto	Elevage de l'anguille dans un système de filtration et de recyclage utilisant les effluents d'eaux douces réchauffées	59
E/51	L.E. Keup	L'aquaculture dans les eaux résiduaires aux Etats-Unis: Potentiel et servitudes	60
E/58	W. Van Toever K.T. MacKay	Une écloserie et un système modulaire à recyclage s'inspirant de conceptions écologiques pour l'élevage de salmonidés	61
E/59	H. Rosenthal R. Andjus G. Krüner	Les variations journalières des paramètres de la qualité de l'eau durant l'élevage intensif pratiqué dans un système de recyclage	62
E/60	M. Leopold M. Bnifiska	Quelques problèmes économiques posés par l'élevage des poissons en cage dans les eaux réchauffées	62
E/74	J. Hambrey	L'importance de l'alimentation, de la croissance et du métabolisme dans une étude économique de la pisciculture en eau chaude reposant sur l'utilisation de la chaleur résiduelle	63


GROUPE DE TRAVAIL 5

EIFAC/80/Symp.: E/38	D. Borgese E. Smedile	L'expérience acquise en Italie par l'Office de l'énergie électrique en matière d'utilisation de la chaleur résiduelle provenant des centrales électriques dans l'aquaculture	67
E/56	W.E. Johnston L.W. Botsford	L'analyse des systèmes utilisés pour l'élevage des homards	67
E/67	J.R. Mitchell	Les contraintes de la recherche à l'échelle pilote sur l'aquaculture	68

---

<sup>1/</sup> Voir p. iii.



	FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS	EIFAC/80/9 June 1980
	ORGANISATION DES NATIONS UNIES POUR L'ALIMENTATION ET L'AGRICULTURE	
	ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION	

EUROPEAN INLAND FISHERIES ADVISORY COMMISSION

Eleventh Session

Stavanger, Norway, 28 - 30 May 1980

R776 T

REPORT OF THE SYMPOSIUM ON NEW DEVELOPMENT IN THE UTILIZATION OF HEATED  
 AND OF RECIRCULATION SYSTEMS FOR INTENSIVE AQUACULTURE

I. ORIGIN, OBJECTIVES AND ORGANIZATION

I.I. Origin of the Symposium

Recognizing the need for further international collaboration in the efficient use of heat and water for intensive aquaculture to achieve direct pooling of knowledge and exchange of views among workers interested in the latest developments in these areas, the European Inland Fisheries Advisory Commission (EIFAC) recommended at its Tenth Session (Hamburg, June 1978) that a Symposium be organized on these subjects in conjunction with the Eleventh EIFAC Session (Recommendation 78/10).

Because of its direct involvement in such aquaculture activities, the International Council for the Exploration of the Sea (ICES) expressed the wish to support such Symposium.

Preparations for the Symposium were organized by FAO/EIFAC. The Steering Committee met in Hamburg, (Germany, F.R.) in March 1979, with the following participation: Prof.Dr. K. Tiews (Germany, F.R., Chairman), Dr. A.G. Coche (FAO/EIFAC, Technical Secretary), Prof.Dr. S. Egusa (Japan), Prof.Dr. N. Fijan (Yugoslavia/EIFAC), Dr. J. Forster (U.K.), Dr. L.B. Goss (U.S.A.), Mr. O. Ingebrigtsen (Norway/ICES), Dr. K.W. Jensen (Norway/EIFAC), Mr. R. Mayo (U.S.A.), Dr. A.L.S. Munro (U.K./ICES), Dr. H. Rosenthal (Germany, F.R.) and Mr. J.M. Wickins (U.K.).

The final version of the prospectus was agreed upon and the organization of the Symposium into technical panels was finalized.

The Prospectus for the Symposium, both in English and in French, was issued in May 1979. It was widely distributed, with invitations to scientists and engineers from EIFAC Member Nations and other European, American and Asian countries to prepare Experience Papers. The active participation of selected experts was enrolled for the preparation of Review Papers, on specific topics.

## I.2. Objectives of the Symposium

The objectives of the Symposium, dealing with the intensive aquaculture of freshwater and marine organisms, were to:

- a) review the present state of knowledge on the utilization of heat from both natural and industrial sources;
- b) review the present state of knowledge of methods of efficient water use, including recirculation systems;
- c) link together the significant facts, identify the areas requiring further research, to consider the development of a format for presenting results of experience, and to recommend actions to be taken.

## I.3. Organization of the Symposium

The EIFAC/FAO Symposium on New Developments in the Utilization of Heated Effluents and of Recirculation Systems for Intensive Aquaculture was organized with the support of ICES. It was held on 29-30 May 1980 in Stavanger, at the Atlantic Hall of the SAS Royal Atlantic Hotel, at the invitation of the Government of Norway. It immediately preceded the Eleventh Session of EIFAC (31 May - 3 June 1980).

The Symposium was attended by 240 participants from 28 countries (see Annex I). Simultaneous interpretation was provided in English and French by courtesy of the host Government, and in German by courtesy of the Government of the Federal Republic of Germany.

The main documentation (see Annex 2) consisted of 20 Review Papers and 75 Experience Papers, which formed the basis for the Symposium discussions and conclusions.

At the opening meeting on 29 May 1980, Prof. Dr. K. Tiews, of the Federal Republic of Germany, Chairman of EIFAC, welcomed the participants. He reviewed the events which led to the convening of the Symposium and outlined its general objectives. The Symposium Chairman, Dr. D. Møller (Norway) then introduced the topic of the Symposium.

The Symposium was organized into six consecutive sessions (see Agenda - Annex 3) which were handled by panels of experts under the leadership of panel leaders (see Annex 4). These panel members introduced the more important topics for discussion, with a review of the Symposium documents relevant to the topic. Following each panel presentation, the other participants were invited to contribute information or ask questions to the panel. On the basis of the above presentations and discussions, panel members prepared a summary report, for each panel (see Section 2). In the last session, the main recommendations of the Symposium were presented, discussed, and adopted (see Section 3).

At the close of the Symposium, the Chairman thanked the participants for their contribution, and, acting for the participants, expressed gratitude to the Government and to the Secretariat for arranging the meeting.

## 2. REPORT OF THE TECHNICAL SESSIONS

### 2.1. Panel I - Water Quality Aspects

Panel Leader: M.G. Leynaud (France)  
Rapporteur: M.G. Saroglia (Italy)  
Members: C. Nash (U.S.A. - in absentia) - Water quality changes  
J.F. Wickins (U.K.) - Water quality requirements  
R.J. Aston (U.K.) - Availability and quality of power station cooling water for aquaculture

Relevant Documents: EIFAC/80/Symp. RI, R2, R3, E7, EI3, EI5, E23, E34, E4I, E44, E57, E58, E59, E6I, E62, E70, E7I, E76, E77.

## 2.I.I Water unity requirements

I.I.I An attempt was made to summarize available knowledge on water quality requirements of cultured fish, Crustacea and Mollusca from the literature on long-term sublethal toxicity tests and from reports of levels experienced in fish farms and experimental production units. For many water quality characteristics the minimum levels acceptable in fish farms and experimental production units. For many water quality characteristics the minimum levels acceptable in fish farms were higher than those required to maintain natural populations. The effect of farm effluents in natural population should be studied. It should be emphasized that the levels presented here are "safety" levels rather than optimum levels. The following conclusions were as follows:

- (a) Dissolved oxygen: salmonids and warmwater Crustacea should not be exposed to levels below 5/mg/l for more than a few hours if good growth rates are to be achieved. Equivalent levels for eel, carp and tilapia may range from 4 to 3 mg/l. Optimum levels are still higher;
- (b) Ammonia: the maximum tolerable concentration of unionized ammonia is about 0.1 mg NH<sub>3</sub>-N/l although levels below this should be preferred;
- (c) Nitrites: based on limited available data, it was suggested that prolonged exposure in hard, fresh water should not exceed 0.1 mg NO<sub>2</sub>-N/l;
- (d) Nitrates; levels below 100 mg NO<sub>3</sub>-N/l are satisfactory;
- (e) pH, Carbon dioxide, alkalinity and hardness: at pH levels below pH 6.0-6.5 in freshwater, problems arise related to elevated carbon dioxide levels. In sea water, other problems can occur below pH 7.7 due to changes in carbonate alkalinity. Levels below 6 mg CO<sub>2</sub>-C/l are tolerable in well aerated water but reduced growth was reported in turbot at 1.3 - 4.0 mg CO<sub>2</sub>-C/l. Crustaceans and molluscs require calcium levels of 50-75% of the natural saturation values. Hardness equivalent to 25 mg/l as CaCO<sub>3</sub> provides some protection to salmonids against nitrite poisoning;
- (f) Suspended solids: preliminary trials suggest that levels should not exceed 15 mg/l dry weight;
- (g) Dissolved organic compounds: some are readily oxidized, others require chemical treatment but may produce toxic elements upon destruction.

I.I.2 The important gaps in knowledge are as follows:

- (a) Dissolved oxygen: growth limiting levels for marine fish (eels and salmonids in sea water) and Crustacea. Effects of high dissolved oxygen levels;
- (b) Ammonia: effect on molluscan spat; sublethal joint toxicities of ammonia (i) with nitrites and (ii) with dissolved and suspended organic matter;

- (c) Nitrates: chronic sublethal effects in fresh, brackish and sea water;
- (d) pH, Carbon dioxide, alkalinity and hardness: the changes in the amounts of inorganic anions and cations which occur when water is recycled;
- (e) Suspended solids and dissolved organic matter: characterisation of these substances which may include microorganisms; their effects on fish and shellfish growth and on flesh quality;
- (f) Chlorine, ozone and total gas supersaturation: effects on growth of fish and shellfish after either long exposure to low levels or brief exposure to high sublethal levels;

I.I.3 Future lines of development should be as follows:

- (a) Awareness of diurnal fluctuations in water chemistry related to feeding and treatment plant performance as well as their relevance to water quality monitoring procedures;
- (b) Development of simple methods for measuring key water quality parameters such as ammonia and gas supersaturation;
- (c) Study of factors which influence growth under farm conditions such as joint sublethal toxicities;
- (d) Study of the amelioration of potentially harmful events by for example pH adjustment, chelating agents and correction of gas supersaturation. Short term treatments such as ozonation;
- (e) Exploration of the possibilities for the construction of pilot farms where international cooperative studies could be made;

#### 2.I.2 Power station sites selection and water quality

In the United Kingdom, only about 10 per cent of the existing power stations can be considered as suitable for fish farming, providing a regular and consistent supply of water. They are relatively new coal-fired stations with a life expectancy of about 40 years and nuclear power stations with a life span of about 30 years. They have three or more generators which decreases the chances of all machines being off load simultaneously.

Quantities of water available from a modern power plant using direct cooling are in the region of 40-100 m<sup>3</sup>/sec according to plant design. The amount of water available from a similar plant using a total closed circuit cooling system would be only about 0.5 - 2 m<sup>3</sup>/sec. The temperatures of both marine and inland power stations frequently exceeds the optimum temperature for aquaculture and additional cold water is therefore required.

Chemicals added to cooling water are of two basic types: various discarded residues and wastes from the power plant and chemicals used to prevent fouling in the cooling system. Chlorine is the most common antifouling aid. The tolerance of fish to chlorine varies according to

species, stage of development, water pH and temperature. The use of mechanical cleaning methods to replace chlorine is increasing and this could favour the future development of aquaculture activities.

Further research is also needed on the feasibility of returning the effluent of fish farms to the closed circuit loop of power stations using cooling towers.

## 2.2 Panel 2 - Engineering and technological aspects of equipment facilities

Panel leader - D. Mayo (U.S.A)

Rapporteur - H. Koops (F.R. Germany)

Panel members:

N.M. Kerr (U.K.) - Design of Equipment and Selection of materials.

B. Liaò (U.S.A.) - Treatment units used in recirculation systems for Intensive Aquaculture.

J.R.M. Forster (U.K.) - Gases Exchange and Re-oxygenation

H. Rosenthal (F.R. Germany) - Ozonation and Sterilization

Relevant Documents:

EIFAC/80/SYMP. RII, RI3, RI4.2, RI5, RI6, E2, E7, E9, EI0, EI6, E24, E25, E32, E40, E44, E49, E50, E54, E55, E58.

The subject of the panel was briefly introduced noting how this panel's discussion of individual units with aquaculture systems related to the other panels' discussion of entire systems, Panel 4 in particular.

### 2.2.1 Design of Equipment and Selection of Materials - an engineer's view.

The range of rearing units was described including cages (pens and enclosures), tanks (raceways, ponds, etc.) and other holding facilities. Selection depends on species, site conditions and expected service. Specifics of pen design were provided especially relating to geometric design, mooring, protection (tyre breakwaters) and hydrographic conditions. The design of tanks was described as was the design of pumping systems. The selection of materials for fish farms was covered with special emphasis on overcoming the effects of corrosion and fouling. Several new materials with special promise were discussed including fiberglass reinforced concrete, copper-nickel, semi-rigid netting and plastic bolts. The need to relate the design (configuration, materials, placement, toxicity avoidance) to a particular site, species and programme was re-emphasized. Comments from the floor noted a relationship between water chemistry and the selection of tank configurations.

### 2.2.2 Treatment Units Used in Recirculation Systems for Intensive Aquaculture.

Treatment units as discussed here relate primarily to the control of water quality. The physical units include chemical treatments, activated carbon, temperature modification, sedimentation, air flotation,

air stipping, aeration and ion exchange. Biological units include activated sludge, the various biological filters and water plants. Disinfection units include ozonation, ultraviolet radiation and chlorination/dechlorination. These units may be used as part of the total reconditioning systems to remove the accumulated metabolites and food particles; as pre-treatment to condition the water supply for use; or as post-treatment to reduce polluttional effects. Comments from the floor related to problems with ion exchange and the relationship between organic waste reduction and detention time.

### 2.2.3 Gases Exchange and Reoxygenation.

After a brief review of the functions of water (provide oxygen and remove waste products) in fish culture, oxygen requirements were discussed along with the definition of "aeration" and "oxygenation". The nature of supersaturation (oxygen, nitrogen, carbon dioxide) and its effects was described as was the basics of the transfer of gases into and out of water. A wide range of surface aeration devices and their energy cost was described with special emphasis on the fact that the efficiency of most units is tested under "Standard Conditions" which are in fact applicable to waste water treatment rather than fish farm conditions. Typically the efficiency of aerators under fish farm conditions is only 20 - 30 per cent that of standard conditions. Various devices to impart oxygen to water are described with their design considerations. The applications of oxygen units to fish farming are discussed as is a rationale for making a selection between the various alternatives possible in aeration and oxygenation systems. Comments from the audience asked if the panelist could describe special problems due to oxygen supersaturation. The answer was no, though the role of nitrogen supersaturation in gas bubble disease was noted.

#### 2.2.4 Ozonation and Sterilization

Ozone has been found useful in a number of application to human activities though findings of ozone toxicity tended to discourage aquaculturists from its use. However, in the last two decades, ozonation has become a standard treatment procedure in home and public aquaria. It has also been employed successfully in quarantine stations and oyster purification plants. Recent investigations have described beneficial effects of ozone in water treatment in intensive culture systems. When applying it in a bypass in a combination with counter-current foam stripping, it effectively oxidizes nitrites to nitrates. It also reduces organic substances in solution which are not easily degraded in biofilters and removes inorganic salts. Ozonation can support stability in water quality, especially in recycling systems with their diurnal variation in waste load. It has been shown to be a useful standby safety device to be applied on demand. Chlorinations used in sterilization and fouling control was described as less efficient than ozone, leaving (also) long-lasting toxic chloramine residuals in waters with an appreciable organic load. UV-light has also been applied successfully in water sterilization especially in public aquarium, quarantine stations, and shellfish purification units. The effectiveness of UV-disinfection depends on contact time, thickness of water film, amount of suspended solids and size of the organisms to be killed. Since UV-rays cannot penetrate water to a depth of more than a few centimetres, its effective application on a large scale may be difficult.

#### 2.2.5 Conclusions

The panel leader noted that the aquaculturist has a large number of units which have been proven as building block in fish cultural systems and that the right selection could be made once the designer was given appropriate information on the animals and the effect of various aquatic environments on them.

The following conclusions were reached:

- (i) The technology is well ahead of its effective application.
- (ii) No conclusion as to economic viability can be reached without it being site specific, species specific, and product-use specific.

However, there are now examples of recirculation systems, and waste heat application that meet the owner's test of economic viability.

(iii) Actual barriers to effective application of the technology are:

- a) The lack of a consistent terminology in reporting research or operations data.
- b) The lack of comprehensive evaluations of operating systems (optional and economic).
- c) The lack of quantified research (in an appropriate format) on the tolerance of fish to various environments, i.e. water quality, containments, etc. To be most useful, research should relate specifically to aquacultural applications.
- d) The lack of the broad availability of criteria for the design, construction and operation of recirculation systems.

(iv) The continued study of non-conventional systems should be encouraged as should be the expanded study of systems for warm water species.

(v) System optimization economically and operationally will be required for each combination of physical units and animals but system performance can be predictable, within acceptable ranges, once the barriers previously defined are overcome.

### 2.3. Panel 3 - Biological aspects

Panel Leader: E.A. Huisman (Netherlands)

Rapporteurs: A.L.S. Munro (U.K.)  
H. Hogendoorn (Netherlands)

#### Members:

K. Chiba (Japan) - Biotechnical considerations  
H. Hogendoorn (Netherlands) - Biotechnical considerations  
(replacing J. Petit)  
V. Hilge (F.R. of Germany) - Physiology of stress  
(replacing G.A. Wedemeyer)  
S. Egusa (Japan) - Control of diseases in Japan  
A.L.S. Munro (U.K.) and N. Fijan (Yugoslavia) - Control  
of diseases in Europe

Relevant Documents: EIFAC/80/Symp. R9, R10, R11, R12.1, R12.2, E1, E3, E5, E6, E8, E19, E20, E21, E26, E27, E35, E36, E37, E39, E42, E45, E46, E47, E52, E63, E65, E66, E68, E69, E79, E71, E72, E75, E76, E77, E78

#### 2.3.1 Biotechnical considerations with reference to Japanese fish culture

In Japanese fish culture, rearing densities vary with the type of fish husbandry systems. In general, fish densities increase with the water exchange rate because of its relation with the oxygen consumption and of the production of  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NH}_4\text{-N}$  and  $\text{PO}_4\text{-P}$ . In most recirculation systems  $\text{NH}_4\text{-N}$  is converted into  $\text{NO}_3\text{-N}$ .

The problems encountered, relevant to fish density, are of a biotic nature (competition, aggressive behaviour, etc.) or of an abiotic nature (water quality criteria).

Recently intensive eel culture has been successfully started in green houses, using simple water treatment devices.

#### 2.3.2 Biotechnical considerations with reference to European fish culture

Intensive fish culture entails new production parameters to become more important, such as stocking density, feeding techniques and manipulation. Fish density can be expressed as weight per water volume or per unit of water flow. Differences in the fish density result in differences of the production characteristics via physiological or ethological changes.

Expressions for the optimum stocking densities of fish species under certain conditions are based on the dissolved oxygen required by and available to these fish.

The feeding techniques used must be adjusted to the particular feeding behaviour of both the cultivated fish species and the phase of its life cycle. Factors to be studied comprise the stimuli that initiate feeding behaviour and the distribution of the feed in accordance with their behaviour with respect to territory, competition, intake rhythms, etc.

Manipulation is usually confined to grading or harvesting and can be minimized by development of technical means as the application of self-grading systems, fish pumps and others.

#### 2.3.3 Physiology of stress

Physiological stress, due largely to environmental and social factors, is an inevitable aspect of intensive aquaculture, particularly in recirculation systems using heated water for accelerated growth rate. Some physiological mechanisms of stress indicators were outlined and methods were presented for stress quantification which could be used to monitor effects on fish health and fish quality during the cultivation process. But it was emphasized that such results would not elucidate the cause of stress



With anadromous fish, the stress response to temperature and the complex water chemistry of recirculating systems can include inhibition of the parr-smolt transformation, impaired migratory behaviour and reduced early marine survival.

Recommendations were presented concerning the environmental conditions and hatchery practices required to reduce environmental stress, and to increase the efficiency of artificial propagation in recirculating systems. These guidelines coincide with carrying capacity calculations based on oxygen requirements and oxygen availability. But the definition of precise values, particularly in water chemistry, are not yet possible.

#### 2.3.4 Control of diseases in Japan and Europe

The principal findings and conclusions of both review papers were similar in many respects. The prevalence of infectious diseases in commercial flow-through systems using heated water was not significantly greater than in similar systems using ambient waters although the nature of the pathogen species could be different. But gas supersaturation was recognized as a more common problem in heated waters. Control methods were rather similar as was the degree of control achieved.

It was found that systems using recirculation had intermittent histories of serious infectious diseases and it was concluded that such systems are of significant risk. The major reasons for this are likely to be density-dependent factors, such as large numbers of pathogens per unit of water volume, increased contact times between host and pathogens and many susceptible hosts per unit of water volume. In these systems, treatments were not always effective. Where culture systems had not been designed to accommodate eradication procedures such attempts were often unsuccessful.

In Japan the most serious diseases were edwardsiellosis (bacterial) and pleistophorosis (microsporidian) for eels reared in recirculating systems, and vibriosis (bacterial) and glugeasis (microsporidian) for ayu, Tilapia suffered mostly from Aeromonas and Streptococci infectious as well as adwardsiellosis and pleistophorosis.

In Europe, the list of diseases included rainbow trout, Atlantic and Coho salmon, eel, sole, turbot and carp. The paper concerning the European situation outlined a rationale for disease prevention and control in recirculation systems, but it also emphasized that more experience was still required.

#### 2.3.5 Synopsis of experience papers and discussion

The review of the experience papers and the consecutive discussion revealed that the heating of the water was of major importance. It allows for the cultivation of exotic species out from their home range e.g. Tilapia, Grass carp, Arapaima, Clarias) and for enhancing the growth rate of indigenous species.

It was tentatively postulated that up to the optimum temperature for growth of various species, the exponential relationship between growth and temperature was of a similar nature as the relation between metabolism and temperature.

Because of the close coincidence of preference temperature and optimum temperature for growth, it was concluded that the study of preference temperature (with temperature organs and shuttle boxes) may provide a fast and rather accurate estimate of optimum growth temperature.

In this respect it was outlined that qualitative as well as quantitative data on the bio-energetics of warmwater fish - as they already exist, for salmonid fish - are needed for rational design as well as rational use of heated water systems.

2.4. Panel 4 -- Management and Economics of Recirculation Systems, Flow-through Systems and Juvenile Production Systems

Panel Leaders: T. Kuroda (Japan)  
K. Chiba (Japan)

Rapporteur: B.B. Carroll (U.S.A.)

Members: H. Rosenthal (F.R. of Germany)  
R. Mayo (U.S.A.)  
K. Chiba (Japan)  
T. Backiel (Poland)  
B. Carroll (U.S.A.)  
L. Horvath (Hungary)

Relevant Documents: EIFAC/80/Symp. R13, R14.2, R15, R16, R17, R18, R19, R20.1; E4, E11, E12, E13, E14, E16, E22, E28, E30, E33, E43, E49, E51, E58, E59, E60, E74

2.4.1 Recirculation Systems in Western Europe

A review of the present state of the art in using recirculation systems in Europe. Lay-out and operational procedures of semi-closed and closed systems for cultivation research, for public aquaria and for aquaculture purposes were described as far as information has been made available. At present there exist a severe problem with regard to scaling-up from laboratory small-scale trials to commercially viable units.

2.4.2 Recirculation Systems in Northern America

Basic definitions for simple and complex recirculation systems were established, and then described: five simple systems using various reeration approaches, three simple systems using pure oxygen injection, and sixteen complex systems.

Many public and private hatcheries are now using simple recirculation system techniques to make better use of their water supplies. It is probable that because these techniques are simple and well understood, they will be used increasingly in new and remodeled hatcheries.

The use of complex recirculation systems has become common in the past twelve years. However these systems still have not been optimized, and much work is needed to demonstrate reliability and to reduce the capital investment.

2.4.3 Recirculation Systems in Asia

Recirculation systems were adopted mainly in eel culture. Fish stocking density must be decided against the oxidation ability of the filter beds. Eel culturist decides the amount of fish to be stocked from experience. A major problem in these systems was electric failure, since all pumps and blowers were driven by electricity.

There is a need in Japan to better utilize the filter beds. However there is a lack of basic knowledge for designing and operating a well balanced recirculation system. Also there is a need for improving and removing accumulations of NO<sub>3</sub>-N and organic substances caused by daily feeding.

2.4.4 Flow-through systems in Asia

In Japan one of the most effective uses of heated effluents is in aquatic animal culture using warm water from steam or nuclear power plants. Fish farms using heat vary in size depending upon the ability of effluent intake. Tanks are mostly constructed on land; but some organisms have been cultured on a trial basis in cages floating on the sea surface. Sea bream, yellowtail, ayu fish, prawn, sea abalone, etc. are cultured either in tanks or floating cages or both. Problems on aquatic animal culture are  
common problem is stoppage or the warm water

supply by accident or through routine inspections in steam or nuclear power plants.

#### 2.4.5 Flow-through Systems in Europe

At least 18 European countries have some experience with the utilization of heated effluents for aquaculture. Oyster and shrimp among shell fishes, eleven freshwater and at least four marine finfishes are objects for thermal aquaculture. Commercial size operations are most developed for common carp and eel. The main source of heated water is from power stations, conventional and nuclear. Several other industrial sources of waste warm water and geothermal water have been experimented with or have actually been used for aquaculture.

Short term and annual changes of temperature of the effluents from power stations require either adjusting fish species or some kind of temperature regulation.

Other problems encountered are water quality changes brought about by the cooling system. Also there is difficulty in locating aquaculture in the vicinity of heated effluents.

#### 2.4.6 Flow-through systems in Northern America

Various marine and freshwater organisms have been cultured in North America using heated effluents. A total of 31 waste heat aquaculture projects, 17 of which are currently under way, have been identified in the United States.

Commercial aquaculture is presently limited to oyster seed, salmon smolts, and edible-size catfish.

Integration of intensive and extensive aquaculture techniques into a waste heat utilization system appears to have potential since total system productivity and wastewater treatment are benefited. Integration of waste heat aquaculture and agriculture systems also has potential.

Coordination between power producers and aquaculturists interests is needed to develop feasible methods of utilizing waste heat.

#### 2.4.7 Juvenile Production Systems for Warmwater Fishes

Heat requirements of warmwater fish species is the highest in young age groups. Under temperate climate, therefore, it seems necessary to utilize the restricted warmwater resources for breeding these young age groups. To achieve this, up-to-date technical equipment has to be concentrated. This is in accordance with the fact that young age groups require more protection against physical, chemical, and biological factors endangering them.

Such concentration of rearing capacity is economic only in case of continuous operation during the greatest part of the year-growing season.

Heat originating from power plants can be used primarily for fingerling production. Especially the rearing of herbivorous species is economic.

#### 2.5 Panel 5 - Socio-economic aspects

Panel Leader: J.R. Mitchell (U.S.A.)

Rapporteur: V. Dethlefsen (F.R. of Germany)

Members: M.G. Leynaud (France)  
R. Mayo (U.S.A.)  
E.A. Huisman (Netherlands)  
K. Chiba (Japan)

Relevant Documents: EIFAC/80/Symp. E38, E51, E56, E67.

and some of the requirements for the establishment of pilot scale units were formulated.

Pilot scale activity is defined as a production-orientated research operation utilizing earlier theoretical and laboratory results in a facility which incorporates: (i) A production system; (ii) Separate research facilities for solving immediate problems directly related to the production system and longer term research problems concerned with improved production and lower costs; (iii) Extension services; and (iv) Education and training programmes.

Transferring laboratory scale research to pilot scale can provide a mean to test results of laboratory research, to identify and integrate the necessary economics, to identify scientific and technical gaps, and to demonstrate viable technology to transfer to users.

Some aspects which might be of importance are also the legal aspects and the code of practice for the introduction of non indigenous fresh water species. Legal and regulatory requirements differ from country to country and even within countries. It is hoped with increasing awareness of problems in these areas that an effort will be made to consolidate, coordinate and simplify regulations dealing with aquaculture. Another important social and environmental issue is the introduction of non indigenous species and a recommendation for drafting a code of practice for freshwater species has been drawn up.

### 3. RECOMMENDATIONS OF THE SYMPOSIUM

#### 3.1 Water quality aspects

3.1.1 The presentation of the concentrations of reported water chemicals should be standardized. Its easy understanding by fish farmers should be ensured. It is recommended that this task be performed for freshwater aquaculture by the EIFAC Working Party on Water Quality Criteria and for marine aquaculture by the Chemistry Group of ICES. The General Fisheries Council for the Mediterranean should also be involved.

3.1.2 The effects of aquaculture facilities effluents on natural fish populations should be studied.

3.1.3 An evaluation of the relative effects on fish growth and food conversion of the chemical and mechanical antifouling methods used in power stations should be carried out.

3.1.4 Additional information should be obtained for various cultivated organisms and in relation to water temperature, concerning their dissolved oxygen requirements, the ammonia toxicity and the effect of sites specific pollutants already present in the water before its use in the cooling circuit of the power station.

3.1.5 The water quality requirements of all life stages of species which have or may have significance for intensive aquaculture should be better defined.

3.1.6 It is recommended to EIFAC and ICES Member Countries to develop an improved collaboration between the industries discharging heated effluents, the aquaculturists and the pollution control authorities.

#### 3.2 Engineering aspects

3.2.1 An ad hoc Correspondance Group should be activated by EIFAC to propose terminology, format, and units of measurement, related to recirculation systems. A draft report should be published as soon as possible and widely circulated, inviting comments from other specialists.

3.2.2 The studies of culture systems and the dissemination of criteria using the formats and terminology developed as above. In particular, EIFAC and ICES could promote the preparation of a technical manual on bio-engineering criteria for the design of recirculation systems, by a qualified consultant.

3.2.3 Culture systems now in service should be described in detail in a language and format useful both for their management and their economic feasibility evaluation, to the biologists, the design engineers, and the economists.

### 3.3 Biological aspects

3.3.1 Noting that existing knowledge on water quality optimum and tolerance limits covers relatively a few species of fish only and that there may be a need for broadening the spectrum of species cultivated in heated effluents and recirculation systems, screening of aquatic species for resistance to accumulation of metabolites in water as well as for suitability in intensive culture should be carried out and prospective species should be further tested in intensive aquaculture systems.

3.3.2 Taking into account the benefits of a knowledge of bio-energetics of cultivated animals (cattle, poultry, salmonids) for use in the rational design of husbandry systems, studies should be encouraged in the presently very limited subject of bio-energetics of warmwater fish species, in order to enhance rational design as well as use of natural and artificial warmwater resources for intensive aquaculture.

3.3.3 Having in mind that intensive aquaculture projects (especially those using recirculation) are a risk due to fish pathogens and noting that presently available methods of avoidance and control are not always giving satisfactory results:

- a) operation of water sterilization or disinfection methods should be assessed in large recirculation systems;
- b) methods of disinfecting fish eggs from species other than salmonids and some cyprinids should be developed;
- c) research aimed at the development of further vaccines for aquaculture species be continued.

### 3.4 Socio-economical aspects

3.4.1 Taking into account the potential of heated effluents and recirculation systems for exotic aquaculture candidates, a code of practice - following the example of the existing ICES Code of Practice on the introduction of non-indigenous marine species - should be formulated by the EIFAC Working Party on the Introduction of Exotic Species. It should then be brought forth to the governments of EIFAC Member Countries.

3.4.2 Noting that there are discrepancies in performance between laboratory scale and production scale intensive aquaculture units (especially among those using recirculation), it is recommended that within the EIFAC Region greater emphasis be placed on establishing and operating large scale pilot projects (i) to define their biological (water quality/fish health) and technological suitability, (ii) to carry out economical evaluations, and (iii) to provide extension and advisory services as well as educational training.