

P. 509/2

Découvrez plus de documents  
accessibles gratuitement dans [Archimer](#)

4 OCT. 1976



Publications du  
**CENTRE NATIONAL POUR L'EXPLOITATION DES OCEANS**  
**(C N E X O)**

Série: Rapports scientifiques et techniques

N° 28 - 1976

**LA SALMONICULTURE MARINE EN NORVEGE**  
**ETAT DE DEVELOPPEMENT EN 1975**

*par*

**Yves HARACHE**



Rapp. scient. techn., C N E X O , N° 28

**C N E X O**

Rapport Scientifique et Technique n° 28

**LA SALMONICULTURE MARINE EN NORVEGE  
ETAT DE DEVELOPPEMENT EN 1975**

par

Yves HARACHE

**U R D A**  
Centre Océanologique de Bretagne  
B.P. 337 - 29273 BREST Cédex



Ce document a pour but de présenter une synthèse des renseignements recueillis au cours de quatre missions ou visites privées d'agents du CNEXO de 1972 à 1975, de ceux rapportés par le CTGREF en 1973 et de la visite organisée par le Syndicat National des Pisciculteurs Salmoniculteurs de France en 1974.

Nous tenons à remercier :

- Le Service Commercial de l'Ambassade de France à Oslo qui a organisé plusieurs de ces visites,
- Les professionnels, ingénieurs et scientifiques norvégiens pour leur accueil et leur esprit de coopération, en particulier : Dr. BRAATEN, Dr. E. EGIDIUS, MM. L. FARINDER, J. HILDINGSTAM, A. KITTELSEN, D. MØLLER, Th. MOWINKEL, T. REFSTIE, G. REPPE, O. SIVERT, T. SKRETTING et leurs collaborateurs,
- Les différentes personnes qui ont publié ou communiqué des informations sur la salmoniculture norvégienne,
- MM. J.L. GIGNON, L. LAUBIER, A. VAILLANT du Centre Océanologique de Bretagne et R. BILLARD de l'Institut National de la Recherche Agronomique pour leur coopération.

# S O M M A I R E

	Numérotation
INTRODUCTION	6
<u>CHAPITRE I - L'ENVIRONNEMENT COTIER NORVEGIEN</u>	9
1 - <u>CARACTERISTIQUES GEOGRAPHIQUES</u>	9
2 - <u>CARACTERISTIQUES HYDROLOGIQUES</u>	9
2.1 - Température	10
2.2 - Salinité	13
2.3 - PH	13
2.4 - Oxygène dissous	13
2.5 - Marnage - courants de marée	14
3 - <u>PRESENCE DE STOCKS NATURELS DE SAUMON ATLANTIQUE</u>	15
4 - <u>AVANTAGES LIES AUX TRADITIONS SOCIO-ECONOMIQUES NORVEGIENNES</u>	17
<u>CHAPITRE II - LES ESPECES ELEVEES</u>	18
1 - <u>ESPECES DONNANT LIEU A UNE PRODUCTION</u>	18
1.1 - Saumon atlantique	18
1.2 - Truite arc-en-ciel	20
2 - <u>ESPECES EXPERIMENTALES</u>	21
2.1 - Truite commune et truite de mer	21
2.2 - Saumon pink	21
2.3 - Saumon coho	22
2.4 - Hybrides	23
<u>CHAPITRE III - TECHNOLOGIE DE L'ELEVAGE EN MER</u>	25
1 - <u>ELEVAGE MARIN EN BASSIN A TERRE</u>	26
2 - <u>ELEVAGE SEMI-INTENSIF EN ENCLOS DE GRANDES DIMENSIONS</u>	26
2.1 - Enclos en filet	27
2.2 - Elevage en fjord barré	27
3 - <u>CAGES FLOTTANTES</u>	40
3.1 - Cage type HOLBERG - GRONVEDT	41
3.2 - Cage TESS	45
3.3 - Avantages et inconvénients des cages flottantes	48

	Numérotation
<u>CHAPITRE IV - ASPECTS BIOLOGIQUES ET TECHNIQUES DE LA PRODUCTION</u>	50
<u>1 - ELEVAGE EN EAU DOUCE</u>	50
1.1 - Truite arc-en-ciel	50
1.2 - Saumon atlantique	51
1.2.1 - Incubation	51
1.2.2 - Alevinage	51
1.2.3 - Grossissement	51
1.3 - Alimentation	55
1.3.1 - Nourriture	55
1.3.2 - Mode de distribution	59
<u>2 - TRANSPORT ET ADAPTATION A L'EAU DE MER</u>	61
<u>3 - NUTRITION EN EAU DE MER</u>	64
3.1 - Nourriture fraîche ou mixte	64
3.1.1 - Constituants	64
3.1.2 - Composition	73
3.2 - Aliments composés secs	76
3.2.1 - Aliment TESS	76
3.2.2 - Aliment expérimental EWOS	81
3.2.3 - Conclusion sur les aliments secs	84
3.3 - Rendements, taux de transformation alimentaire	85
3.4 - Mode et rythme de distribution	86
<u>4 - CROISSANCE</u>	88
4.1 - Truite arc-en-ciel	88
4.2 - Saumon atlantique	89
<u>5 - MORTALITE PENDANT LE CYCLE DE PRODUCTION EN MER</u>	94
<u>6 - COMPORTEMENT DU POISSON, CHARGES ET DENSITES</u>	94
6.1 - Comportement et stress divers	94
6.2 - Densité en élevage	95
<u>7 - REPRODUCTION EN CAPTIVITE</u>	95
7.1 - Ponte	98
7.2 - Stabulation des géniteurs à ASKØY	98
7.3 - Sélection génétique	101
7.3.1 - Croissance	101
7.3.2 - Age de la maturation sexuelle	102
7.3.3 - Résistance à la vibriose	103

	Numérotation
8 - <u>MANIPULATIONS - TRIS</u>	104
8.1 - Contrôle de la mortalité	104
8.2 - Tris	104
8.3 - Techniques de marquage	105
9 - <u>PROBLEMES SANITAIRES</u>	106
9.1 - Maladies bactériennes	106
9.2 - Parasites externes	108
10 - <u>PROBLEMES TECHNIQUES DIVERS LIES A L'EXPLOITATION EN MER</u>	109
10.1 - Fouling	109
10.2 - Intrusion de poissons sauvages	110
10.3 - Disparition de poissons	110
<u>CHAPITRE V - ASPECTS GENERAUX DU DEVELOPPEMENT EN NORVEGE</u>	112
1 - <u>NATURE DU DEVELOPPEMENT</u>	112
2 - <u>EVOLUTION DE LA PRODUCTION</u>	113
2.1 - Espèces	113
2.2 - Taille des exploitations	114
3 - <u>ASPECTS ECONOMIQUES</u>	116
3.1 - Deux exemples particuliers	116
3.1.1 - Une petite exploitation artisanale	116
3.1.2 - Une grosse exploitation industrielle	117
3.2 - Autres données	119
3.2.1 - Coût de l'aliment	119
3.2.2 - Frais de personnel	119
3.2.3 - Energie	119
3.2.4 - Commercialisation	119
<u>CHAPITRE VI - ETUDE DETAILLEE DE QUELQUES INSTALLATIONS D'ELEVAGE</u>	122
1 - <u>LES STATIONS DE RECHERCHE</u>	122
1.1 - Station expérimentale d'élevage de SUNNDALSÖRA	122
1.1.1 - Alimentation en eau	122
1.1.2 - Installations d'élevage	124
1.1.3 - Fonctionnement	126
1.1.4 - Recherches en cours	128
1.2 - Station d'ÅVERØY	131
1.2.1 - Installations	131
1.2.2 - Utilisation de la station	131
1.3 - Station de MATREDAL	133
1.3.1 - Installations	133
1.3.2 - Utilisation de la station	134

	Numérotation
2 - <u>INSTALLATIONS DE PRODUCTION</u>	134
2.1 - Firme A/S MOWI	134
2.1.1 - Pisciculture d'eau douce	134
2.1.2 - Stations d'élevage en mer	136
2.1.3 - Résultats et perspectives	136
2.2 - Elevage des frères GRONVEDT	137
2.2.1 - Installations	137
2.2.2 - Résultats	138
2.3 - Elevages de l'île de FRØYA	138
2.3.1 - Structures	138
2.3.2 - Fonctionnement	139
2.3.3 - Production	139
2.4 - Firme NORLAKS	140
2.4.1 - Installations	140
2.4.2 - Fonctionnement	140
2.4.3 - Production	141
2.4.4 - Aspect économique	141
CONCLUSION	142
APPENDICE	145

## I N T R O D U C T I O N

La Norvège s'étend sur une superficie de 324 000 km<sup>2</sup> entre les 58e et 71e parallèles. La longueur totale du pays est de 1 760 km. Sa largeur, très variable, atteint 430 km au Centre Sud et diminue au Nord. En un point, près de Narvik, 6 km seulement séparent la frontière suédoise du fond d'un fjord.

La Norvège est baignée par la mer au Nord, à l'Ouest et au Sud et est limitée à l'Est par la Suède sur 1 650 km, la Finlande sur 740 et l'URSS sur 180.

Ce pays montagneux, modelé par les glaciers de l'ère quaternaire, ne possède que 4 % de surfaces cultivées comparées à 5,8 % de lacs et rivières, 25,7 % de forêts et 66,2 % de terres improductives, 7,5 % de la superficie étant constituée par les îles et les îlots.

Près de 4 000 000 d'habitants (3 892 000 en 1971) sont dispersés sur ce territoire, habitant les vallées et l'étroite bande côtière, traditionnellement tournés vers la mer depuis l'épopée Viking du VIIIe au XIe siècle. La pêche représente une part importante de l'activité économique, occupant 6 % de la population active. En 1958, les apports étaient de 1 700 000 tonnes dont 19,8 % étaient destinées à l'exportation. En 1974, la pêche a produit 2 280 342 tonnes pour une valeur de 2 210 966 000 couronnes norvégiennes (près de 2 000 000 000 F)

Ce pays encore peu touché par la pollution possède les meilleures rivières à saumon atlantique d'Europe ; le cheptel sauvage y a été préservé avec soin permettant de conserver les reproducteurs en grande quantité. La Norvège ayant compris très tôt l'intérêt économique de cette richesse naturelle applique les méthodes d'élevage de smolts de repeuplement mises au point en Suède, maîtrisant ainsi la phase d'élevage en eau douce.

Les premiers essais de croissance en mer effectués à l'aide de ces smolts ont conduit rapidement à développer la production de juvéniles pour l'aquaculture.

Toutes ces conditions étaient favorables au développement de l'aquaculture et, dès 1912, on rapporte des essais d'élevage marin portant sur la truite arc-en-ciel (*Salmo gairdneri*) récemment importée, apparemment sans succès (ANON, 1971).

Après des débuts difficiles dans les années 50, dus à un manque de coordination et de connaissances, l'aquaculture des salmonidés est devenue une réalité avec l'élevage des truites d'abord, puis avec la production de saumon atlantique à partir de 1969.

Depuis 1971, le gouvernement norvégien supporte ce développement, principalement en créant un effort de recherche national, puis en établissant un début de législation sur les exploitations aquacoles en 1973.

#### Résultats actuels

Cette activité ayant débuté sans organisation, à partir d'initiatives privées, il n'existe aucune statistique précise avant l'année 1971 (Tableau 1). Les estimations montrent cependant une augmentation nette de 1962 à 1969 et depuis, après une certaine stagnation en 1970-1971, la production totale a presque doublé chaque année pour atteindre 3 400 à 3 900 tonnes en 1974 et la production de saumon a plus que triplé entre 1973 et 1974.

En 1974, 258 fermes produisant du poisson de consommation étaient enregistrées.

ANNEES	1962- 1966	1969	1970	1971	1972	1973	1974
<u>AQUACULTURE</u>							
Truite Arc-en-Ciel							
- eau douce				127	202	144	} 2 500 à 3 000
- eau de mer				340	567	1050	
Saumons				106	152	256	900*
Total Aquaculture	à 200 600	1000		573	921	1450	} 3 400 à 3 900
<u>PECHE</u>							
Saumon		1370	1170	1180	1568	1735	1539

Tableau 1 - Production de saumon et de truite d'élevage en tonnes, comparée aux apports de la pêche (BRAATEN - 1975, CTGREF - 1974, VIBERT & BILLARD - 1975, Rapports Mission CNEXO - 1972-1973).

\* Comm. pers. Mr. MOWINKEL (Août 1975)

Malgré ces résultats satisfaisants, l'aquaculture norvégienne a rencontré de sérieux problèmes en 1974, principalement dans le domaine de la commercialisation.

## CHAPITRE 1 - L'ENVIRONNEMENT COTIER NORVEGIEN

La Norvège possède des conditions remarquables pour le développement des élevages marins, généralement reconnues comme les plus favorables pour l'élevage du saumon et des autres espèces de salmonidés :

- structure géographique de la côte,
- conditions hydrologiques,
- présence de populations sauvages de saumon en état d'équilibre,
- traditions socio-économiques.

### 1 - CARACTERISTIQUES GEOGRAPHIQUES

=====

La côte offre un enchevêtrement de fjords et d'îles multipliant presque à l'infini les possibilités d'implantation de fermes marines. Elle s'étend sur 23 650 km dont 2 650 sont représentés par les fjords et les baies. On ne compte pas moins de 150 000 îles et ilôts (7,5 % de la superficie totale) qui abritent la côte de la houle atlantique.

Les fjords, vestiges de l'érosion glaciaire, pénètrent parfois à plus de 20 km dans les terres ; ils sont très profonds et la plupart du temps séparés de l'océan par un seuil.

La côte souvent abrupte permet d'atteindre des profondeurs importantes à proximité immédiate du rivage, ménageant ainsi de nombreux sites favorables, aussi bien dans les fjords qu'en pleine mer, à l'abri d'une île avancée.

### 2 - CARACTERISTIQUES HYDROLOGIQUES

=====

Les eaux norvégiennes présentent un caractère océanique marqué, mais il existe des variations importantes selon la latitude et la situation des élevages. On distingue, les eaux de l'Atlantique d'une salinité supérieure à 35 ‰ et les eaux côtières dessalées par un apport de 500 km<sup>3</sup> d'eau douce par an (WYRTIK - 1954). Les deux masses d'eau se mélangent progressivement en se déplaçant vers le Nord, ce qui entraîne une augmentation de salinité et une plus grande inertie thermique (voir fig. 1).

## 2.1 - Température

Malgré sa situation septentrionale, la côte norvégienne bénéficie de conditions hydrologiques relativement tempérées dues à l'action régulatrice du Gulf Stream (voir tableau 2).

La côte Sud Est présente des variations thermiques importantes dues à l'influence de la mer Baltique. Dans le fjord d'Oslo, les températures moyennes mensuelles varient de 1°C (février) à 18°C (fin juillet).

La côte atlantique présente des caractéristiques plus océaniques, se traduisant par un régime plus tempéré. Les températures hivernales moyennes varient de 3 à 5°C et les températures estivales de 14 à 16°C.

Dans le Nord de la Norvège, les températures varient généralement de 2 à 9°C (avec des extrêmes de 0,5 à 11,3°C).

Ces données générales peuvent être sujettes à des variations locales (fond de fjord, estuaire) non négligeables et à des variations annuelles importantes :

- En 35 ans, 10 moyennes mensuelles estivales supérieures à 20°C dans le fjord d'Oslo.
- En août 1975, la température de l'eau à l'élevage de VELØY (A/S MOWI) près de Bergen, atteignait 18,5°C dans l'ensemble du plan d'eau alors qu'elle est généralement de 15,5°C (Th. MOWINKEL, Comm. pers.).

Dans l'ensemble, on peut considérer que ces conditions sont excellentes pour l'élevage des salmonidés, en particulier pour le saumon atlantique. Les basses températures hivernales diminuent cependant la croissance de la truite arc-en-ciel dans les élevages du FINMARK et du Sud-Est, dans des proportions non négligeables par rapport aux élevages plus tempérés.

	TEMPERATURES ESTIVALES			TEMPERATURES HIVERNALES		
	Moyenne mensuelle	Minimum *	Maximum *	Moyenne mensuelle	Minimum *	Maximum *
FAERDER Fjord d'Oslo	18,3	16,8	21,1	0,9	- 1,7	3,0
LINDESNES Extrêmité Sud	16,3		20,3	2,4	- 0,9	
KORSFJORDEN Bergen	15,5	13,9	19,0	4,0	1,0	5,2
SMÖLA Hitra Froya	13,8	13,0	17,1	4,7	3,4	5,7
VESTFJORDEN Iles Lofoten	13,0	11,2	17,0	3,2	1,1	4,5
VARDO Extrêmité Nord	8,9	7,5	11,2	2,5	0,5	3,8

Tableau n° 2 : Températures de surface de l'eau de mer (en °C)  
(moyennes mensuelles relevées de 1936 à 1971)  
(d'après BRAATEN - 1973)

\* Les minima et maxima sont les moyennes mini et maxi obtenues sur une période de 10 jours.

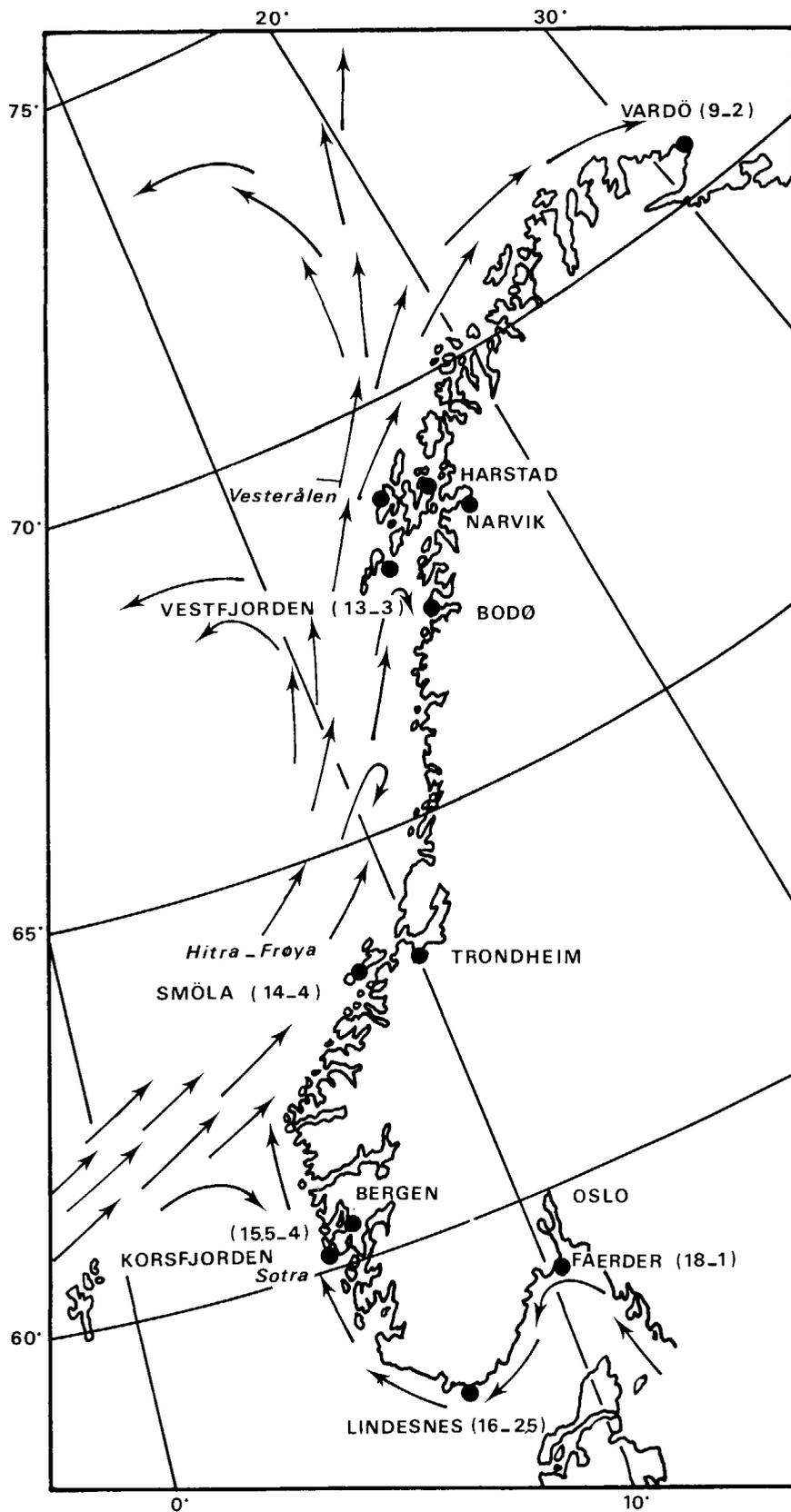


figure 1 - COURANTS ET TEMPERATURES DE L'EAU DE MER

## 2.2 - Salinité

Ce paramètre présente des variations selon la latitude et les apports d'eau douce plus ou moins importants selon les différents points de la côte.

A proximité de la Mer Baltique, elle fluctue de 22,5 à 29,5 ‰ au cours de l'année, alors qu'au Nord, elle est plus stable (32,5 à 34,5 ‰).

La majeure partie de la côte Ouest offre des conditions intermédiaires de l'ordre de 30 à 33 ‰, avec des dessalures sensibles (2 à 4 ‰) dans certains grands fjords au printemps et en été.

Ces salinités sont idéales pour l'élevage des salmonidés, les dessalures constatées ne présentent aucun inconvénient pour ces espèces amphibiotiques.

## 2.3 - pH

Les eaux côtières présentent un pH légèrement alcalin qui peut varier de 7,5 à 8,5 unités selon les points de prélèvement et la saison, principalement en liaison avec l'activité photosynthétique qui peut provoquer une légère acidification. Ces conditions sont satisfaisantes pour les salmonidés, car situées dans les limites généralement admises de 5 à 9 unités pH.

## 2.4 - Oxygène dissous

Ce facteur en partie lié à l'état de pollution est, en Norvège, tout à fait satisfaisant pour les eaux de surface. Il doit cependant être considéré sous l'angle du renouvellement d'eau pour l'implantation d'un élevage, tous les sites ne subissant pas un échange suffisant pour supporter un élevage intensif. On observe des variations saisonnières dues à l'activité photosynthétique.

## 2.5 - Marnage, courants de marée

L'amplitude des marées est faible dans cette région, par rapport aux conditions existant en France sur la côte Manche-Atlantique. Le marnage est de l'ordre de 1 à 2 m, avec un maximum de 3,40 m (VARDÖ), ce qui constitue un élément favorable pour trois raisons :

- peu de difficultés pour concevoir des structures d'ancrage pour cages flottantes et pour mettre en place des barrages perméables dans certains sites (grilles),
- Possibilité, vu la faible amplitude, de trouver à proximité immédiate de la côte des endroits suffisamment profonds et abrités pour implanter un élevage. Ces conditions sont beaucoup plus difficilement réunies en Bretagne où le marnage, variant entre 5 et 13 m, limite considérablement les zones favorables,
- Facilité de pompage.

Par contre, cette faible amplitude de la marée peut, dans certains cas, limiter la production d'un site par le faible renouvellement de l'eau. On considère généralement que les cages flottantes ne doivent pas être implantées dans des zones où le courant de marée est inférieur à 10 cm/s, et que les risques d'incidents techniques deviennent importants à partir de 50 cm/s.

Dans ce domaine, si les conditions existant en Norvège permettent des solutions techniques simples et peu onéreuses, on constate que le renouvellement naturel de l'eau peut être limité dans certains cas. Le choix d'un site doit en effet tenir compte des possibilités d'échange d'eau et, pour avoir négligé cet aspect primordial, de nombreuses exploitations ont connu des difficultés (BRAATEN, 1975). Il faut noter que les courants côtiers peuvent subir des variations importantes, soit de courte durée en fonction des conditions météorologiques, soit annuelles.

### 3 - PRESENCE DE STOCKS NATURELS DE SAUMON ATLANTIQUE

=====

Comme on le verra par la suite, l'avenir aquacole de ce pays repose plus sur l'élevage du saumon que sur celui de la truite, pour des raisons économiques.

L'élément primordial pour le lancement d'un programme d'aquaculture est, quelle que soit l'espèce à laquelle on s'adresse, la possibilité de disposer de juvéniles en nombre important et de façon régulière.

Dans ce domaine, la présence de populations sauvages en état d'équilibre, sévèrement protégées vu l'importance économique du saumon en Norvège, est un facteur important de succès. Cependant, on constate déjà une disproportion entre la demande de smolts et la production des élevages en eau douce.

La gestion du patrimoine piscicole de ce pays a conduit rapidement à se familiariser avec les méthodes modernes de repeuplement, en particulier l'élevage des smolts en pisciculture, mis au point en Suède.

Cette connaissance pratique avancée, associée au fait que ce pays dispose de réserves importantes d'eau pure, ont permis de mettre en place rapidement des structures de production de smolts destinés à l'aquaculture, chose difficile voire impossible à réaliser dans d'autres pays moins concernés par la préservation de leurs ressources naturelles.

On verra cependant que ces conditions risquent, à terme, de s'avérer insuffisantes pour satisfaire la demande en smolts d'une aquaculture en pleine expansion.

Le saumon norvégien fait l'objet d'une exploitation intensive tant en haute mer que dans les eaux d'origine : côte, estuaire, rivière.

- Pêche à la palangre en haute mer

La zone de pêche principale s'étend au large des côtes de Norvège entre les latitudes 68 - 74° N et les longitudes 0 - 22° E. Une pêcherie de moindre importance s'est développée à proximité des îles FAROE.

La majorité des unités sont de nationalité norvégienne, mais des bateaux danois, suédois et allemands participent ou ont participé à la pêche dans cette région.

Les apports fluctuent d'un minimum de 408 tonnes en 1968 à un maximum de 958 tonnes en 1970, avec une moyenne annuelle de 640 tonnes environ (561 tonnes en 1973).

La pêche s'effectue en majorité sur des saumons d'origine norvégienne, mais les recaptures de saumons marqués dans certains autres pays (smolts sauvages et de pisciculture) montrent une certaine contribution d'autres stocks (ICES - ICNAF - 1974) :

- Norvège	:	258 recaptures	(91,5 %)
- Suède	:	11 "	( 3,9 %)
- Ecosse	:	7 "	( 2,6 %)
- Danemark	:	5 "	( 1,7 %)
- URSS	:	non chiffré vu le faible nombre de smolts marqués	

Il a été pêché, en outre, un saumon marqué en Islande et un autre ordinaire d'Irlande.

- Pêche dans les eaux territoriales norvégiennes

. Filet dérivant :

Cette pêche se traduit par un apport de 183 à 404 tonnes , avec une moyenne annuelle de 290 tonnes.

. Pêche à la senne dans la zone côtière,

. Pêche sportive.

L'ensemble des apports de la pêche dans les eaux norvégiennes varie de 1 170 tonnes (1970) à 2 147 tonnes (1964). En 1974, 1 539 tonnes ont été pêchées. Les captures sont constituées de 25 à 30 % de grilses et de 70 à 75 % de saumons (voir § II - 1.1).

#### 4 - AVANTAGES LIES AUX TRADITIONS SOCIO-ECONOMIQUES NORVEGIENNES

=====

L'aquaculture est souvent considérée comme une activité complémentaire de la pêche et les premiers essais d'aquaculture de salmonidés sont dus à l'initiative des professionnels de la mer. Les premiers succès ont suscité un engouement très vif de la part des populations côtières attirées par cette activité permettant une vie plus sédentaire.

L'importance de la pêche en Norvège permet en outre de disposer de sous-produits en grande quantité et à des prix compétitifs, stockés aisément dans les nombreux équipements frigorifiques du pays : espèces non commercialisables, déchets de filetage, déchets de crevettes.

Les farines et huiles de poisson de qualité, constituants principaux des aliments composés, sont disponibles en quantité importante avec une garantie de qualité et de fraîcheur.

Les matériaux tels que filets de cages, acastillage, bois, utilisés en grande quantité par la pêche, sont beaucoup moins chers et permettent de réaliser des cages flottantes à peu de frais.

Malgré tous ces facteurs favorables, la hausse du prix des matières premières en 1974 liée à la conjoncture économique mondiale (pénurie relative de protéines - flambée des prix), a provoqué, associée à d'autres facteurs, des difficultés financières dans beaucoup de petites exploitations pendant les campagnes 1973-74 et 1974-75.

## CHAPITRE II - LES ESPECES ELEVEES

### 1. - ESPECES DONNANT LIEU A UNE PRODUCTION

=====

#### 1.1 - Saumon atlantique (*Salmo salar* L)

Le saumon atlantique, poisson amphibiotique anadrome, fréquente les rivières de l'Atlantique Nord, de l'Espagne au Nord-Est des Etats-Unis. D'une façon générale, les stocks sont en diminution mais des programmes cohérents, associant la protection de l'environnement et la gestion rationnelle des stocks, ont permis de maintenir dans certains pays d'abondantes populations de saumons considérées comme une ressource naturelle d'une grande valeur économique.

C'est le cas de la Norvège qui, outre un environnement particulièrement favorable, bénéficie d'une législation adaptée à la conservation des populations de saumon.

Le saumon atlantique de Norvège présente des caractéristiques biologiques propres, parfois différentes de celles d'autres stocks géographiques.

La ponte a lieu en rivière à la fin de l'automne, octobre à novembre, et l'éclosion se produit au printemps à des dates variables selon les rivières (450 à 500 degrés-jours). Après le frai, 80 % des mâles et 30 % des femelles meurent, alors que les survivants, kelts ou bécards, redescendent vers la mer pour y effectuer un nouveau séjour. Certains se reproduiront une deuxième fois et plus rarement une troisième fois avant de mourir.

Le jeune saumon, appelé parr (tacon en France), séjourne 2 à 4 ans en eau douce avant de devenir un smolt pesant 25 à 35 g (14 à 16 cm) qui dévale la rivière et s'adapte au milieu marin. A l'extrême Nord de la Norvège (FINMARK) la durée de vie en eau douce peut atteindre 6 ans.

La croissance, très lente pendant la première partie du cycle, s'accélère brusquement au cours de la phase marine, permettant d'atteindre le poids moyen de 2 kg après une année, puis 5 à 10 kg après 2 et 3 ans.

Le saumon norvégien se distingue des autres stocks de saumon de l'Atlantique par des aires d'engraissement différentes. Alors que les smolts issus des rivières du Canada, des Etats-Unis, d'Espagne, de France et des Iles Britanniques se regroupent à proximité des côtes du GROËNLAND dans le détroit de Davis, ceux issus d'Islande, de la côte atlantique de la Suède, de Norvège et d'URSS séjournent principalement en mer de Norvège (63 - 73° latitude Nord, 0 - 22° longitude Est), et ne contribuent que pour une faible part aux pêcheries groënlandaises.

Les recaptures de saumons marqués dans leurs rivières d'origine (smolts sauvages et de pisciculture) montrent que sur les 276 prises, effectuées de 1966 à 1973, seules 18 (6,5 %) l'ont été au Groënland, alors que 258 poissons marqués ont été capturés en mer de Norvège et autour des îles FAROE.

Lorsqu'il approche de la maturité sexuelle le saumon retourne à sa rivière d'origine, parfois après un seul hiver passé en mer - grilse ou castillon - mais plus généralement après 2 ou 3 ans.

En élevage en eau de mer, on considère que la température létale inférieure est 0,5°C ; de 0,5 à 2°C le saumon est dans un état de semi hibernation et ne montre qu'une faible activité. Son comportement est considéré comme normal à partir de 2°C.

Les températures idéales pour la croissance sont situées entre 10 et 15°C, et des températures de l'ordre de 18 à 20°C sont considérées comme limites bien qu'encore éloignées des seuils léthaux. En effet, elles provoquent une moindre résistance du poisson qui est alors plus sensible aux stress divers et aux épizooties.

En ce qui concerne le taux d'oxygène dissous, le seuil léthal est de 2 mg/l, et à basse température le saumon ne présente une activité normale que pour des taux supérieurs à 4,5 mg/l. Ces seuils sont variables en fonction de la température qui règle le métabolisme (KUTTY et SAUNDERS - 1972, DOUDOUROFF et SHUMWAY - 1970).

1.2 - Truite arc-en-ciel (*Salmo gairdneri* Richardson)

La truite arc-en-ciel fut importée d'Amérique du Nord au début du siècle, les souches actuelles résultent du croisement de nombreuses souches différentes parmi lesquelles :

- La truite arc-en-ciel sédentaire,
- la truite "steelhead" variété migratrice amphibiotique,
- la truite "Kamloop" provenant de la Colombie Britannique et de l'Idaho et qui possède, à l'état naturel, une croissance remarquable.

Plusieurs élevages utilisent cette dernière souche pour la production de grosses truites de mer. L'adaptation à l'eau de mer ne s'effectue que lorsque les truites arrivent à une longueur de 15 à 20 cm et à un poids de 70 à 100 g, taille atteinte au bout d'une année environ. La croissance peut permettre d'obtenir des poissons de 4 kg au bout d'un an et demi de vie marine dans de bonnes conditions. Le poids maximum enregistré est de 24 kg. La maturité intervient généralement à partir de 2 ans pour les femelles et la totalité des truites ont pondu à 3 ans. Le frai s'effectue de janvier à mai.

La truite arc-en-ciel ne supporte pas des températures aussi basses que le saumon atlantique : elle devient moins active à partir de 3,5°C et meurt aux alentours de 1°C. Une baisse de température se traduit par un ralentissement de croissance plus important que pour le saumon (voir § IV - 4.1). Elle tolère par contre des températures supérieures à celles admises pour le saumon atlantique tout en restant soumise aux mêmes risques sanitaires.

La truite adulte cesse son activité à partir d'un taux d'oxygène dissous de 2 mg/l et meurt aux alentours de 1,3 mg/l (DOUDOUROFF et SHUMWAY - 1970).

## 2 - ESPECES EXPERIMENTALES

=====

### 2.1 - Truite commune et truite de mer (*Salmo trutta* L)

La truite commune et la truite de mer ont donné lieu à des essais, mais les faibles croissances obtenues ont conduit à les abandonner au profit de la truite arc-en-ciel.

### 2.2 - Saumon pink (*Oncorhynchus gorbuscha*)

Cette espèce de saumon du Pacifique possède un cycle particulier : la ponte a lieu d'août à octobre dans les fleuves côtiers, juste au dessus de la limite de salure des eaux. Les alevins éclosent au début du printemps et migrent très rapidement vers la mer, après un séjour en eau douce ne dépassant pas quelques semaines.

Au cours de sa vie en mer qui dure 2 ans le saumon pink atteint un poids de 1,5 à 3 kg, il remonte alors vers ses frayères d'origine. La maturation sexuelle s'accompagne d'un complet changement d'aspect : la robe brillante prend une teinte brun-rosé et le poisson développe une bosse importante sur le dos, particulièrement visible chez les mâles.

Cette espèce a été transplantée par les Soviétiques dans la mer Blanche et la mer de Barentz. Des immersions massives d'oeufs et d'alevins ont eu lieu de 1955 à 1968 sans atteindre les résultats espérés. Cependant des populations importantes sont apparues sur plusieurs rivières et ont donné lieu à une remontée massive en 1974.

Cette espèce semble avoir un taux de divagation (\*) supérieur aux autres espèces de saumon, ce qui fait que des pinks ont été signalés chaque année plus au sud le long des côtes de Norvège et même en Ecosse. Il semble que des populations sauvages limitées se soient installées dans plusieurs rivières norvégiennes.

(\*) Pourcentage de poissons remontant dans une rivière autre que celle d'origine.

L'élevage de cette espèce en captivité est réalisé à la station de SUNNDALSÖRA (voir § VI - 1.1) ; adaptée à l'eau de mer très tôt (quelques semaines à quelques mois, elle possède une croissance rapide qui a permis d'atteindre un poids de 2 à 2,5 kg deux ans après l'éclosion. Les alevins nés en décembre 1973 pesaient en moyenne 500 g en octobre 1974, mais la deuxième année d'élevage montre un ralentissement de croissance lié à la maturation sexuelle.

Jusqu'à présent, le saumon pink n'a pas donné de bons résultats pour la reproduction en captivité, malgré l'utilisation des aliments ayant donné satisfaction pour le saumon atlantique. Comme tous les oncorhynchus, tous les reproducteurs meurent après le frai.

Il ne semble pas qu'une exploitation commerciale importante de cette espèce puisse résulter à court terme de cette expérience, du moins en tant que produit concurrent du saumon atlantique. Il n'est pas impossible cependant que les problèmes de pénurie de smolts de *Salmo salar*, et les difficultés de commercialisation de la truite conduisent à promouvoir un élevage visant à produire du petit saumon avec cette espèce (0,5 à 1,5 kg).

*REMARQUE* - Le saumon pink est cependant reconnu comme ayant une qualité de chair inférieure aux autres espèces Pacifiques, chinook et coho en particulier.

*D'autre part, les essais menés par le NMFS (1) près de Seattle ont montré que cette espèce était très sensible aux épizooties marines.*

### 2.3 - Saumon coho (*Oncorhynchus kisutch*)

Cette autre espèce de saumon du Pacifique se reproduit à un poids de 5 à 6 kg en octobre et novembre. Le smolt séjourne un peu plus d'un an en rivière et dévale vers la mer de mai à juin.

A l'approche de la reproduction, le coho développe un important bec en crochet et se pare de couleurs particulières : rouge vif pour le mâle, rayé sombre à noir pour la femelle.

Cette espèce semble, selon les travaux américains, posséder un faible taux de divagation par rapport à la rivière d'origine, et une grande sélectivité dans la détection des zones de ponte (NOVOTNY - 1973).

(1) National Marine Fisheries Service

Le saumon coho est l'espèce qui a permis le développement des élevages industriels sur la côte Pacifique des Etats-Unis depuis 1972. La production annuelle a été de 750 tonnes environ en 1975.

Des conditions particulières lors de l'incubation et de l'alevinage (températures élevées : 10 - 13°C) permettent d'obtenir une forte proportion de smolts dès la première année (mai - juillet) après seulement 5 à 6 mois d'alimentation.

Cette espèce donne lieu à des essais d'élevage à la station de MATREDAL (voir § VI - 1.3). Peu de résultats sont actuellement disponibles. Il semble cependant que la phase eau douce se soit avérée très satisfaisante, mais que la croissance en mer soit par contre inférieure à celle du saumon atlantique.

La facilité de production de smolts et leur faible prix de vente (voir remarque) peut aboutir à moyen terme au développement d'une aquaculture produisant des petits saumons : 350 g à 1,5 kg sur un cycle très court.

*REMARQUE : le prix de vente d'un smolt de 15 à 25 g aux Etats-Unis est de l'ordre de 0,50 à 0,60 FF, alors que le prix de marché du smolt de salar varie de 4 à 9 FF en Norvège.*

#### 2.4 - Hybrides

Diverses tentatives d'hybridation entre espèces ont été réalisées dans les stations de recherche. D'une façon générale, le but consiste à trouver un hybride fertile alliant les caractéristiques du saumon atlantique - forte croissance en mer, qualité, aspect - à une plus grande facilité d'élevage en eau douce.

##### Salmo salar x Salmo trutta

Ce croisement réalisé dans plusieurs stations de recherche (SUNNDAL<sup>..</sup>SÖRA - MATREDAL) ne semble pas avoir donné des résultats excellents.

*Salmo salar* x *Salvelinus alpinus*

L'omble est une espèce d'eau froide présentant des races sédentaires séjournant dans les lacs de Scandinavie et de Sibérie, et des races migratrices dans la partie septentrionale de son aire de distribution. Dans ce cas, l'omble passe l'été en mer dans la zone côtière et remonte dans les lacs en septembre - octobre pour pondre à la fin de l'automne ou en hiver, puis retourne à la mer en juin.

La croissance intéressante de cette espèce a conduit à des essais d'hybridation à la station de SUNNDALSÖRA (voir § VI - 1.1). A partir de pontes obtenues en novembre 1974 (femelle *salar* x mâle *Salvelinus* ), certains lots pesaient 10 à 20 g au mois d'août suivant, ce qui est remarquable. Il reste à évaluer leur aptitude à survivre et leur croissance en milieu marin, ainsi que les qualités commerciales de l'adulte.

### CHAPITRE III - TECHNOLOGIE DE L'ELEVAGE EN MER

D'abord inspirées des techniques traditionnelles de pisciculture, les techniques d'élevage marin se sont progressivement adaptées aux contraintes nouvelles.

Trois types d'exploitation sont actuellement utilisés :

- les bassins à terre alimentés en eau de mer par pompage,
- les enclos de grandes dimensions où est pratiqué un élevage semi-intensif,
- les cages flottantes pour l'élevage intensif.

Depuis la création de cette activité, dans les années cinquante, les méthodes ont évolué.

Sur 79 fermes créées de 1958 à 1968, 21 (27 %) utilisaient des structures à terre alimentées par pompage et 35 (44 %) un type variable d'enclos marin (ANON, 1971).

En 1972, 75 % des fermes produisant du poisson de consommation utilisaient des cages flottantes et seulement 8 % se servaient encore d'installations à terre (KNUTSSON - 1972).

Les dernières statistiques montrent que 80 % des fermes en exploitation sont en eau de mer. Parmi celles-ci, 200 éleveurs utilisent des cages flottantes, 21 un enclos marin naturel, 15 un enclos en filet partant du rivage. 67 exploitations utilisent des installations à terre (ce chiffre comprend les stations d'alevinage et de production de smolts).

## 1 - ELEVAGE MARIN EN BASSIN A TERRE

=====

Cette technique est citée ici pour mémoire, car elle ne constitue qu'une transposition des techniques traditionnelles utilisées en pisciculture d'eau douce.

Les bassins utilisés sont soit des raceways (en terre ou bétonnés), soit des bassins circulaires implantés sur le rivage juste au dessus des hautes mer. La faible amplitude de marnage et le profil de la côte permettent un pompage en profondeur (15 à 25 m) qui assure une température satisfaisante à l'élevage.

Il semble cependant que les résultats enregistrés, et le prix de revient de ces structures, ne soient pas actuellement très compétitifs par rapport aux autres techniques, dans le contexte norvégien.

Ces élevages présentent cependant l'intérêt de permettre un contrôle plus précis des conditions (température - salinité) du cheptel en élevage.

## 2 - ELEVAGE SEMI-INTENSIF EN ENCLOS DE GRANDES DIMENSIONS

=====

Cette technique consiste à délimiter une portion de milieu marin : bras de mer entre deux îles, fjord, estuaire, par un système perméable permettant de conserver les poissons en captivité, tout en assurant la libre circulation de l'eau.

Les poissons sont lâchés dans le plan d'eau en tant que smolts et repêchés lorsqu'ils atteignent une taille commerciale.

Plusieurs systèmes sont utilisés pour délimiter la zone d'élevage, allant de l'enclos en filet à l'ouvrage en béton surmonté de grilles.

## 2.1 - Enclos en filet

### - Elevage de truites de Mr. E. OSLAND à BJORDAL (SOGN)

Le plan d'eau d'élevage de 1 000 m<sup>2</sup> environ est limité par une double nappe de filet, dont la partie supérieure est maintenue à 1,50 m au dessus des plus hautes mers et la partie inférieure, lestée par une chaîne, épouse le relief du fond (voir fig. 2). Les marées ont une amplitude maximale de 1,5 à 2 m. Les filets sont suspendus sur des poteaux en bois de 12 m, plantés au fond du fjord (voir fig. 3). Ils peuvent être remontés à volonté grâce à un système de va-et-vient de cordages.

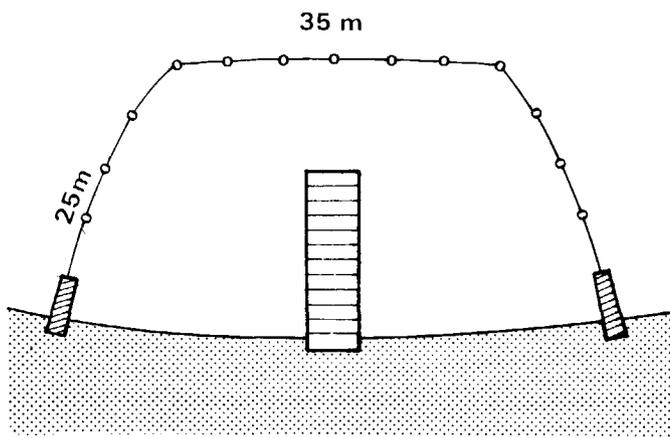
Un ponton partant du rivage permet d'atteindre le milieu de l'enclos. La profondeur d'eau est de 10 m à 25 m du rivage. La capacité de production est de 40 à 50 tonnes de truites, soit une densité de 8 à 10 kg/m<sup>3</sup>.

## 2.2 - Elevage en fjord barré

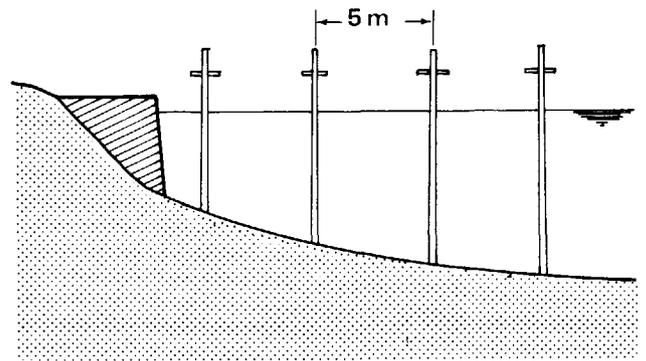
### - Stations d'élevage A/S MOWI

Cette société, créée en 1969, dispose de deux stations d'élevage en eau douce, produisant annuellement 400 000 smolts de saumon atlantique (voir §VI - 2.1) et deux plans d'eau consacrés à l'élevage semi-intensif en eau de mer, dans la région de Bergen.

Ces stations de FLOGØYKJOLPO (1,2 hectare) et VELØYKJOLPO (3,5 hectares) ont été mises en service respectivement en 1969 et 1970. Construites sur l'île de Sotra à 10 mn l'une de l'autre par mer, elles sont conçues selon le même principe : des ouvrages en béton surmontés de grilles, situés sur des seuils peu profonds, délimitent une partie de fjord naturellement traversée par la marée qui, dans cette région, a une amplitude maximum de 1,50 m.



VUE EN PLAN



VUE EN COUPE

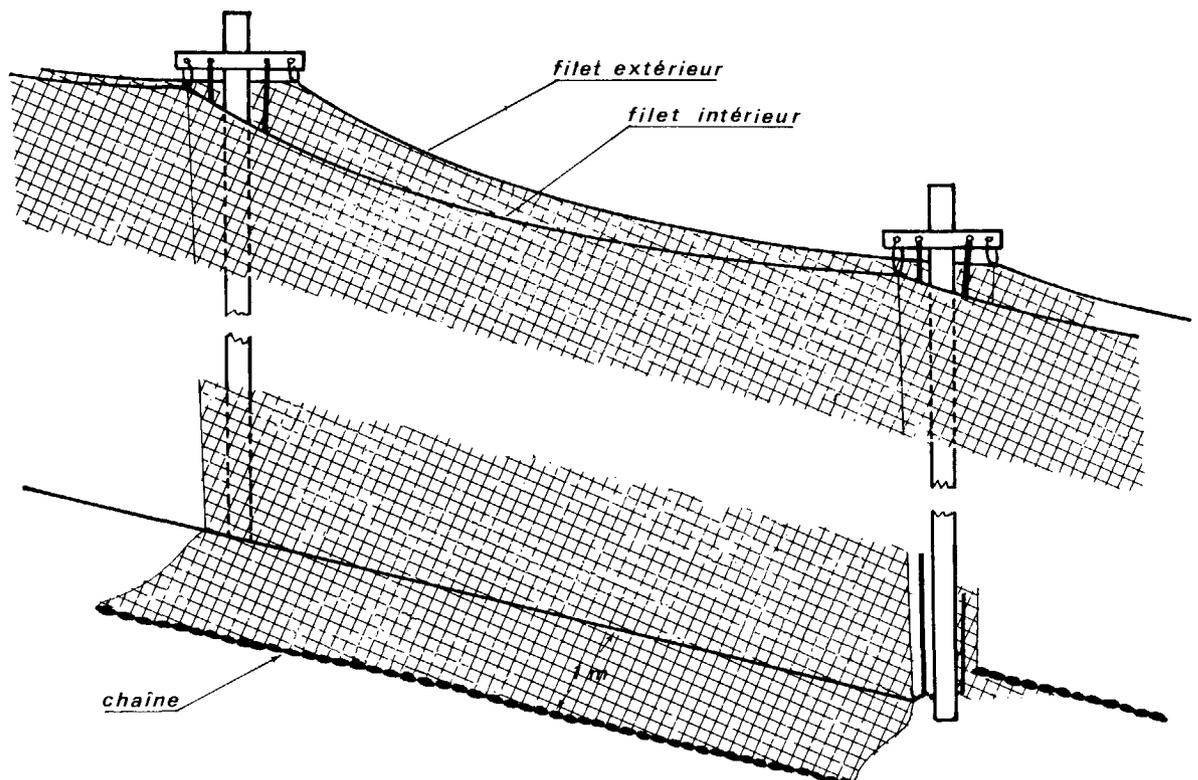


figure 2 - ENCLOS EN FILET DE BJORDAL  
( d'après Braaten 1973 )

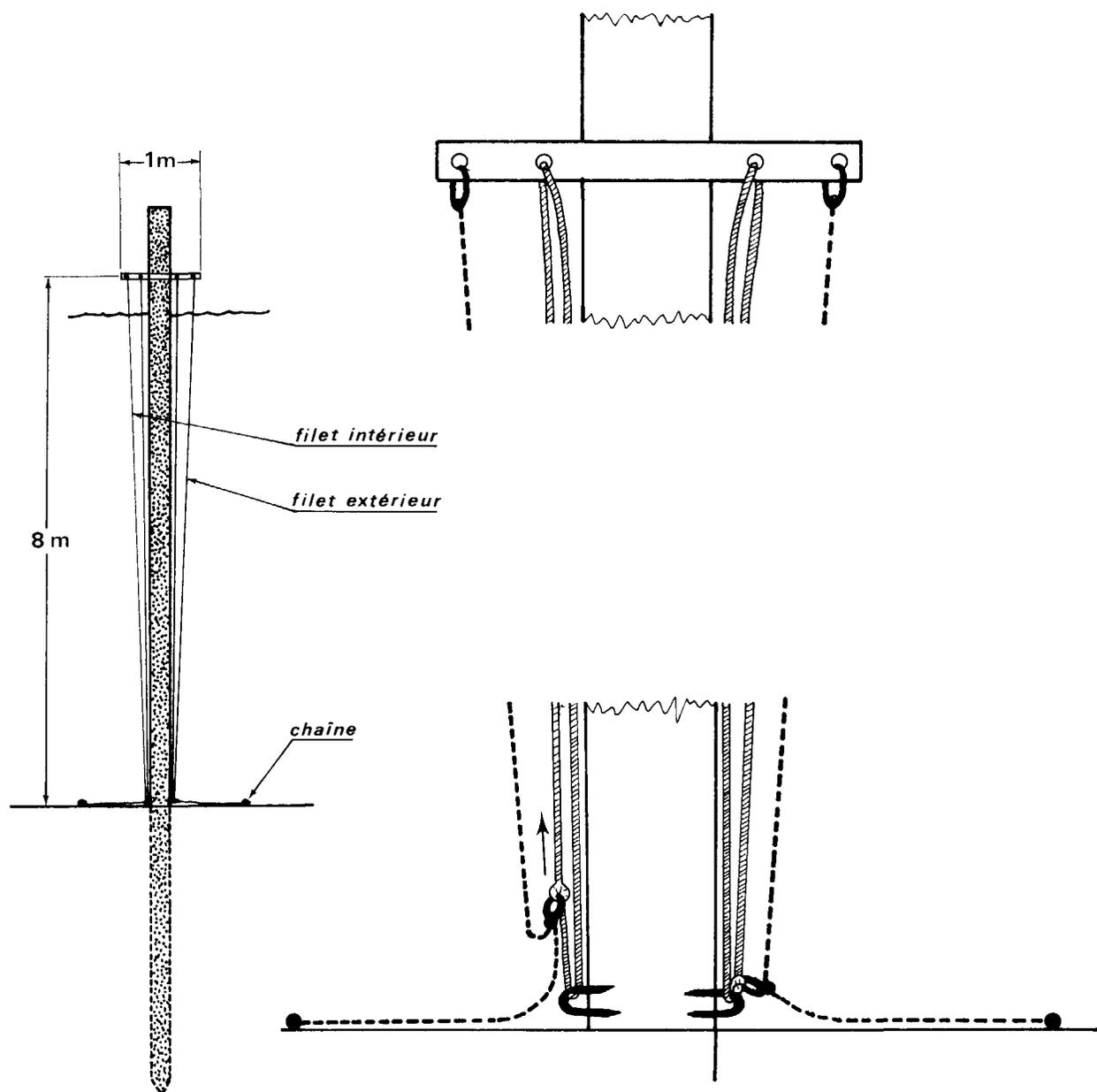


figure 3 \_ ENCLOS EN FILET DE BJORDAL \_ DETAIL

( d'après Braaten 1973 )

. Station de FLOGØYKJOLPO (voir photos 1 à 3)

Un volume d'élevage de 55 000 m<sup>3</sup> (1,2 hectare) était délimité à l'origine par deux barrages en béton surmontés de grilles en acier laissant des passages de 12 millimètres. Les problèmes occasionnés par le renouvellement de l'eau, inadapté à l'importance de la production, ont conduit la firme à procéder à des travaux importants. Une troisième ouverture a été pratiquée dans la roche au nord pour permettre une circulation de l'eau plus satisfaisante. La capacité maximale de production est de l'ordre de 150 tonnes soit 12,5 kg/m<sup>2</sup> ou 2,7 kg/m<sup>3</sup>.

. Station de VELØYKJOLPO (voir photo 4)

Plus grande que la précédente, elle offre un volume de 182 000 m<sup>3</sup> pour une surface de 3,5 hectares. De forme allongée, entre deux îles, le plan d'eau s'étend du nord au sud entre deux seuils peu profonds (environ 2 m) sur lesquels sont assis des barrages en béton équipés de grilles d'aluminium. La profondeur, variable, atteint 12 m au centre du plan d'eau, ce qui entraîne un certain nombre d'inconvénients : renouvellement de l'eau insuffisant sur le fond, accumulation des déchets et difficulté de recapture des poissons.

La capacité maximale de production de la station se situe entre 400 et 600 tonnes. En août 1975, au début de la commercialisation, 300 tonnes de poisson étaient en élevage à VELØY (Th. MOWINKEL - Comm. pers.), soit 8,6 kg/m<sup>2</sup> et 1,65 kg/m<sup>3</sup>.

. Amélioration du renouvellement d'eau

Le renouvellement d'eau dû au jeu des marées, suffisant dans des conditions naturelles, s'est avéré insuffisant dans le cadre d'une production intensive. Les zones profondes en particulier ne sont que peu touchées par le courant qui s'établit en surface d'un seuil à l'autre, et l'accumulation de matière organique provoque une baisse sensible de l'oxygène dissous en période de charge et de températures élevées. Des taux de 5 mg/l ont été fréquemment enregistrés, ce qui constitue une limite inférieure pour des salmonidés en élevage et se traduit par une baisse de croissance et éventuellement par

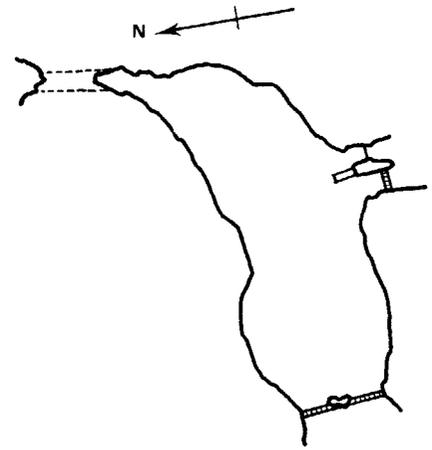
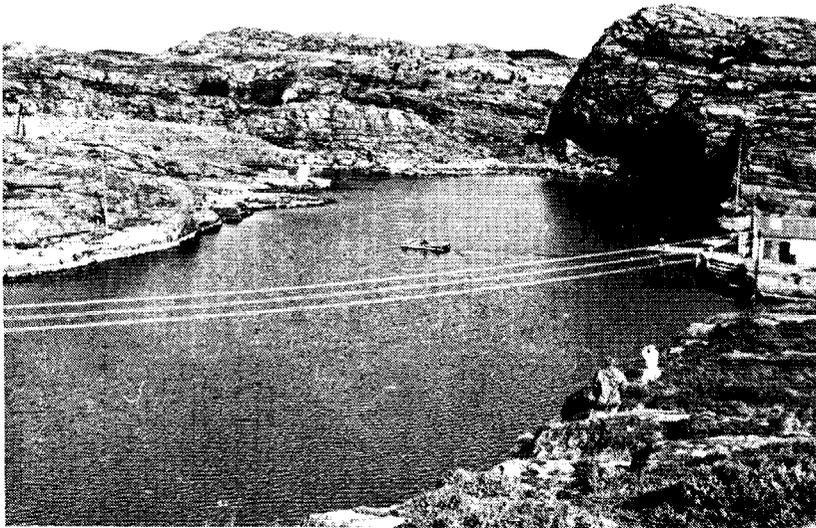


Photo 1 - VUE GENERALE



Photo 2 - POMPES

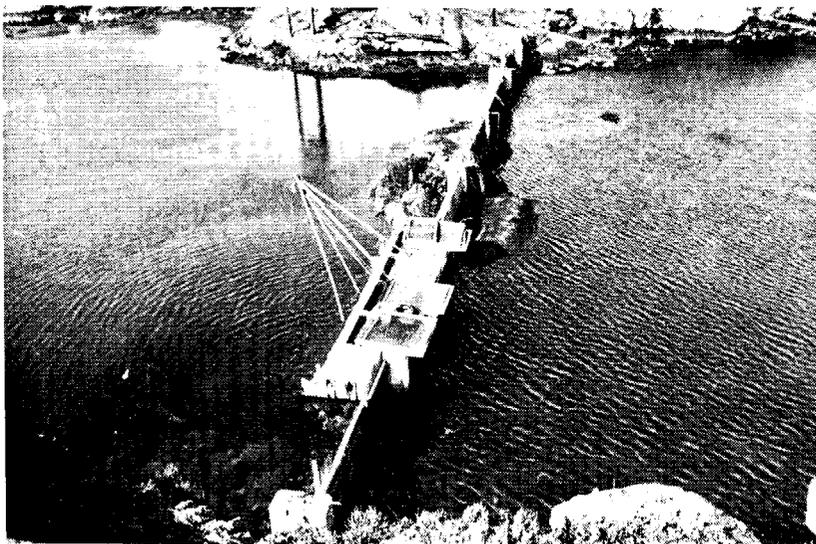


Photo 3 - GRILLE OUEST

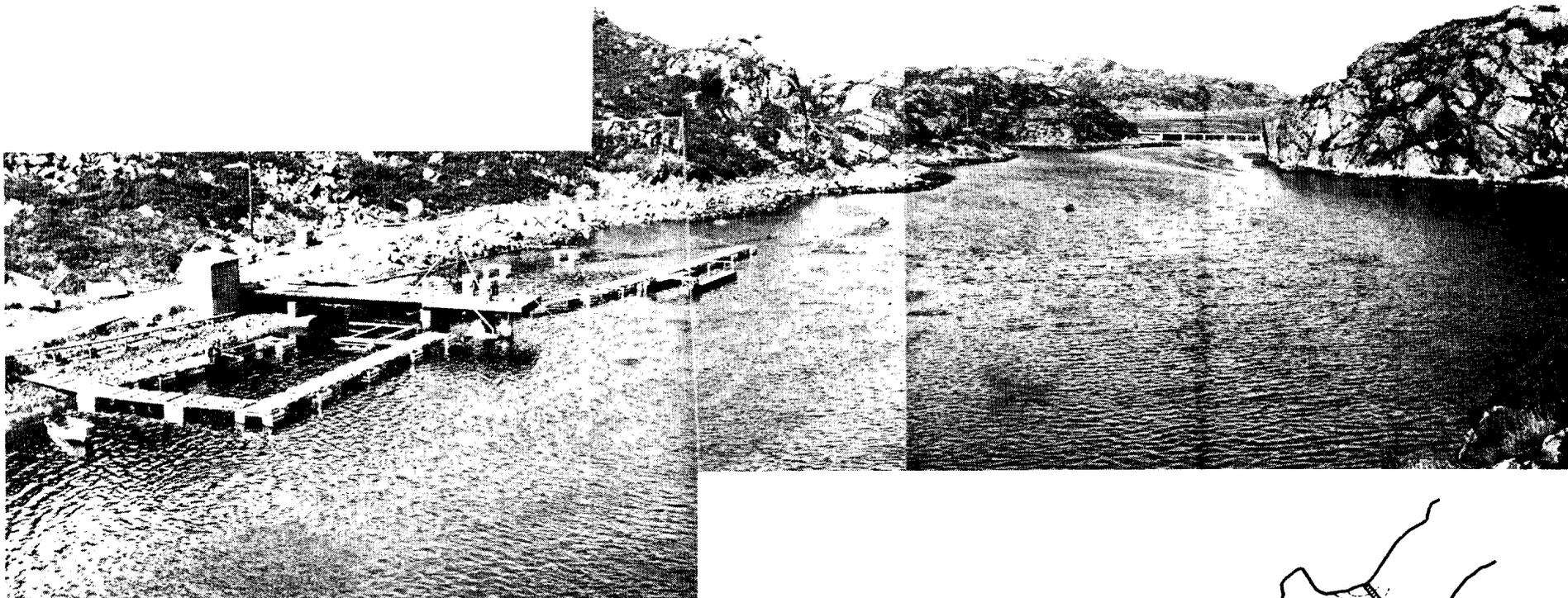
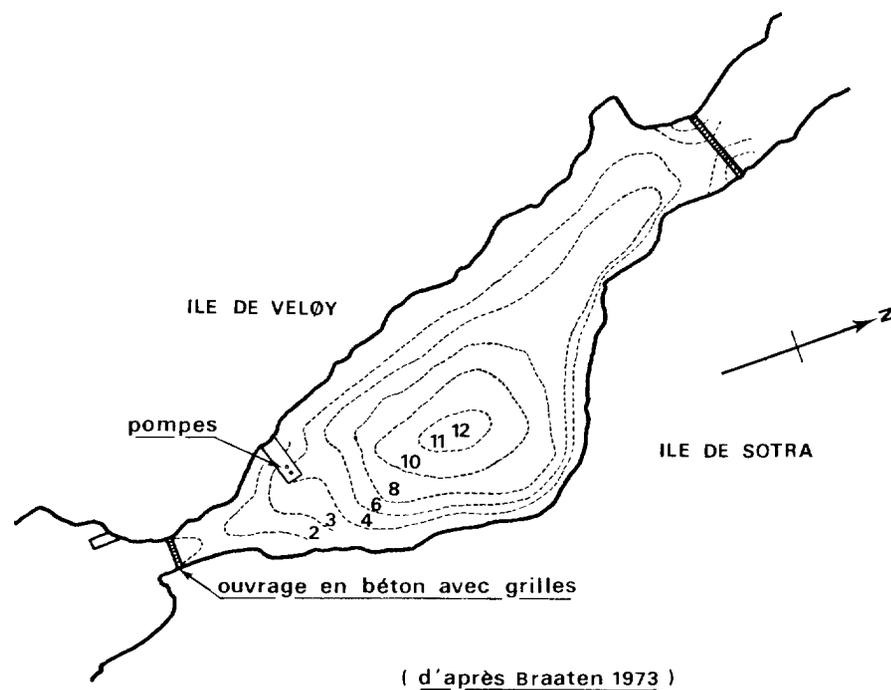


Photo 4 - LA STATION DE VELØYKJOLPO - A/S MOWI



une augmentation de la mortalité. Les estimations réalisées par A/S MOWI ont montré que le renouvellement total de l'élevage de VELØYKJOLPO s'effectuait en 10 à 12 heures avec un débit moyen de 16 000 m<sup>3</sup>/heure.

Pour remédier à cet état de choses, une nette amélioration a été obtenue par l'utilisation de pompes à gros débit employées de deux façons différentes :

- augmentation de la masse d'eau qui circule dans le plan d'eau par de grosses pompes qui conjuguent leur effet avec celui de la marée,
- création de mouvements d'eau internes de façon à limiter les zones mortes.

Des pompes-élévateurs à hélice (fabrication danoise, marque LYKKEGAARD) de 3 600 m<sup>3</sup>/heure aspirent l'eau du fond au centre du plan d'eau et la refoulent par des canalisations immergées de 800 à 1 000 mm jusqu'à l'extérieur où l'eau débouche dans une sorte d'entonnoir en bois et crée un courant violent tout autour de la buse qui, drainant l'eau par aspiration, permet ainsi d'accroître l'efficacité de la pompe et d'assurer un débit de sortie beaucoup plus important (voir photos 6 à 9).

Les pompes elles-mêmes sont fixées en surface sur une plateforme en bois, les moteurs toujours hors de l'eau, ce qui permet une intervention aisée en cas d'incident de fonctionnement. Elles sont disponibles avec plusieurs longueurs d'axes. L'hélice est protégée au fond par une crépine. A VELØYKJOLPO, le renouvellement total s'effectue maintenant en 3 à 4 heures, soit au rythme de 52 000 m<sup>3</sup>/heure environ.

Trois pompes de ce type étaient en service en 1973 sur les deux stations.

Le même type de pompe, utilisé avec un axe court fixé sur un ponton flottant, permet de disposer pour une faible puissance (10 CV) de circulateurs à fort débit (1 m<sup>3</sup>/seconde) qui peuvent être disposés sur le plan d'eau pour limiter les zones où le renouvellement ne se fait pas (voir photo 5).

Enfin, les déchets accumulés dans les points creux peuvent être aspirés et remis en suspension par pompage, ce qui favorise l'oxydation de la matière organique.

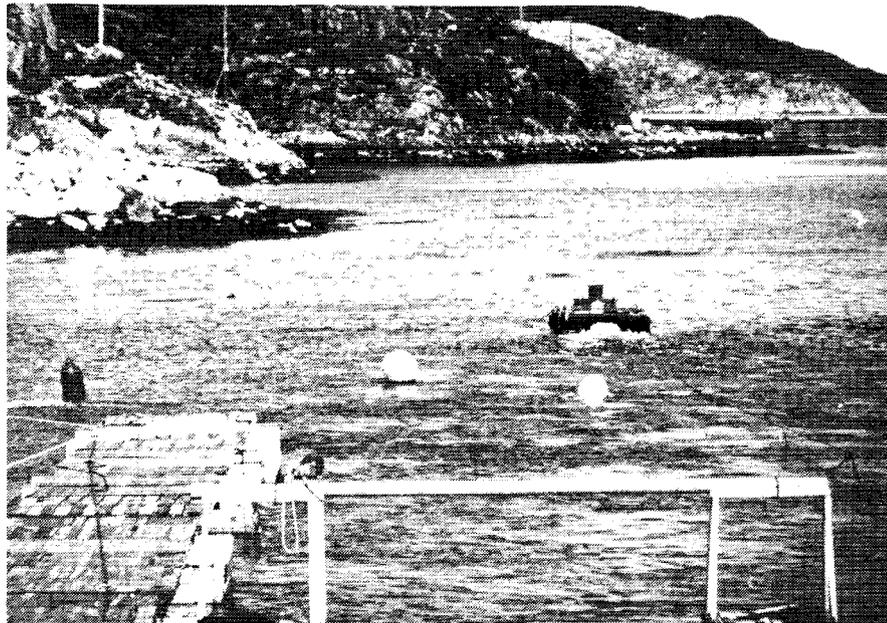


Photo 5 - VELOÿKJOLPO - ACCELERATEUR DE COURANT

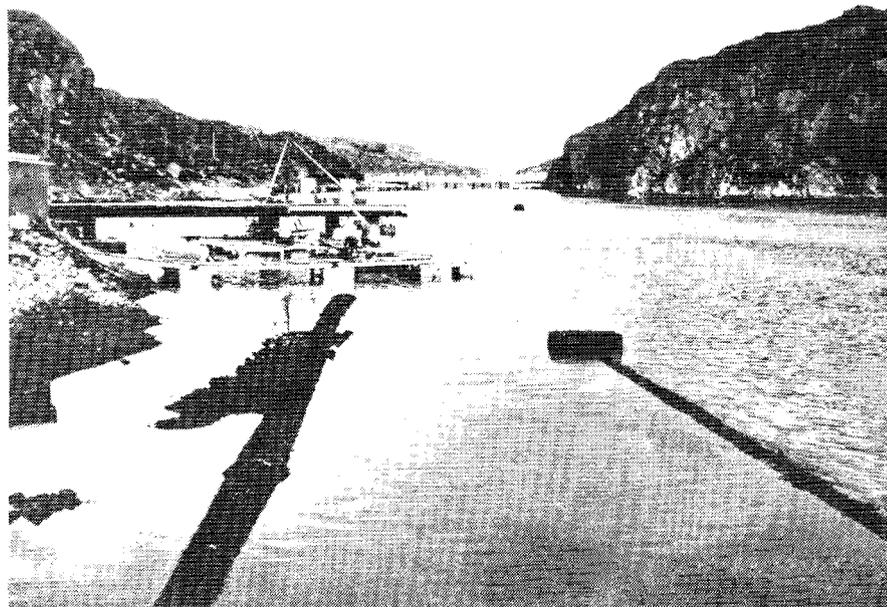
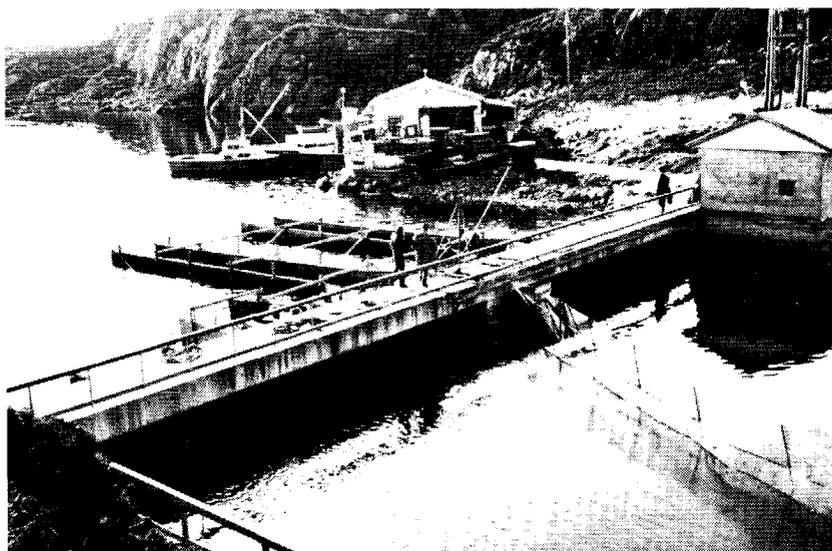


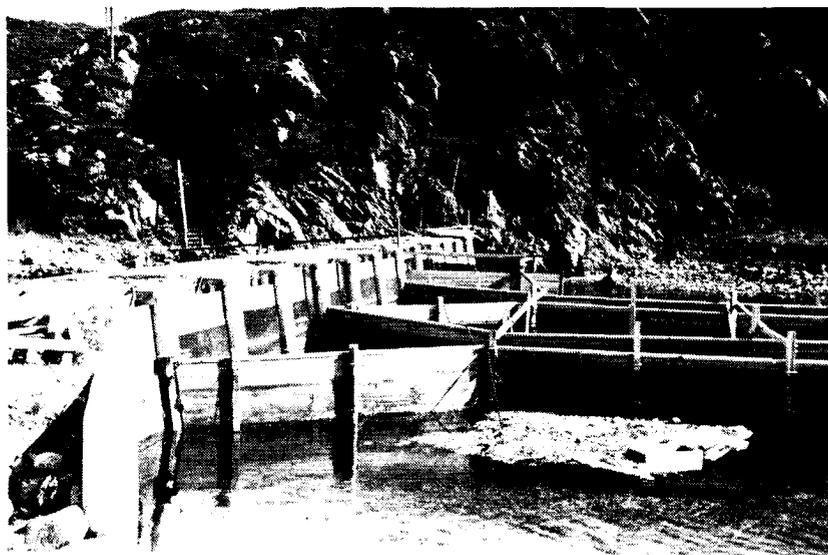
Photo 6 - VELOÿKJOLPO - POMPES ET CANALISATIONS DE REFOULEMENT



7



8



9

Photos 7 . 8 . 9 \_ VELOYKJOLPO \_ LA GRILLE SUD ET SES AMENAGEMENTS

L'utilisation de ce type de technique visant à accroître le renouvellement de l'eau s'avère plus efficace, dans ce cas particulier, que les dispositifs d'aération traditionnels utilisés en pisciculture, qui ont été testés dans les mêmes conditions (Th. MOWINKEL - 1975 - Comm. pers.).

#### . Structures annexes de ces élevages

La station de VELØYKJOLPO dispose d'installations frigorifiques de grandes dimensions qui sont nécessaires vu la quantité journalière d'aliment frais utilisée : 10 à 12 tonnes/jour de capelin et sprat en 1973.

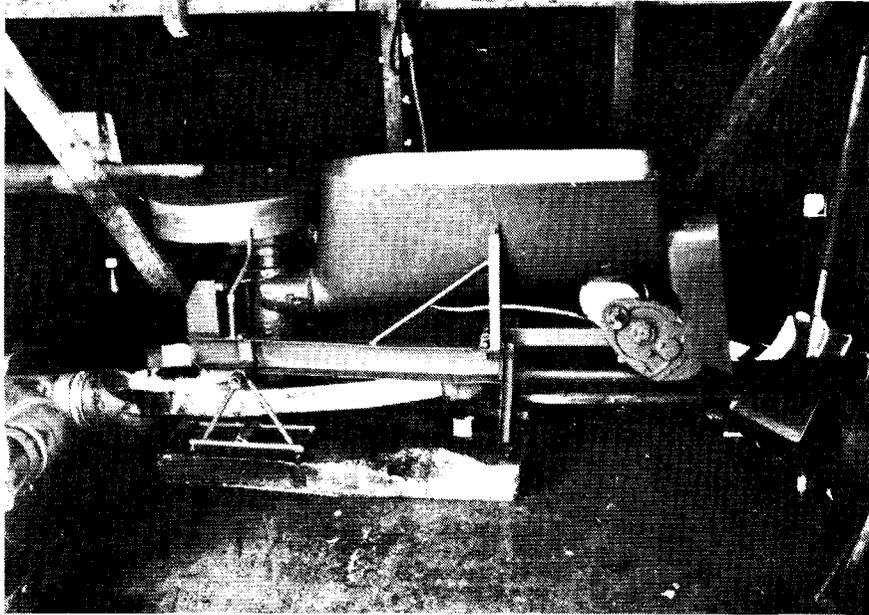
Dans chacune des deux stations marines, la distribution du mélange humide utilisé comme nourriture (voir § VI - 3.1) se fait par des canalisations de 150 mm qui entraînent la pâte dans un courant d'eau à la sortie du malaxeur, jusqu'au milieu de l'élevage où elle est libérée à 1 m sous la surface (voir photos 10-11). A la station de VELØYKJOLPO, la nourriture est répartie continuellement pendant la journée par trois émissaires. Outre l'alimentation électrique, les stations sont équipées de puissants groupes électrogène.

Un dispositif permettant d'estimer le poids moyen des saumons en élevage a été mis au point en 1975. Jusqu'alors, il était extrêmement difficile d'évaluer la croissance des poissons. Le système fonctionne par mesure de la conductivité dans un tube cylindrique. Lors du passage des saumons la variation de conductivité, par rapport à un tube témoin identique où le poisson ne peut pénétrer, permet d'estimer le poids du saumon à 20 g près. Un système d'enregistrement fonctionnant en permanence donne un échantillonnage représentatif de la population du bassin et de son évolution.

#### . Conduite de l'élevage

Les smolts de 1 ou 2 ans sont immergés de mai à juin, à un poids de 30 à 50 g. La commercialisation intervient à partir du 15 août de l'année suivante et se poursuit jusqu'au 15 mai de la deuxième année avec un maximum au printemps, ce qui représente une durée moyenne du cycle d'élevage marin de 22 mois (15 à 24 mois).

photo BILLARD - INRA



10

photo BILLARD - INRA



11

Durant les premières années d'exploitation, chacune des deux stations était spécialisée dans un type de production. Les smolts lâchés à FLOGØY au printemps y étaient élevés jusqu'en novembre (100 à 300 grammes) puis repêchés et transportés par conteneur flottant (voir § IV - 2 et photo 22).  
à VELØY où l'élevage se poursuivait jusqu'à la taille commerciale.

Cette technique présentait plusieurs inconvénients dont celui de la pêche et du transport du poisson vivant, opération toujours délicate.

Actuellement, l'élevage d'un groupe de poissons se poursuit du smolt à l'adulte sur le même site. Chaque station peut éventuellement être séparée en plusieurs zones d'élevage par des filets tendus du fond à la surface.

La pêche se fait à la senne tournante lors d'une distribution de nourriture, les poissons aptes à être commercialisés sont conservés alors que les autres sont remis à l'eau.

Une partie de la production est en outre capturée à la ligne par le personnel.

Le personnel assurant le fonctionnement était, en 1973, constitué d'équipes de 1 à 2 hommes (FLOGØY) et 4 à 5 hommes (VELØY) se relayant sur 24 heures.

#### • Résultats

Après un démarrage décevant se traduisant par une croissance inférieure à celle obtenue en cages flottantes dans plusieurs élevages de la côte Ouest (voir § IV - 4.2), le peu de problèmes rencontrés par ce type d'élevage, associé à une augmentation de la production, ont fait de A/S MOWI la plus grande installation d'Europe pour l'élevage du saumon atlantique.

Le poids moyen de 3 à 4 kg est atteint après une durée moyenne d'élevage marin de 22 à 23 mois. Le taux de survie généralement bon a été excellent en 1974 - 75 puisqu'il a atteint 96,5 % (Th. MOWINKEL - Comm. pers.).

La production commercialisée est passée de 60 tonnes en 1970 à plus de 100 tonnes en 1972 - 73 et 500 tonnes lors de la campagne 1974 - 75.

La production maximale réalisable dans les installations actuelles serait de l'ordre de 600 à 700 tonnes par an.

• Avantages et inconvénients

Les élevages semi-intensifs abordent l'élevage des salmonidés sous un angle très particulier qui, à côté d'avantages indéniables, présente un certain nombre d'inconvénients limitant leur extension.

◦ Avantages

- Dans un tel élevage, les manipulations et interventions diverses sont réduites au minimum, ce qui permet d'atteindre une production par homme nettement supérieure à celle obtenue avec les cages flottantes. Ici, pas de tris, de changements de filets, opérations presque journalières à cause du grand nombre de cages d'une exploitation.
- L'automatisation est rendue plus aisée car l'exploitation se fait à partir de la terre et l'énergie est facilement accessible.
- Le travail est moins dur et moins risqué que sur les structures flottantes exposées aux intempéries.
- Les risques de pertes accidentelles du cheptel sont moins importantes bien que les problèmes de la prédation par les oiseaux soit préoccupant sur des plans d'eau de grandes dimensions.
- La nature des investissements permet une durée d'amortissement longue (10 à 20 ans) autorisant un ou plusieurs accidents de production, alors que l'éleveur utilisant des cages ne dispose que de 4 à 5 ans pour amortir son matériel, beaucoup moins cher il est vrai.

◦ Inconvénients

- L'importance des travaux à entreprendre pour établir une station de ce type et l'importance des investissements, doit conduire à une plus grande prudence dans le choix du site d'implantation, car ce type d'élevage ne peut se pratiquer n'importe où, le renouvellement de l'eau n'étant pas toujours compatible avec ce mode d'exploitation.

- Le contrôle de la production, de la mortalité et de la croissance en cours d'élevage est extrêmement difficile, ce qui peut parfois conduire à une distribution excessive d'aliment. Une mortalité anormale, indice d'un début d'épizootie, peut passer inaperçue et compromettre l'efficacité du traitement.
- Le rendement alimentaire et la croissance sont généralement inférieurs aux résultats obtenus en élevage intensif, et il est très difficile d'adapter la distribution d'aliment aux besoins vu l'incertitude quant au nombre de poissons et au poids total en élevage. Des améliorations sont cependant intervenues dans ce domaine comme cela a été décrit précédemment.
- L'extension de ce type d'élevage est limitée par les conditions locales et si les côtes de Norvège (structure, marnage, protection) permettent un certain nombre de possibilités, la transposition de cette technique n'est pas possible partout, en France en particulier, elle se heurte à plusieurs problèmes dont le manque de sites adéquats et le marnage important.

### 3 - CAGES FLOTTANTES

=====

Les cages ont rapidement connu un certain succès en Norvège où l'environnement se prête à leur implantation. Elles ont progressivement remplacé les structures plus complexes à terre (bassins ou digues) grâce à leur souplesse d'utilisation et leur faible prix de revient.

La cage est constituée d'une poche en filet de nylon de taille variable - 800 à 1 200 m<sup>3</sup>, 200 à 400 m<sup>2</sup> de surface, 10 à 12 m de diamètre, 2 à 6 m de profondeur - maintenue en surface par une structure flottante qui lui donne sa forme.

Plusieurs cages sont amarrées sur le même ancrage constitué de corps morts et d'aussières de surface.

Les premiers modèles, rectangulaires ou carrés, ont cédé la place aux cages rondes ou octogonales qui sont maintenant généralisées ; de nombreux modèles apparaissent chaque année sur le marché. Les cages d'élevage peuvent être ancrées en pleine eau (cas le plus fréquent) ou amarrées le long d'un ponton à partir du rivage (station d'AVERØY - voir § VI - 1.2).

### 3.1 - Cage type HOLBERG - GRONDVEDT (voir fig. 4 et photos 12 à 14)

C'est le modèle le plus couramment utilisé, il est à l'origine de nombreux modèles dérivés. Inventé à l'origine par I. HOLBERG dans l'île de SMØLA, il a été modifié par les frères GRONDVEDT.

- L'armature de surface est constituée de 8 éléments de bois et polystyrène expansé articulés entre eux qui assurent la flottaison. Sur le modèle original, chaque élément mesure 5 m, ce qui représente une circonférence de 40 m. La passerelle est large d'environ 50 cm. Deux éléments sont maintenus solidaires par une liaison souple assurée par des morceaux de pneus boulonnés intérieurement et extérieurement sur le bois. La rigidité de l'ensemble est renforcée par un cordage en nylon gainé de plastique.

- Les poches sont constituées par un filet en nylon à noeuds (\*) amarré sur le bord externe de chaque élément flottant. Ces poches ont une profondeur variable selon le site d'élevage : la plus courante est de 3 à 6 mètres et certains éleveurs (FRØYA) augmentent la profondeur de la cage en hiver, ce qui permet aux poissons de se maintenir sous la couche froide de surface.

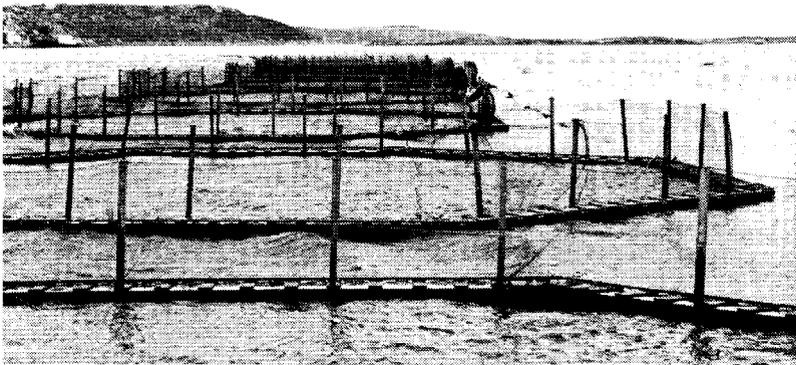
La cage type GRONDVEDT, d'une surface de 120 à 130 m<sup>2</sup> varie donc en volume de 360 à 780 m<sup>3</sup>.

Au début de l'élevage, les cages sont équipées de filets à maille de 10 à 14 mm puis par la suite de maille de 25 à 30 mm. Il est recommandé d'augmenter la maille du filet dès que la taille du poisson le permet pour éviter un colmatage trop rapide.

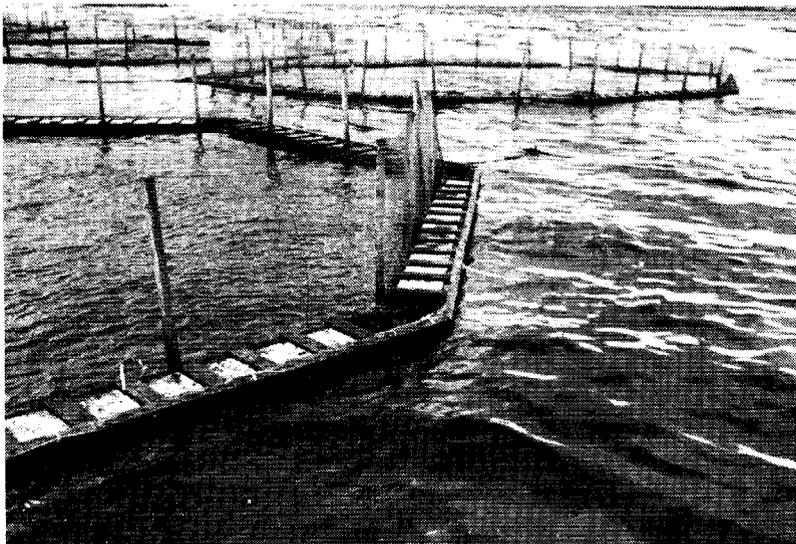
Le bas du filet est maintenu en place par des lests de 10 kg espacés de 2,50 m.



12



13



14

Un pare-saut, constitué par une double nappe de filet de 1 à 1,50 m de hauteur est amarré sur des poteaux verticaux fixés sur le bord intérieur de la passerelle.

Un filet de protection contre les oiseaux, à larges mailles de 150 mm, est tendu au dessus de la cage pendant toute la période d'élevage, ou seulement pendant les premiers mois quand les smolts sont très vulnérables.

(\*) - *Il est intéressant de constater que les américains ont proscrit l'usage de ce filet, au profit d'un filet tressé sans noeuds, à cause des lésions occasionnés aux poissons par le frottement contre le filet (perte d'écaillés, lésions oculaires).*

- Les ancrages : le faible marnage et la structure de la côte permettent d'utiliser des ancrages simples pour maintenir les cages en place. Les lignes principales sont généralement maintenues à leur extrémité par des grosses ancrs ou par des blocs de béton ensouillés, les cages étant amarrées entre deux lignes de surface.

A FRØYA, (voir fig. 4 ) une extrémité des lignes principales est ancrée à terre vu la proximité du rivage, l'autre extrémité est maintenue par deux ancrs d'une tonne, deux ancrages latéraux maintenant la ligne de surface en place. Ce système permet d'exploiter 20 cages octogonales type GRONDVEDT.

- Prix de revient : le prix de revient de cette cage de construction artisanale varie selon les élevages :

- . 6 000 KrN (4 800 FF) - GRONDVEDT - Hitra 1973
- . 8 000 KrN (6 400 FF) - STROM - Hitra 1973

Le rapport CTGREF estime que le prix de revient varie de 5 000 à 6 500 FF par cage (1974). Le prix 1974 est évalué par VIBERT et BILLARD (1975) à 7 000 FF.

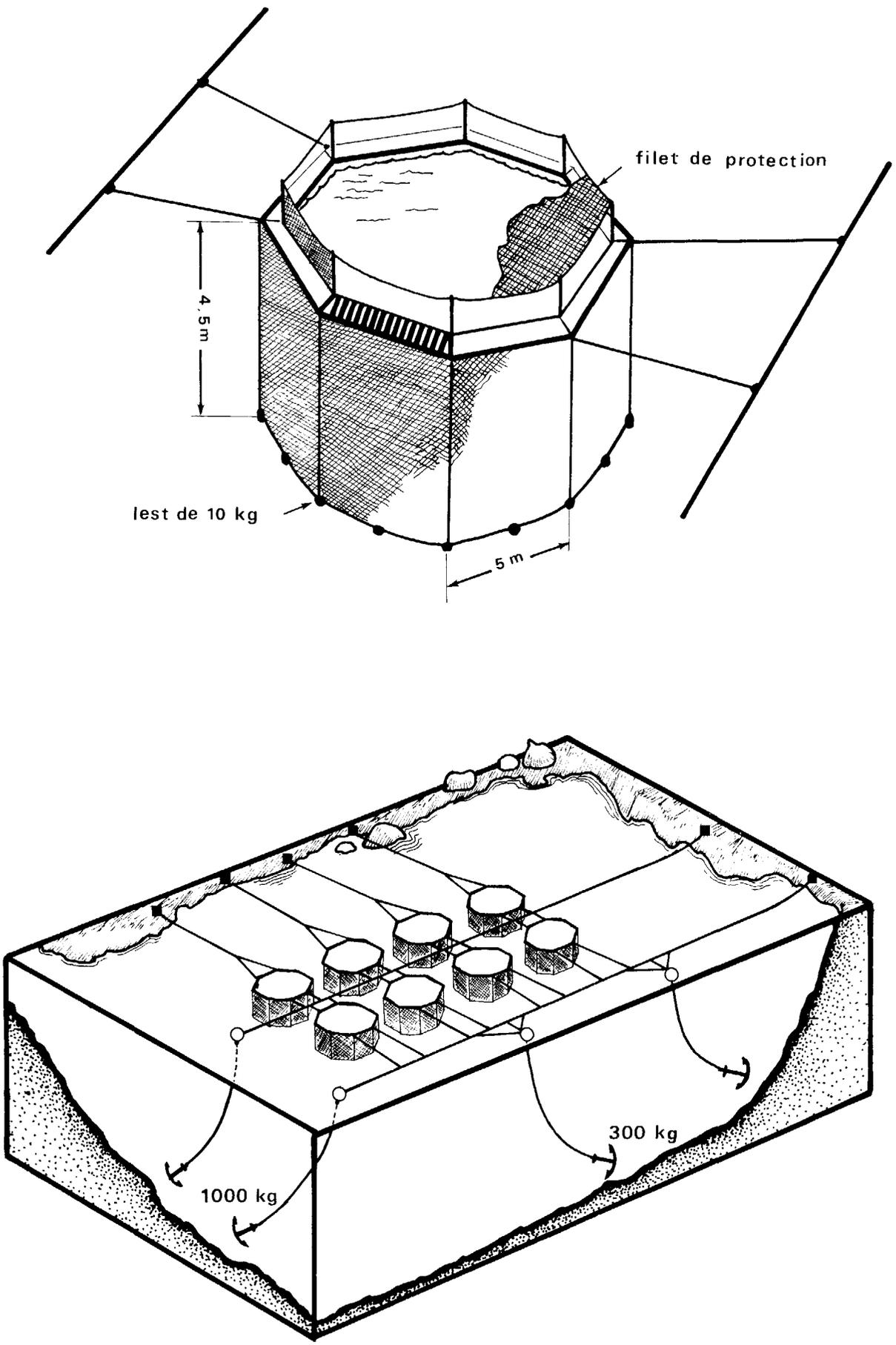


fig 4 - CAGE ET ANCRAGE UTILISES A FRØYA

- Modèles dérivés de la cage Grondvedt

De nombreuses modifications de ce modèle original ont été conçues par les professionnels ou de petites entreprises.

La modification la plus fréquente consiste à remplacer les éléments de flottaison en bois par des éléments préfabriqués en fibre de verre et polyester, soit en conservant la forme à 8 côtés, soit en donnant à l'armature une forme circulaire en 6 à 8 éléments. C'est le cas du modèle REPPE utilisé à FRØYA qui a une forme ronde (diamètre 13 m - surface 135 m<sup>2</sup>).

Deux éléments successifs s'articulent autour d'un axe, ce qui permet à la cage de se déformer avec les mouvements de la mer (voir photo 15).

Le prix de revient annoncé en août 1973 était de 4 000 KrN (3 200 FF) pour l'armature et 2 000 KrN (1 600 FF) pour le filet (G. REPPE - Comm. pers.).

3.2 - Cage TESS (SKRETTING) (voir photos 16 et 17)

Ce modèle ne possède pas d'éléments flottants permettant de marcher autour de la cage.

La rigidité est assurée par un faisceau hexagonal de perches en fibre de verre partant d'une articulation galvanisée et aboutissant à une série de flotteurs en plastique gonflables ou injectés de polystyrène.

Les perches, d'une longueur de 7 m, ont un diamètre externe de 43 mm et un diamètre interne de 38 mm. Un modèle plus résistant (diamètres 46 mm - 36 mm) peut être fourni sur demande.

La poche en filet de 30 m de circonférence (71,5 m<sup>2</sup>) est livrée en divers maillages, avec ou sans noeuds. Sa profondeur est de 4,5 m plus 1 m qui, accroché aux perches hors de l'eau, constitue un pare-saut efficace. Le filet est livré traité contre les salissures.

Le volume d'élevage (322 m<sup>3</sup>) est conseillé par le constructeur pour une charge de 10 kg/m<sup>3</sup> pour des poissons de grosses tailles, diminuant sensiblement pour des smolts.

Chaque angle de poche doit être équipé de lests de 2 kg, non compris dans le prix d'achat.

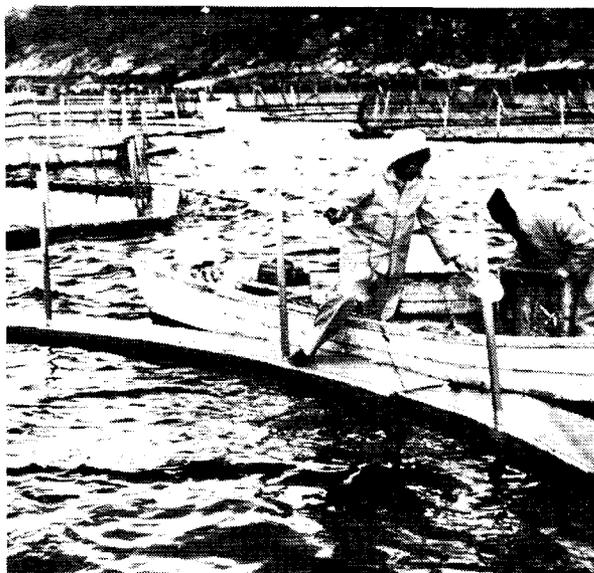
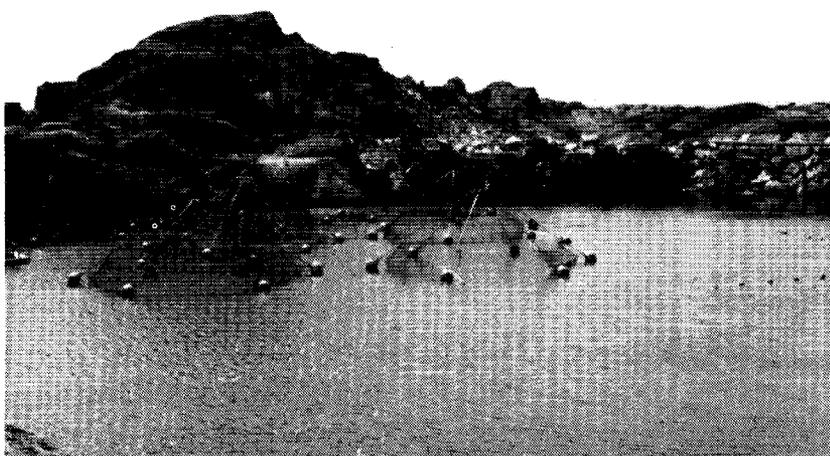


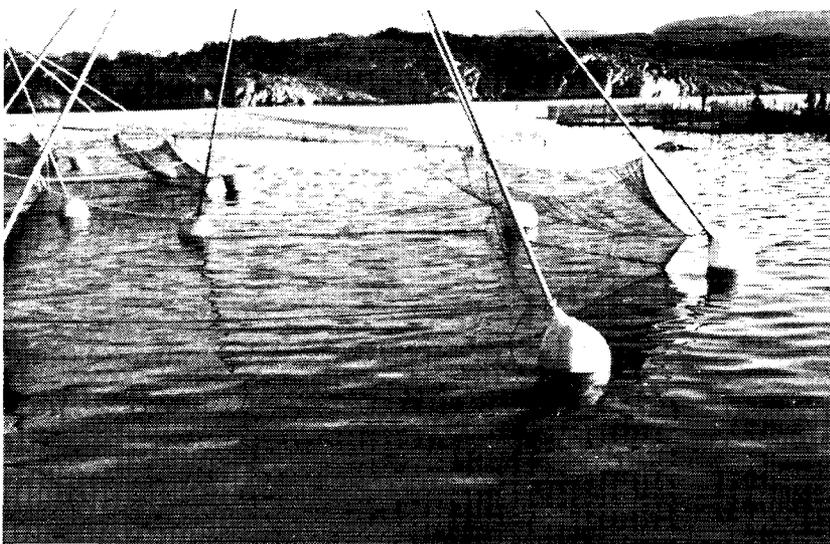
photo 15 - CAGE A ELEMENTS FLOTTANTS  
EN FIBRE DE VERRE

photo SKRETTING



16

photo BILLARD-INRA



17

photos 16 . 17 - CAGE TESS

- Mode d'utilisation

L'absence de praticables rend le travail difficile sur cette cage, ce qui limite les possibilités d'implantation aux plans d'eau très protégés.

En pleine eau, le bateau doit venir s'amarrer à une perche, l'avant contre la ralingue supérieure pour qu'une intervention soit possible, et le travail des plongeurs à l'intérieur de la cage est rendu difficile par la présence du pare-saut incliné.

Une partie de ces inconvénients disparaît dans le cas d'une exploitation à partir d'un ponton relié à la terre.

La distribution de nourriture sèche peut être automatisée en utilisant un distributeur TESSOMAT à vibrations, alimenté en 24 volts. Des réservoirs de diverses capacités (6 - 22 - 80 litres) peuvent être adaptés à volonté.

- Prix pratiqués (H.T - T.V.A. 20 % - départ Stavanger)

	1/07/73		1/07/74	
	KrN	FF	KrN	FF
<u>C A G E</u>				
- Faisceau de 6 perches, articulation et flotteurs.....			3 200	2 880
- Poche en filet sans noeud 300 m3...			2 710	2 439
	4 800	3 840	5 910	5 319
<u>Options</u> : Perches renforcées.....			650	585
Filet à noeuds.....	235	188	250	225
Imprégnation antifouling..			300	270

Tableau 3

*REMARQUE : Un essai d'utilisation de la cage TESS (sans poissons) a été effectué par le COB (\*) en 1974 dans un estuaire breton. Ces cages se sont avérées totalement inadaptées aux conditions météorologiques et climatiques locales, et en particulier très sensibles au courant qui a provoqué la torsion des perches puis leur rupture.*

*(\*) Centre Océanologique de Bretagne, Département Technologie et Développement Industriel.*

### 3.3 - Avantages et inconvénients des cages flottantes

Les cages flottantes possèdent un certain nombre d'avantages par rapport autres structures utilisées :

- Leur coût peu élevé : 4 000 à 7 000 F l'unité (sans les ancrages), ce qui permet de mettre en place des structures de production importantes sans gros investissements.
- Ce système offre une grande souplesse d'utilisation. Un éleveur peut envisager de nombreuses combinaisons et choisir son type de production vu le faible volume de chaque élément. Il peut également accroître son exploitation en ajoutant des cages supplémentaires, sans grands travaux et à peu de frais.  
Enfin, en cas d'erreur dans le choix du site, il est facile de transporter les cages dans un endroit plus propice.
- L'éleveur utilisant des cages n'a pas besoin de système de sécurité complexe et coûteux, il n'est pas sujet au mauvais fonctionnement d'une pompe ou d'un groupe électrogène.

- Les conditions d'élevage en cage s'avèrent excellentes par rapport à d'autres techniques.  
La production est concentrée en unités de faible volume aisément contrôlables et la charge en élevage (10 à 15 kg) permet une bonne utilisation de l'aliment et une excellente croissance.  
Le cheptel étant divisé en unités d'élevage, le risque est limité.  
La pêche du poisson se fait aisément en relevant le filet.  
Les expériences comparatives de croissance indiquent un meilleur résultat avec ce type de structure (voir § IV - 4.1)

Cependant, à côté de ces avantages, elles possèdent aussi certains inconvénients :

- Ces structures sont relativement fragiles et le risque de perte du cheptel n'est pas négligeable :
  - . déchirure du filet par un corps flottant ou un prédateur,
  - . rupture d'une ligne d'ancrage.Il semble que dans la pratique ces incidents soient rares pour peu que l'éleveur contrôle son matériel et remplace ses filets à temps.
- La durée de vie du matériel est courte, de l'ordre de 4 à 5 ans, ce qui nécessite un amortissement rapide.
- Le travail sur ces cages demande du personnel qualifié : professionnels de la mer, plongeurs, et la production par homme est probablement inférieure à ce qu'elle est dans certains élevages semi-extensifs car il est en outre difficile d'automatiser la distribution de nourriture sur des cages isolées en mer (sauf dans certains cas particuliers - voir § IV - 3.4).
- Les salissures (fouling) posent souvent des problèmes importants (voir § IV - 1.0).
- Enfin, il faut reconnaître que l'environnement côtier norvégien se prête admirablement à cette technique mais que l'implantation des cages dans des zones moins protégées ou à plus forts marnage et courants implique un risque plus grand et des structures plus lourdes donc plus coûteuses.

## CHAPITRE IV - ASPECTS BIOLOGIQUES ET TECHNIQUES DE LA PRODUCTION

### 1 - ELEVAGE EN EAU DOUCE

=====

#### 1.1 - Truite arc-en-ciel

Les élevages de truites arc-en-ciel se font de façon traditionnelle. Ils sont la plupart du temps calqués sur le modèle danois et font parfois appel à des plans d'eau naturels pour une production semi-extensive.

La ponte a lieu généralement de janvier à avril et les alevins sont le plus souvent élevés en piscicultures une année pour être adaptés à l'eau de mer au printemps de l'année suivante : mai-juin. Ils pèsent alors de 35 à 100 g. Les truitelles ne montrent pas de signes extérieurs nets de smoltification, même si une apparence plus argentée est visible aux alentours de 17 - 18 cm.

BRAATEN (1975) rapporte le cas de deux piscicultures situées dans le Sud de la Norvège où les oeufs incubés fin janvier éclosent fin février et les alevins commencent à s'alimenter en mars. Dès le 15 avril, ils sont transférés dans un réservoir soumis aux conditions naturelles et, en septembre, les truitelles d'un poids moyen de 30 à 100 grammes sont adaptées à l'eau de mer sans transition. Ces stades initiaux bénéficient d'eau réchauffée pour accélérer l'incubation et la date de première alimentation.

D'une façon générale, à part ces cas particuliers, les croissances observées en eau douce sont nettement inférieures à celles observées en France.

L'élevage par contre semble poser moins de problèmes sanitaires, la plupart des rivières et des stocks étant indemnes de furunculose (*Aeromonas salmonicida*) et de maladies virales (SHV - IPN).

Des travaux en cours actuellement à SUNNDALSÖRA (voir § VI - 1.1) visent à sélectionner des souches particulièrement adaptées à l'élevage marin et possédant une croissance rapide en eau douce.

## 1.2 - Saumon atlantique

A l'état naturel, les smolts sauvages sont âgés de 2 à 5 ans selon la latitude, les rivières et vraisemblablement les caractéristiques propres à chaque souche. En élevage, il est possible d'obtenir la smoltification à 2 ans (13 à 20 cm) et depuis plusieurs années la tendance générale conduit à produire des smolts d'une année grâce à des techniques améliorées, une alimentation de haute qualité et des eaux réchauffées pendant les premiers mois d'élevage. La technique d'élevage s'apparente au modèle suédois (HARACHE et BOULINEAU - 1971).

### 1.2.1 - Incubation

L'incubation a généralement lieu dans des auges d'alevinage traditionnelles, soit de fabrication artisanale, soit de marque EWOS.

A SUNNDALSÖRA, les auges d'incubation sont disposées en plusieurs étages (voir photo 18 et fig. 5), on utilise des paniers ajourés qui permettent d'isoler les pontes pendant cette première phase d'élevage.

### 1.2.2 - Alevinage

La première alimentation se fait, soit dans les auges (A/S MOWI), soit dans les bacs suédois de 1 m<sup>2</sup> ou 2,25 m<sup>2</sup> de marque EWOS (SUNNDALSÖRA) où les alevins sont transférés quand la vésicule est résorbée au 2/3.

Dans tous les cas, la profondeur d'eau utilisée est faible (15 cm). On utilise généralement des eaux souterraines (MOWI) ou des effluents réchauffés (SUNNDALSÖRA).

### 1.2.3 - Grossissement

La dernière partie de l'élevage se fait, soit dans des bacs ou bassins circulaires suédois (4 à 10 m de diamètre), soit dans des raceways traditionnels, alimentés par le fond (MOWI) (voir photos 19 et 20 et fig. 6). Dans ce dernier cas, la profondeur d'eau utilisée est importante : 1,50 m et le comportement des jeunes parrs, venant chercher leur nourriture en surface comme des truites, est spectaculaire.



photo 18 - AUGES D'ALEVINAGE  
(SUNNDALSØRA)

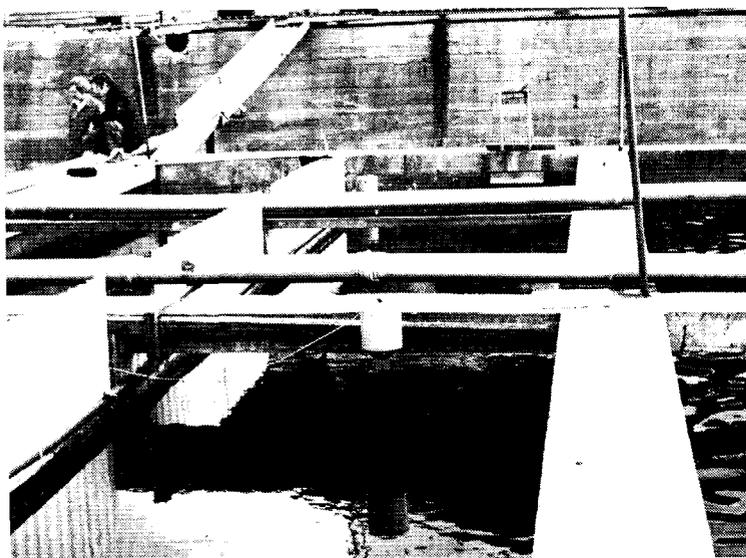
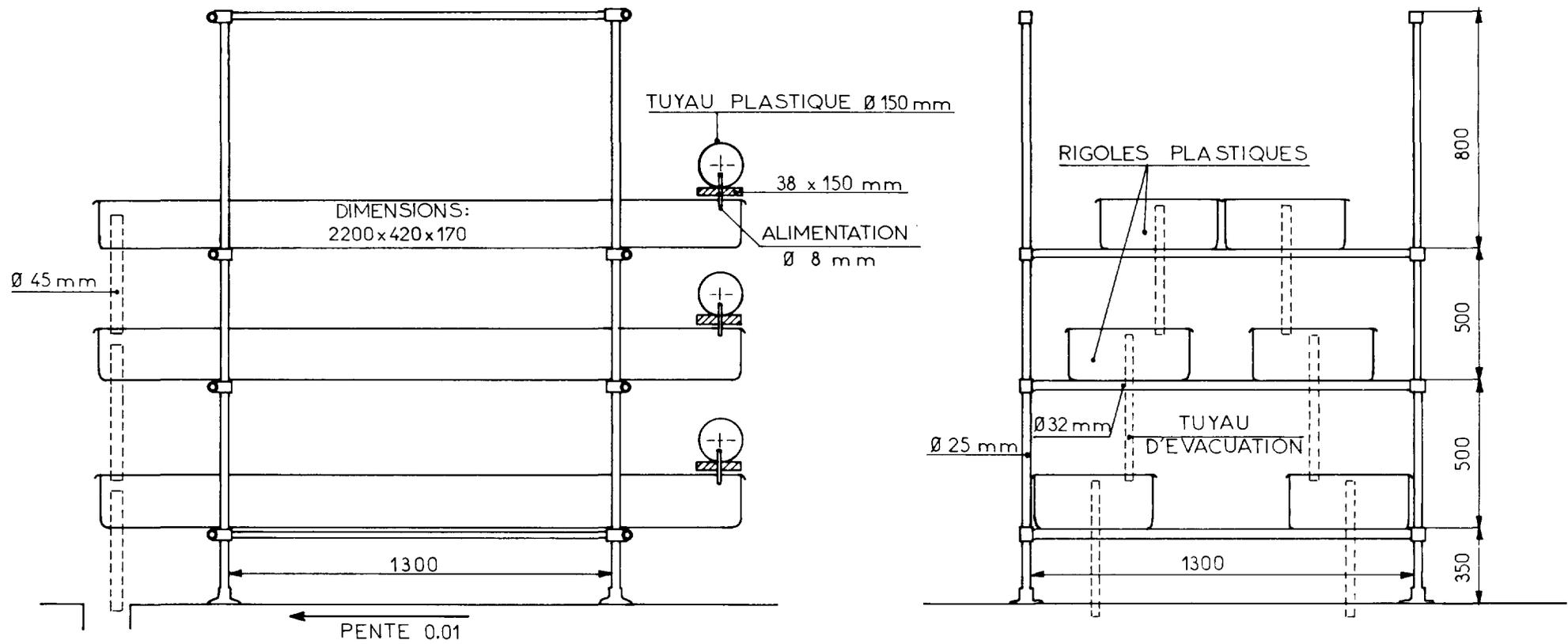


photo 19 - ELEVAGE DE SMOLTS EN  
RACEWAY (ASKØY)



photo 20 - ELEVAGE DE SMOLTS EN  
BASSIN CIRCULAIRE  
(ASKØY)



**Fig.5: AUGES D'ALEVINAGE SUNNDALSÖRA**

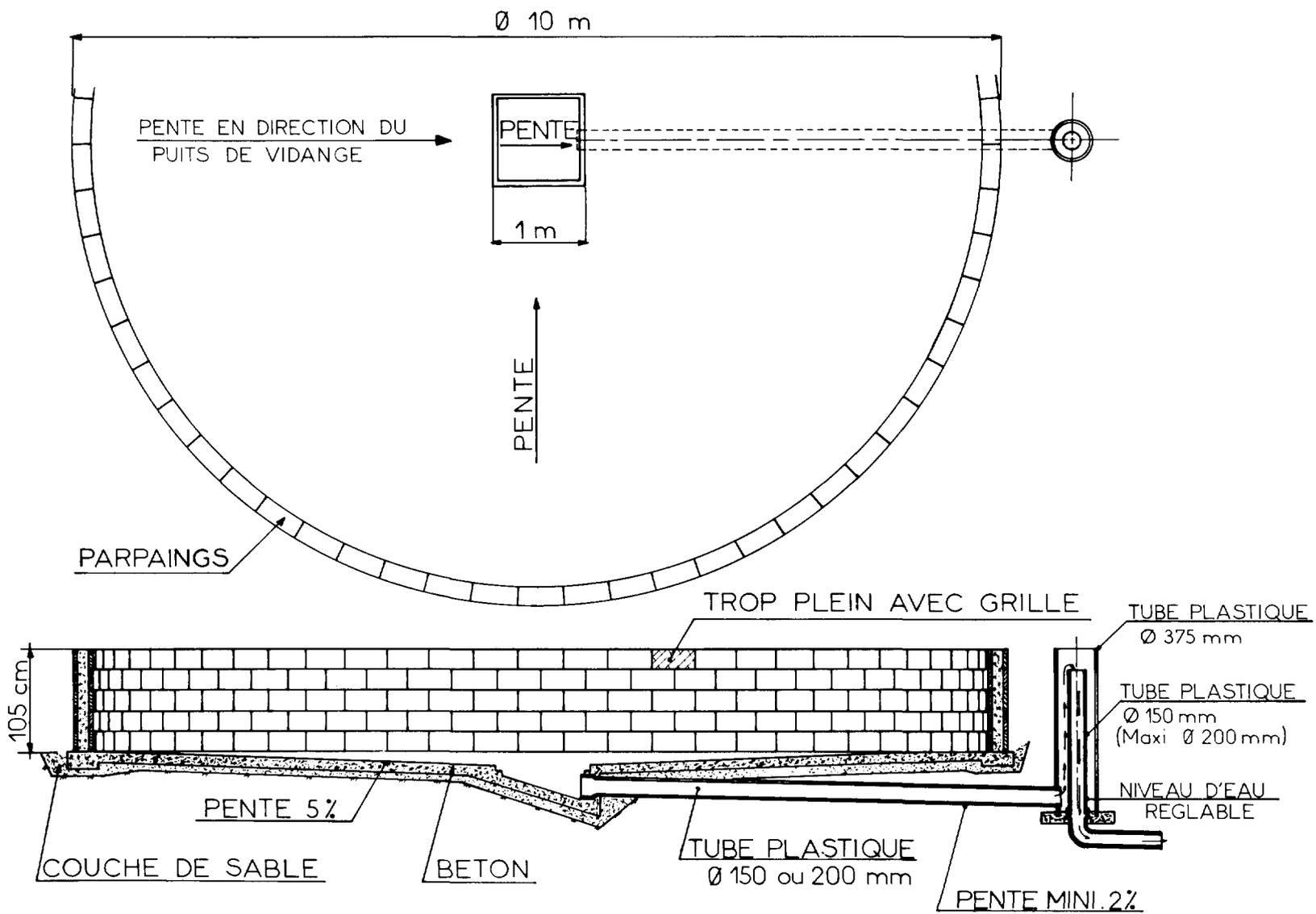


fig 6 \_ BASSIN D'ÉLEVAGE \_ SUNNDALSORA \_

Les normes d'utilisation des bassins d'élevage pratiquées en Norvège sont regroupées dans le tableau 4 . Elles font apparaître des densités variant de 4,5 à 11,3 kg/m<sup>2</sup> et des débits de 1 à 2,5 l/mn/kg selon le type de bassin utilisé (GAINON - 1976 - données non publiées).

Certaines piscicultures étant construites au fond des fjords, à proximité immédiate de la mer, des éleveurs utilisent l'eau de mer pompée à -20 ou -30 m comme régulateur thermique en hiver, les parrs étant élevés à une salinité de 10 à 20 ‰. Si le gain thermique favorise une meilleure croissance et assure ainsi une forte proportion de smolts de 1 an, des épizooties (*Vibrio anguillarum*) apparaissent souvent, même à très basse salinité, et cette technique est actuellement discutée.

La mortalité totale de l'oeuf au smolt varie de 10 à 70 %, parfois dans des cas extrêmes elle atteint 90 %. La station expérimentale du Collège d'Aquaculture de SUNNDALSÖRA élève comparativement une trentaine de lots issus de toutes les rivières du pays. Les résultats sont très variables, tant au point de vue taux de survie que croissance, mais généralement homogènes pour une souche donnée.

En août 1975, les tailles moyennes des différents lots de poissons de l'année s'échelonnaient entre 1 et 8 - 10 grammes.

La production actuelle est de l'ordre de 1 à 1,5 millions de smolts/an, pour les besoins de l'aquaculture, dont 400 000 produits par la firme A/S MOWI dans deux stations d'élevage.

### 1.3 - Alimentation

#### 1.3.1 - Nourriture

Le démarrage de l'alimentation des saumons se fait généralement avec des aliments composés, contrairement aux techniques utilisées en Grande-Bretagne, Irlande et URSS où une part d'aliment naturel est utilisée pendant les premières semaines (foie, rate, jaune d'oeuf).

L I E U	TYPE BASSIN	TAILLE BASSIN	HAUTEUR D'EAU CM	CHARGE KG	DEBIT L/MN	DENSITE KG/M2	DENSITE KG/M3	DEBIT L/MN/M2	DEBIT L/MN/KG
SUNNDALSÖRA	suédois	1,5 x 1,5 m	15	12 max	15	5,33	35,5	6,66	1,25
SUNNDALSÖRA	suédois	∅ 10 m	50	350 - 450	350	4,5 - 5,7	11,5	4,5	1
MATREDAL	suédois	∅ 1,5 m	100	20		11,3	11,3		
A/S MOWI	suédois	∅ 4 m	55	100	100	7,95	14,3	7,95	1
A/S MOWI	raceway	60 m <sup>2</sup>	150	400 (smolts)	1000	6,67	4,45	16,67	2,50

Tableau 4 - Normes d'utilisation des bassins d'élevage en eau douce  
(GAINON - 1976 - non publié)

Aliment TESS (SKRETTING)

C'est l'aliment composé le plus utilisé actuellement pour l'élevage du saumon.

Par la suite, certains élevages de truites utilisent des déchets de poisson supplémentés en vitamines.

		PROTEINES % MINIMUM	GRAISSES % MINIMUM	ENERGIE KCAL/KG		RAPPORT PROT.AN. PROT.VEG.	PRIX PAR KG SELON QUANTITE	
				PROTEINES	TOTAL		KrN	FF
T R U I T E	<u>PREMIER AGE</u>							
	- 1973	52	15	2 040	3 470	78/22	4,10-4,20	3,28-3,36
	- 1974	50	15	1 960			4,15-4,25	3,74-3,83
	- 1975	50	20	1 960	3 800		3,30-3,35	2,64-2,68
	<u>CROISSANCE</u>							
	- 1973	46	13	1 800	3 220	71/29	3,30-3,40	2,64-2,72
- 1974	45	13	1 770			3,45-3,55	3,11-3,20	
- 1975	43	20	1 690	3 680		2,85-2,90	2,28-2,32	
S A U M O N	<u>PREMIER AGE</u>							
	- 1973	55	16	2 160	3 670	88/12	4,10-4,20	3,28-3,36
	- 1974	54	16	2 120			4,90-5,00	4,41-4,50
	- 1975	53	20	2 080	3 910		3,80-3,85	3,04-3,08
	<u>CROISSANCE</u>							
	- 1973	52	15	2 040	3 470	78/22	4,40-4,50	3,52-3,60
- 1974	50	15	1 960			4,15-4,25	3,74-3,83	
- 1975	50	20	1 960	3 800		3,30-3,35	2,64-2,68	

Prix HT départ STAVANGER (juillet 1973 - avril 1974 - avril 1975)  
- catalogue TESS -

Tableau 5 - Composition globale et prix du granulé sec TESS - eau douce

On peut constater une évolution de la formule vers un aliment plus énergétique à haute teneur en graisses, aussi bien pour la truite que pour le saumon, en ce qui concerne l'aliment Premier Age. Par ailleurs, si la teneur en protéines diminue dans l'aliment croissance saumon (52 à 50 %) la teneur en graisses reste élevée (20 %) ce qui constitue un fait nouveau par rapport aux aliments précédemment utilisés, dont EWOS.

Tableau 6 - TABLE D'UTILISATION DU GRANULE "TESS" TRUITE (d'après TESS - 1973)

	1ER AGE		CROISSANCE				FINITION				
Nos nourriture	0	1.2	2.3	3.4	4.4a	4a.5	5	5.6	6	6	7
Nb truites Arc-en-Ciel / Kg	5000	5000-650	650-250	250-100	100-50	50-25	25-15	15-10	10-7	7-5	5
Longueur moyenne (en centimètres)	2,5	2,5 / 5	5 / 7,5	7,5 / 10	10 / 12,5	12,5 / 15	15 / 17,5	17,5 / 20	20 / 22,5	22,5 / 25	25
Température °c	Quantité en % du poids vif par jour										
4	3,8	3,0	2,5	1,9	1,5	1,3	1,1	0,9	0,8	0,7	0,6
6	4,0	3,2	2,6	2,0	1,7	1,5	1,3	1,1	1,0	0,9	0,8
8	4,8	3,8	3,0	2,4	1,9	1,7	1,5	1,3	1,2	1,1	1,0
10	5,5	4,5	3,6	2,8	2,2	2,0	1,7	1,5	1,4	1,3	1,2
12	6,5	5,2	4,2	3,2	2,5	2,3	2,0	1,7	1,6	1,5	1,4
14	7,5	6,0	5,0	3,7	2,9	2,6	2,3	2,0	1,8	1,7	1,6
16	8,5	7,0	5,8	4,3	3,5	3,0	2,6	2,3	2,1	2,0	1,9
18	5,0	4,5	3,7	3,0	2,4	2,2	1,9	1,6	1,5	1,4	1,3
20	3,0	2,6	2,3	2,0	1,6	1,4	1,2	1,0	0,9	0,8	0,7
Nb distributions	10	8		6		4		3		2	

### Aliment EWOS

La firme EWOS fut la première en Europe à commercialiser une nourriture adaptée à l'élevage du saumon atlantique dès 1960. Cet aliment d'un prix élevé donnait cependant des résultats très variables selon les utilisateurs, ce qui a conduit à mettre au point une nouvelle formule d'aliment démarrage plus riche en graisses.

La mise au point de l'aliment SKRETTING a provoqué un recul de l'aliment EWOS dans les élevages norvégiens, principalement grâce à son prix plus intéressant. EWOS reste cependant largement utilisé en Suède et dans d'autres pays.

La composition de l'aliment EWOS a évolué depuis sa création (voir tableau 7), en particulier par une modification des teneurs en graisses et en hydrates de carbone.

L'aliment Premier Age saumon F 48 est maintenant pratiquement remplacé par le F 139. Pour cette formule, on constate une diminution du taux de protéines (58 à 55 %), une stabilité des graisses (16 %) et une augmentation des hydrates de carbone (8 à 13 %). Il est disponible en tailles 1 et 2.

L'aliment Croissance saumon F 49 a été par contre enrichi en protéines (50 à 52 %), en graisses (6 à 10 %) et sa teneur en hydrates de carbone est passée de 26 à 21 %. Il reste cependant moins énergétique que l'aliment TESS. Il est commercialisé en cinq tailles : n° 2 - 3 - 4P - 5P - 6P .

### 1.3.2 - Modes de distribution

L'utilisation des bacs circulaires implique un nombre important d'unités d'élevage nécessitant une automatisation.

La plupart des installations d'alevinage en eau douce sont équipées de distributeurs automatiques commercialisés par EWOS ou SKRETTING.

		PROTEINES %	GRAISSES %	CENDRES %	HUMIDITE %	CELLULOSE %	EXTRACTIF NON AZOTE %
E W O S T R U I T E	<u>PREMIER AGE</u>						
	- 1972 F.32	42	5,5	10	6	2	34,5
	- 1974 F.145	46	9	9	7	2,7	26,3
	<u>CROISSANCE</u>						
	- 1972 F.141	35	9	10	7	3	36
	- 1974 F.52 BP	36	8,5	10	7	4,6	33,9
E W O S S A U M O N	<u>PREMIER AGE</u>						
	- 1972 F.48	64	8	12	7	1,5	7,5
	- 1972 F.139	58	16	11	7	1,4	6,6
	- 1974 F.48	59	10,5	10	7	2,5	11
	- 1974 High Fat Type	55	16	9	7	2	11
	<u>CROISSANCE</u>						
	- 1972 F.49	50	6	10	8	2	24
- 1974 F.49	52	10	10	7	3,5	17,5	

Tableau 7 - Evolution de la composition des aliments secs EWOS - eau douce

## 2 - TRANSPORT ET ADAPTATION A L'EAU DE MER

=====

Les smolts de saumons et de truites sont généralement transférés dans les élevages marins au printemps, d'avril à juin (5 à 15°C selon les sites d'élevage).

On considère que pour les deux espèces, l'adaptation peut se faire sans transition sous réserve d'une taille suffisante et de conditions favorables existant au printemps (température - photopériode), mais la plupart du temps une adaptation progressive est pratiquée par le producteur de smolts : la salinité est portée à 15 ‰ le premier jour, puis progressivement à 34 ‰ en une semaine.

La situation géographique de nombreuses écloséries, à proximité immédiate de la mer, permet en effet de pomper l'eau de mer dans les bassins d'élevage.

La truite doit avoir une taille minimum de 35 à 40 grammes et, pour plus de sécurité 50 grammes, pour être adaptée avec succès à l'eau de mer. Dans le cas d'écloséries utilisant l'eau de mer pour réchauffer l'élevage, des truitelles de 33 grammes après avoir été élevées à une salinité de 12 à 26 ‰ pendant l'hiver sont transférées directement à 34 ‰ sans difficulté. Dans certains élevages du Sud de la Norvège, de grosses truitelles de l'année (90 à 100 g) sont adaptées en septembre et, à l'âge d'un an et demi, elles atteignent 1,5 à 3 kg.

L'adaptation des smolts de salar semble plus délicate. Les smolts de 1 an ou 2 ans, variant de 13 à 20 cm (minimum 22 g) doivent être adaptés à la bonne période (mai - juin) qui, selon certains éleveurs, ne dure que 2 à 4 semaines. Certains producteurs pratiquent le transfert direct faute d'équipements d'adaptation. Les écarts de température et les manipulations doivent être réduits au maximum.

Les mortalités suivant l'adaptation sont généralement faibles : inférieures à 15 % pour le saumon et 10 % pour la truite en 30 jours, mais il n'est pas rare de constater des mortalités importantes chez certains éleveurs. Des pertes de l'ordre de 90 % ont été enregistrées.

Le transport des smolts, de la pisciculture à la ferme marine, pose des problèmes ardues vu l'éloignement des sites et les difficultés de transport.

Il peut s'effectuer par camion ou par conteneur flottant selon les cas, la plupart du temps en eau de mer, après adaptation à l'écloserie. Le chargement s'effectue avec une pompe à poissons identique à celles utilisées en France par certains pisciculteurs.

Les conteneurs permettent souvent de longs transferts et BRAATEN (1975) rapporte les résultats des transports effectués sur 6 jours dans des conteneurs de 60 m<sup>3</sup> où 28 000 truites (mortalité nulle) et 24 000 saumons (mortalité 2 %) ont été transférés dans divers élevages le long de la côte.

Les conteneurs utilisés par la firme MOWI sont constitués de deux coques symétriques en fibre de verre, boulonnées entre elles, remplies d'eau et amarrées par deux à des flotteurs en bois (4 m de long). Chaque conteneur, d'un volume de 14 m<sup>3</sup>, est équipé de deux ouvertures grillagées qui permettent la circulation de l'eau. Le remorquage se fait à vitesse lente, par beau temps, entre les différentes stations d'élevage. Un conteneur permet de transporter 1 tonne de poisson environ (voir photo 22).

photo BILLARD . INRA



photo 21 - CUVE DE TRANSPORT

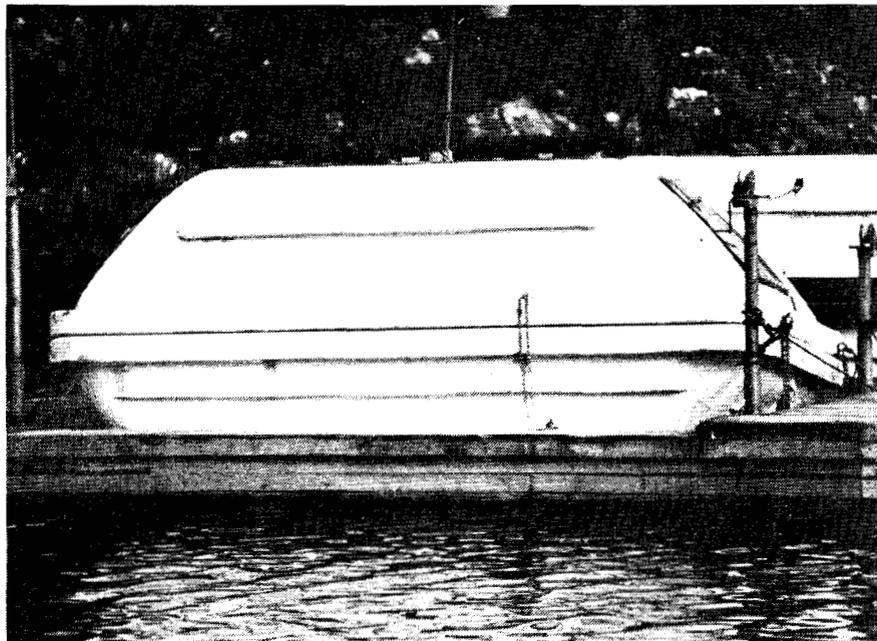


photo 22 - VIVIER FLOTTANT

### 3 - NUTRITION EN EAU DE MER

=====

La quasi totalité des élevages marins utilise une nourriture naturelle. Un aliment composé sec, récemment mis au point, semble maintenant adapté aux besoins nutritifs en eau de mer et l'augmentation récente des prix du poisson frais, en particulier dans le Sud du pays, incite un certain nombre d'éleveurs à choisir cette solution.

#### 3.1 - Nourriture fraîche ou mixte

La nourriture utilisée varie selon la saison, la disponibilité des produits, la situation géographique des élevages et le prix de la matière première.

D'une façon générale, elle est constituée d'un mélange de poisson ou de sous-produits de la pêche industrielle (70 à 90 %), déchets de décorticage de crevettes Pandalidae (5 à 15 %) et de farine vitaminée avec liant (5 à 20 % )

En effet, les éleveurs de truites et saumons qui ont utilisé uniquement des déchets de poissons ordinaires, de harengs et de crustacés pour la nourriture des truites ont remarqué qu'une grande partie des matières nutritives intéressantes et aisément solubles sont perdues dans la manipulation et la distribution des nourritures. Il en résulte souvent une pollution forte de l'eau d'élevage et l'on peut enregistrer une mortalité importante en raison d'une maladie occasionnée par l'insuffisance d'éléments nutritifs. La carence en vitamine B1 (thiamine) s'avère très préjudiciable dans les élevages utilisant uniquement du poisson frais et en particulier du hareng.

##### 3.1.1 - Constituants

###### 3.1.1.1 - Poissons et déchets divers

###### - Espèces, prix et disponibilité

En ce qui concerne la truite arc-en-ciel, les éleveurs disposent d'une grande latitude dans le choix de la nourriture : ils utilisent un mélange broyé de tacaud, roussette, larçon, sprat, capelin, merlan et déchets de filetage : merlan, lieu noir.

Le saumon est par contre plus difficile à satisfaire et le capelin (*Mallotus villosus*) constitue la base de son alimentation en élevage. Le capelin, espèce très nordique, est un petit salmonidé qui atteint la maturité sexuelle à 2 ou 4 ans pour une taille de 13 à 20 cm. Il vit à une profondeur de 150 m environ et remonte pendant la nuit à la surface. En décembre, il forme de grands bancs qui, partant de la mer de Barentz, descendent le long des côtes du Finmark. L'huile de capelin capturé en été est riche en pigment caroténoïde (astaxanthine) qui permet la coloration de la chair des saumons (voir fig. 7).

Les prix pratiqués sont d'autant plus intéressants que l'élevage est proche des zones de production. Cependant, les chiffres annoncés sont assez variables et tous les éleveurs font état d'une augmentation substantielle ces dernières années.

LIEU ET DATE		P R I X		SOURCE INFORMATION
		KrN	FF	
GRONDVEDT - HITRA	1972	0,65	0,52	Rapport mission CNEOX 1972
STRÖM - HITRA	1972	0,50	0,40	CTGREF 1974
FRØYA - EDELFIK	1973	0,50	0,40	G. REPPE Comm. pers. 1973
		0,90	0,72	CTGREF 1974
NORLAKS - SYKKYLVEN	1973	0,43-0,65*	0,34-0,52	CTGREF 1974
A/S MOWI - BERGEN	1973	0,45-0,75*	0,36-0,60	T. MOWINKEL Comm. pers. 1975
	1974	1,47*	1,32	" " 1975
	1975	1,0 -1,20*	0,80-0,96	" " 1975

\* Congélation et stockage inclus

Tableau 8 - Indication de coûts du kg de capelin

L'approvisionnement saisonnier conduit les éleveurs à stocker au froid (-30 à -40°C), en grandes quantités, le capelin entier qu'ils achètent généralement déjà congelé.

- Apports de la pêche norvégienne

La pêche norvégienne, qui occupe plus de 6 % de la population active, est en expansion rapide. Les apports sont passés de 1 700 000 tonnes en 1958 à 2 830 342 tonnes en 1974, les tonnages pêchés par espèce pour cette dernière année étant les suivants :

- capelin	: 1 029 499 tonnes
- morue	: 234 222 tonnes
- tacaud	: 257 669 tonnes
- hareng - sprat	: 94 140 tonnes
- lieu noir	: 119 594 tonnes
- maquereau	: 287 406 tonnes
- saumon et truite de mer	: 1 539 tonnes
- crevette	: 15 171 tonnes

- Composition de certains éléments frais entrant dans l'alimentation du saumon

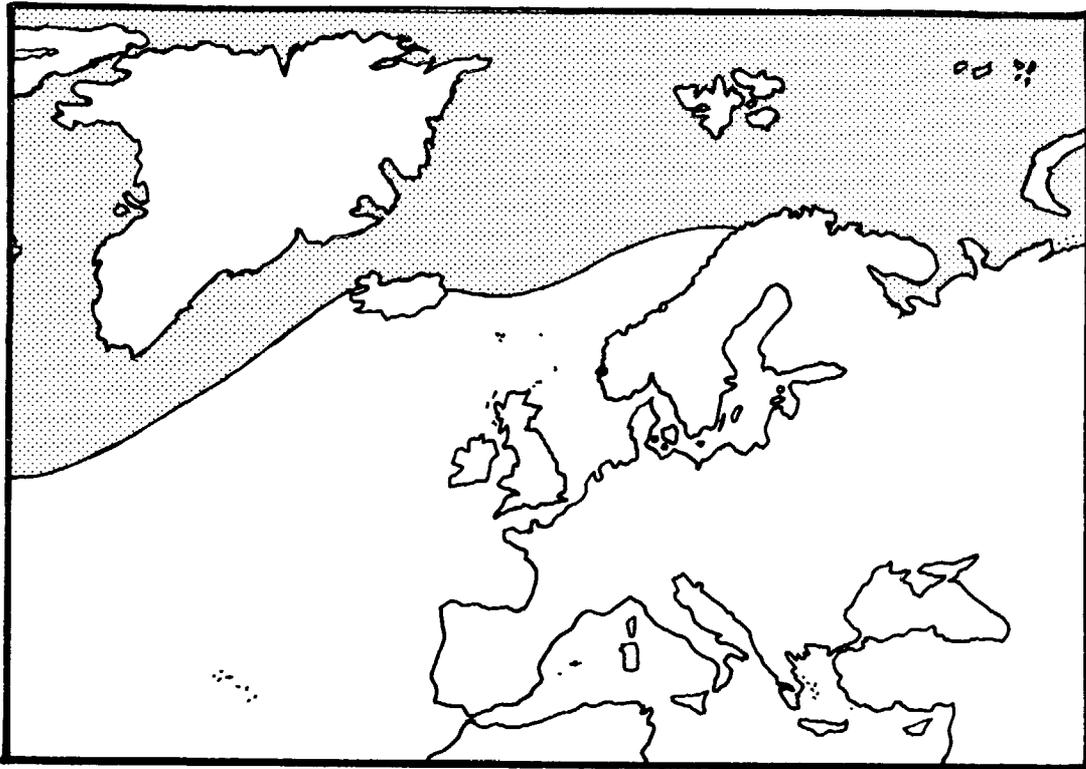
Les différents constituants sont de composition variable selon les espèces utilisées (voir tableau n° 10), et on constate en particulier des variations dans la teneur en graisses et en vitamines.

Les nourritures fraîches les plus énergétiques sont constituées par les poissons gras, mais ceux-ci doivent être stockés rapidement au froid pour éviter le rancissement des graisses, et on doit parfois utiliser un anti-oxydant.

Les poissons maigres, plus faciles à stocker, possèdent une faible teneur en lipides, ce qui nécessite l'adjonction de graisses marines pour obtenir une croissance rapide.

Dans tous les cas, il est possible de corriger la composition de l'aliment par addition de farines vitaminées, de vitamines pures ou de graisses marines.

*Mallotus villosus* (CAPELIN)



*Pandalus borealis* (CREVETTE ROUGE)

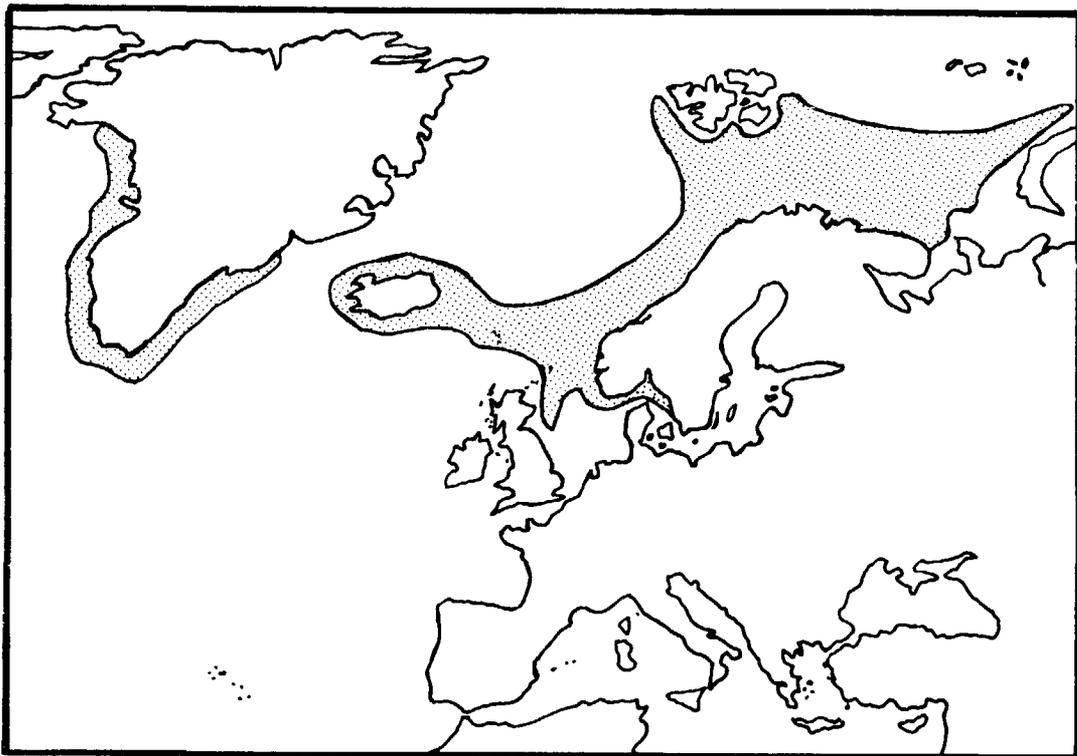


figure 7 \_ REPARTITION GEOGRAPHIQUE DE DEUX ESPECES  
UTILISEES COMME NOURRITURE

3.1.1.2 - Déchets de crevettes

Les déchets de crevettes interviennent dans l'alimentation comme produit de finition et en période de maturation des reproducteurs. L'astaxanthine de la carapace permet d'obtenir naturellement la pigmentation rose de la chair du saumon et de la truite.

Les déchets utilisés proviennent du traitement de la crevette rouge norvégienne (*Pandalus borealis*) dont la majeure partie est commercialisée décortiquée.

Cette espèce qui vit sur fonds meubles de 50 à 500 mètres, à une température de 0 à 8°C, gagne les couches supérieures pendant la nuit. Elle alimente une pêche importante en Norvège.

La coloration de la chair du saumon est obtenue par addition de 10 à 15 % de déchets de crevettes à l'aliment distribué, pendant 6 à 8 semaines avant la commercialisation, 2 mois avec 10 % de déchets de crevettes décortiquées à la main selon UTNE (1974).

De nombreux éleveurs cependant jugent préférable d'en utiliser 5 % pendant toute la durée de l'élevage, ceci permettant une plus grande souplesse quant à la date de commercialisation. Actuellement, la plupart de la production, traitée mécaniquement, possède une teneur moins grande en astaxanthine (BRAATEN - 1975). Il semble que les demandes croissantes de l'aquaculture pour ce sous-produit entraînent déjà des difficultés d'approvisionnement pour les éleveurs.

Les prix pratiqués, indiqués par les différentes personnes rencontrées, sont les suivants :

LIEU ET DATE		P R I X		SOURCE INFORMATION	
		KrN	FF		
STRÖM - HITRA	1972	1,0	0,80	CTGREF	1974
FRØYA - EDELFIK	1973	0,70	0,56	CTGREF	1974
NORLAKS - SYKKYLVEN	1973	1,0	0,80	CTGREF	1974
MØLLER	1973	1,0	0,80	CTGREF	1974
SUNNDALSØRA	1975	1,10	0,88	T.REFSTIE Comm.pers.1975	

Tableau 9 - Indication de coûts des déchets de crevettes

En dehors des crevettes, divers crustacés planctoniques (copépodes) peuvent apporter un appoint de pigmentation. Ils sont soit directement capturés par les poissons dans les cages, soit pêchés au filet à plancton fixe dans certains fjords.

L'abondance du plancton due à des conditions hydrologiques particulières est un facteur important du choix d'un site. Certains éleveurs affirment même que la richesse de l'eau en plancton les dispense de distribuer des déchets de crevettes.

### 3.1.1.3 - Farines vitaminées

Les farines utilisées permettent d'apporter un certain nombre de constituants tels que vitamines, minéraux, protéines et assurent un rôle de liant. Ce type de farine peut être utilisé dans une proportion de 5 à 20 % de la nourriture fraîche.

#### - Rôle et composition

La composition d'une farine peut répondre à plusieurs exigences :

- . apporter à la fois un effet liant et une proportion importante de protéines très digestibles,
  - . apporter le liant et une quantité beaucoup plus faible de protéines,
  - . apporter exclusivement le liant : il s'agit généralement de sodium carboxyméthyl cellulose (CMC) utilisé jusqu'à 3 % de la ration, seul ou associé à d'autres composants : alginates de sodium ou guanogum.
- Le liant permet de réduire la perte d'aliment de 50-70 % à 20-30 %.

#### - Mode d'utilisation

La proportion utilisée est variable selon les élevages, elle est calculée en fonction de la composition de la matière première fraîche utilisée. La farine est mélangée dans un malaxeur (10 à 15 minutes) puis pressée à travers une grille pour obtenir de gros granulés dont la consistance varie avec la quantité utilisée. A haute teneur de farine (20 %) l'aliment se tient bien et peut être distribué dans certains nourrisseurs automatiques. Cependant, la majorité des éleveurs préfèrent utiliser une teneur moindre (5 à 10 %) et distribuer le mélange à la main.

ELEMENT NUTRITIF	Matière sèche %	Composition % poids humide				Composition % poids sec				Equivalent en Kcal par Kg de matière sèche	Contenu en vitamine par Kg				Kg pour 1 Kg de matière sèche
		Protéine brute	Graisse totale	Extractif non azoté	Cendres	Protéine brute	Graisse totale	Extractif non azoté	Cendres		A (u.i)	D3 (u.i)	E (u.i)	B1 (mg)	
<u>Poissons maigres</u>															
Colin, flétan	22,0	17,5	0,8	—	3,7	79,6	3,6	—	16,8	3 392	—	—	—	0,3	4,55
Déchet filet de colin	22,5	17,5	0,5	—	4,5	77,8	2,2	—	20,0	3 210	—	—	—	0,3	4,44
Petite morue	21,0	16,0	2,0	—	3,0	76,2	9,5	—	14,3	3 732	—	500	—	0,5	4,76
Déchet filet de morue	21,0	16,0	1,0	—	4,0	76,2	4,8	—	19,0	3 356	—	500	—	0,5	4,76
Mélange de poisson	20,0	13,7	3,5	—	2,8	68,5	17,5	—	14,0	4 072	11 000	—	—	1,4	5,00
Lieu noir	24,0	18,5	2,5	—	3,0	77,1	10,4	—	12,5	3 839	—	—	—	—	4,17
<u>Poissons gras</u>															
Langon	27,0	17,5	7,0	—	2,5	64,8	25,9	—	9,3	4 600	17 000	—	—	2,2	3,70
Capelin (Janv./Fév.)	29,5	17,3	10,0	—	2,2	58,6	33,9	—	7,5	4 997	—	—	—	—	3,39
Capelin (Mars/Avril)	24,5	17,3	5,0	—	2,2	70,5	20,5	—	9,0	4 390	—	—	—	—	4,08
Petit hareng	25,5	17,3	6,0	—	2,2	67,8	23,5	—	8,7	4 524	11 000	2 000	—	0,2	3,92
Brisling	27,5	17,3	8,0	—	2,2	63,0	29,0	—	8,0	4 777	7 000	5 000	—	0,4	3,64
<u>Déchets</u>															
Foie	29,0	20,0	4,0	3,0	2,0	69,0	13,8	10,4	6,8	3 961	715 000	500	14	3,0	3,45
Sang	18,5	17,5	0,2	—	0,8	94,6	1,0	—	4,4	3 770	7 000	—	—	0,1	5,41
<u>Matières grasses</u>															
Huile de poisson	100	—	100	—	—	—	100	—	—	8 000	700 000	70 000	—	—	1,00
Huile de hareng	100	—	100	—	—	—	100	—	—	8 000	—	—	—	—	1,00
Huile de soja	100	—	100	—	—	—	100	—	—	8 000	—	—	—	—	1,00

Tableau 10 - COMPOSITION DE CERTAINS ALIMENTS FRAIS ENTRANT DANS L'ALIMENTATION DU SAUMON

			Composition % poids humide				Composition % poids sec					Vitamines / Kg				
		Matière sèche	Protéine brute	Graisse totale	Extractif non azoté	Cendres	Protéine brute	Graisse totale	Extractif non azoté	Cendres	Valeur énergétique en Kcal / Kg	A (u.i.)	D3 (u.i.)	E (u.i.)	B1 (mg)	Prix en KrN / Kg
FARINE TESS	Vitaminée 10% 1973	90	35.0	1.2	43.0	5.5	39.0	1.3	47.5	6.0	2 550	50.000	7.200	200	200	2.10 - 2.20
	Vitaminée 10% 1974	90	9.0	3.0			9.9	3.3								2.30 - 2.40
	Vitaminée 10% 1975	90	11.0	4.0			12.1	4.4			2 150	50.000	7.200	200	200	2.10 - 2.15
	Sans vitamines 10% 1975	90	11.0	4.0			12.1	4.4			2 150	0	0	0	0	1.70 - 1.75
	Vitaminée reproducteur 10% 1975	90	10.0	3.0			11.0	3.3			2 100					3.90 - 3.95
	Vitaminée 1% 1975	90	6.0	2.0			6.6	2.2			1 660					10.30 - 10.35
ALIMENTS COMPOSES TESS	Saumon Nos 6 - 7 1973	90	44.0	12.0	26.0	8.0	44.4	13.3	28.9	8.9	3 250	17.500	2.500	50	20	
	Saumon Nos 4-5-6-7-8 1975	90	43.0	20.0			48.7	22.0			3 670					2.50 - 2.55
	Saumon + Cantaxanthine 7-8	90	43.0	20.0			48.7	22.0			3 670					2.85 - 2.90
	Truite Nos 4-5-6-7-8	90	42.0	15.0			46.4	16.5			3 270					2.10 - 2.15
	Truite + Cantaxanthine	90	42.0	15.0			46.4	16.5			3 270					2.45 - 2.50
EWOS	Saumon normal	88	46.0	12.0	20.4	6.0					3 500					2.15
	Saumon + Cantaxanthine	88	46.0	12.0	20.4	6.0					3 500					2.45

Tableau 11 - COMPOSITION DE LA FARINE TESS ET DES ALIMENTS COMPOSES TESS ET EWOS

	Matière sèche %	Protéine brute %	Graisse totale %	Extractif non azoté %	Cendres %	Valeur énergétique en Kcal par Kg	VITAMINES			
							A (u.i)	D3 (u.i)	E (u.i)	B1 (mg)
Besoin par Kg de matière sèche	100,0	60,0	15,0	15,0	10,0	3780	16000	3000	60,0	15,0
<u>COMPOSITION NUTRITIVE - EXEMPLE 1</u>										
Lieu noir, flétan 90% .....	19,8	15,8	0,7	—	3,3	672	—	—	—	0,3
Farine TESS 1973 10% .....	9,0	3,5	0,1	4,3	0,6	230	5000	720	20,0	20,0
TOTAL 100% .....	28,8	19,3	0,8	4,3	3,9	902	5000	720	20,0	20,3
Teneur par Kg de matière sèche .....	100,0	67,0	2,8 *	14,9	13,5	3130	17350	2500	69,0	70,4
* Dans ce cas, on pourrait utiliser avantageusement 4% de graisse d'origine marine stabilisée par 0,05% d'antioxydant. La composition devient alors :										
Teneur par Kg de matière sèche .....	100,0	58,3	15,0	12,9	11,7	3790	16650	2400	66,0	67,5
<u>COMPOSITION NUTRITIVE - EXEMPLE 2</u>										
Capelin (Mars/Avril) 90% .....	22,1	15,6	4,5	—	2,0	970	—	—	—	—
Farine TESS 1973 10% .....	9,0	3,5	0,1	4,3	0,6	230	5000	720	20,0	20,0
TOTAL 100% .....	31,1	19,1	4,6	4,3	2,6	1200	5000	720	20,0	20,0
Teneur par Kg de matière sèche	100,0	61,5	14,8	13,9	8,4	3864	16100	2320	64,4	64,4

Tableau 12 - DEUX EXEMPLES DE NOURRITURE MIXTE (D'APRES TESS - 1973)

## - Farines TESS

La marque TESS met sur le marché depuis plusieurs années une farine qui peut être mélangée à la nourriture fraîche.

Farine TESS 10 % : on note une évolution de la formule depuis plusieurs années. La farine commercialisée en 1973 possédait une teneur élevée en protéines (35 %) qui a été réduite à 9 % en 1974 et relevée à 11 % en 1975. Pendant la même période, les graisses variaient de 1,2 % à 3 et 4 %. La formule a donc évolué pour jouer principalement un rôle de liant tout en conservant une faible teneur en protéines. Elle est disponible avec ou sans vitamines. Il est à noter que certains éleveurs préfèrent ajouter eux-mêmes de la thiamine (vitamine B1) au mélange humide à raison de 2 à 3 grammes par 100 kg d'aliment.

Une formule vitaminée spéciale pour reproducteurs, à ajouter à raison 10 % au mélange humide, est également commercialisée. Elle possède une teneur en protéines réduite à 10 % et en lipides à 3 %.

Farine TESS 1 % : cette farine vitaminée qui est additionnée à raison de 1 % au mélange apporte un effet liant. Sa teneur en protéines (6 %) et en graisses (2 %) est basse.

### 3.1.2 - Composition

Elle est variable selon les élevages et les possibilités d'approvisionnement.

#### 3.1.2.1 - Deux exemples de nourriture équilibrée fournis par la firme TESS un 1973 (voir tableau 12)

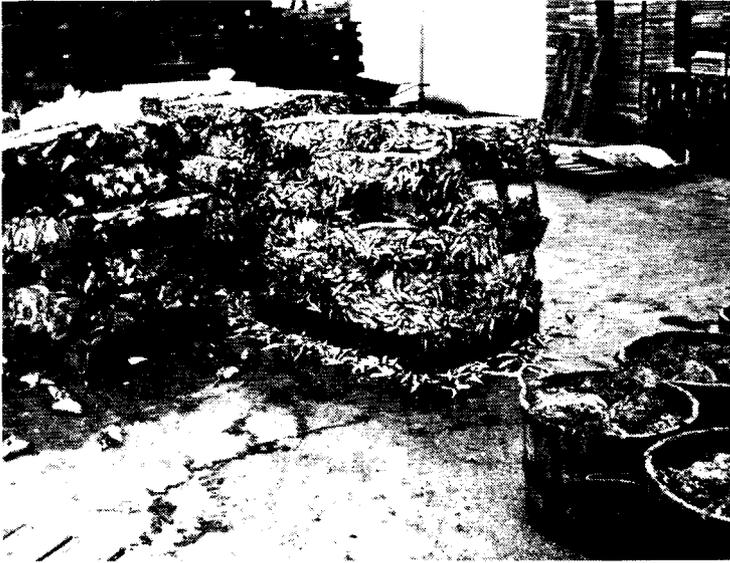
##### - Exemple 1

L'éleveur dispose de flétan et de lieu noir comme base fraîche de l'aliment. Ces poissons ont une faible teneur en graisses et n'apportent pas les vitamines essentielles en quantité suffisante. La farine mélangée à 10 % du total apporte les vitamines, mais la formule finale reste pauvre en graisses : 2 - 8 % de la matière sèche, et dans ce cas il est préconisé d'ajouter 4 % de graisses d'origine marine (huile de capelin) pour équilibrer la formule et obtenir une teneur en graisses de 15 %.

##### - Exemple 2

Le poisson servant de base à l'alimentation est du capelin, poisson gras qui additionné de 10 % de farine donne une composition satisfaisante.

photo BILLARD - INRA



23

photo BILLARD - INRA



24



25



26

photos 23 à 26 - PREPARATION ET DISTRIBUTION DE NOURRITURE MIXTE

### 3.1.2.2 - Cas général

Selon UTNE (1974), l'aliment utilisé correspond à la composition moyenne suivante :

	COMPOSITION EN POIDS SEC	COMPOSITION EN POIDS HUMIDE
PROTEINES	40 à 50 %	10 à 15 %
GRAISSES	20 à 40 %	5 à 10 %
HYDRATES DE CARBONE	12 à 20 %	3 à 5 %
CENDRES	12 à 15 %	3 à 4 %
EAU	0 %	75 à 80 %

On s'oriente progressivement vers un remplacement partiel des protéines par des graisses comme source d'énergie, ce qui va dans le sens d'une économie.

Les estimations de PHILLIPS et BROCKWAY (1959) considérant comme nécessaires que 60 % des calories utilisables dérivent des protéines, si elles semblent adaptées à l'élevage des alevins, ne s'appliquent pas à l'élevage de gros poissons. UTNE (1974) estime que 40 à 45 % des calories fournies par les protéines constituent une proportion suffisante. En augmentant la teneur en lipides, la croissance de la truite et du saumon peut être accrue même si la teneur en protéines est réduite de 50 à 38 % (HVIDSTEN et AUSTRENG - 1974). Dans cette même expérience, la proportion  $\frac{\text{protéine animale (farine de capelin)}}{\text{protéine végétale}}$  a été réduite à 50 % sans diminuer la croissance de la truite arc-en-ciel.

Les graisses, si elles sont de bonne qualité, peuvent représenter au moins la moitié de la valeur énergétique de l'aliment. Leur utilisation doit cependant être soigneusement contrôlée car des lipides inadaptés peuvent modifier le goût de la chair (BRAATEN - 1975). On doit en particulier tenir compte des facteurs suivants :

- état de fraîcheur de la matière première,
- état de fraîcheur de l'aliment lors de son utilisation,
- teneur en acides gras essentiels et insaturés,
- utilisation d'anti-oxydants.

Le choix des graisses à utiliser donne lieu à une controverse : certains sont partisans de n'utiliser que des huiles d'origine marine, d'autres pensent que des huiles végétales (soja) peuvent être utilisées sans risque pour le poisson.

Il semble qu'en Norvège la première hypothèse domine, peut-être en partie à cause de la facilité d'approvisionnement en huiles de bonne qualité.

### 3.2 - Aliments composés secs

La nourriture sèche a longtemps été considérée comme ayant un rendement énergétique inférieur aux mélanges mixtes en eau de mer. On pense en particulier que l'aliment frais (70 à 75 % d'humidité) apporte suffisamment d'eau pour couvrir les besoins hydriques du poisson en élevage, alors qu'avec un aliment sec il doit puiser cette eau dans le milieu extérieur (30 à 35 ‰ de salinité), ce qui consomme de l'énergie.

Il semble cependant que certains fournisseurs aient mis au point une formule sèche bien adaptée qui a donné récemment de bons résultats. Il faut cependant rapporter ces résultats aux conditions particulières propres à la Norvège (température - salinité) et ne pas les généraliser trop hâtivement.

#### 3.2.1 - Aliment TESS (T. SKRETTING A/S)

##### 3.2.1.1 - TESS truite et saumon (1971 - 1973)

Jusqu'en 1973, l'aliment commercialisé était censé satisfaire les besoins de la truite comme du saumon. Il possédait environ 40 % de protéines et 12 % de graisses (3 250 kJ/kg).

Il s'avéra bon pour la truite arc-en-ciel mais inadapté pour le saumon.

##### - Essai de l'aliment TESS sur la truite arc-en-ciel en eau de mer

(d'après TESS - 1971) - Une expérience portant sur 1 500 truites de 200 g s'est déroulée entre le 10 mai et le 15 novembre 1971, dans une cage flottante appartenant à la société MØRE - EDELFISH à MOLDE.

+ Conditions de l'expérience :

- salinité : 27 ‰
- cage flottante de 28 m<sup>2</sup> et 1,5 m de profondeur (42 m<sup>3</sup>)
- durée de l'expérience : 189 jours
- aliment utilisé : TESS n° 6 pour élevage en mer + déchets de crevette les 3 derniers mois. Distribution 3 à 6 fois par jour à raison de 1,5 à 2 % du poids par jour.
- charge finale : 50 kg/m<sup>2</sup> environ (33 kg/m<sup>3</sup>).

+ Résultats :

- mortalité : 2 %
- poids unitaire en fin d'expérience : 973 g
- croissance journalière moyenne : 0,837 %
- gain de poids total : 1130 kg
- aliment distribué : 2 000 kg
- taux de transformation : 1,77

+ Coût de production :

- achat de truites 16 KrN/kg..... 3,20 KrN (2,56 FF)
- aliment..... 2,10 KrN (1,68 FF)
- prix de revient par kg (hors main d'oeuvre et amortissement) ..... 5,30 KrN (4,24 FF)

3.2.1.2 - Aliment TESS - truite eau de mer - 1975

La formule originale a été modifiée dans le sens d'un enrichissement en graisses : 42 % de protéines et 15 % de graisses (3 270 kcal/kg).

3.2.1.3 - Aliment TESS - saumon en eau de mer - 1975

Un nouvel aliment testé expérimentalement depuis 1973 est désormais disponible sur le marché norvégien. Sa composition est dérivée de l'aliment en eau douce dont il garde la teneur en graisses élevée : 20 %. Le taux de protéines est abaissé à 43 % et sa valeur énergétique est évaluée à 3 670 kcal/kg.

- Essai de l'aliment TESS saumon (d'après T. SKRETTING A/S - 1975)

Une expérience de croissance sur 3 000 saumons atlantiques s'est déroulée à SIREVAG, près de STAVANGER, à la station de recherche O. HOLMANE, du 17 octobre 1973 au 10 mai 1975 (570 jours). Trois aliments différents dont l'aliment sec TESS saumon ont été testés.

+ Conditions de l'expérience :  
.....

- élevage en cages flottantes (1 000 smolts par cage)
- les poissons ont été obtenus de la firme A/S MOWI où ils avaient déjà passé un été en mer. Leur poids individuel était de 386 g
- distribution à satiété 3 fois par jour en été, 2 fois par jour en hiver
- température à 1,80 m de profondeur, moyenne de 8,3°C (3,5 à 15°C)

+ Aliments utilisés :  
.....

Les trois groupes de poissons ont reçu une alimentation différente :

- GROUPE 1 : Aliment sec TESS saumon

Un aliment sec TESS truite (1 650 kg) a été utilisé du 17 octobre 1973 au 1er juin 1974

- GROUPE 2 : Mélange constitué de :

- . poissons frais divers..... 76 %
- . déchets de crevettes..... 9 %
- . huile rouge de capelin..... 5 %
- . farine TESS vitaminée..... 10 %

- GROUPE 3 : Mélange constitué de :

- . poissons frais divers..... 80 %
- . déchets de crevettes..... 10 %
- . farine TESS vitaminée..... 10 %

		GROUPE 1	GROUPE 2	GROUPE 3
COMPOSITION DE L'ALIMENT	Protéine brute %	43,0	17,6	18,5
	Graisses %	20,0	8,2	3,4
	Valeur énergétique kcal/kg	3 670	1 450	1 110
	Matière sèche %	90,0	34,0	30,5
RESULTATS	Poids moyen départ kg	0,386	0,386	0,386
	Poids moyen arrivée kg	3,910	3,588	3,203
	Kcal nécessaires par kg de chair produite	9 900	13 500	13 000
	Taux de transformation	2,76	10,0	11,8

Tableau 13 - Essai alimentaire TESS - Composition et résultats

(voir fig. 8)

- La mortalité a été très faible : 7 poissons sont morts d'une cause inconnue et 188 à la suite d'un manque d'oxygène à l'automne 1974 lors d'un bloom d'algues brunes.
  - L'état sanitaire général était satisfaisant dans tous les groupes et les viscères normaux.
  - La qualité, la coloration et le goût ont été reconnus de premier ordre pour les groupes nourris avec l'aliment frais. Le lot recevant l'aliment sec présentait une couleur plus pâle mais une qualité de goût identique aux autres lots. La coloration a été obtenue par utilisation d'huile rouge de capelin et d'une demi dose de carophylle rouge (10 % cantaxanthine) pendant les 3 derniers mois.
  - Les résultats semblent montrer que l'aliment sec est utilisé de façon plus efficace que les mélanges humides, en particulier en ce qui concerne le bilan énergétique.
- Utilisation pratique de cet aliment en Norvège

Si les nourritures mixtes sont encore utilisées par la majorité des éleveurs, les résultats satisfaisants de l'aliment sec ont conduit plusieurs exploitations à opter pour cette solution, principalement dans le Sud du pays où le prix des produits de la pêche est plus élevé du fait du transport.

A) d'après Skretting 1975

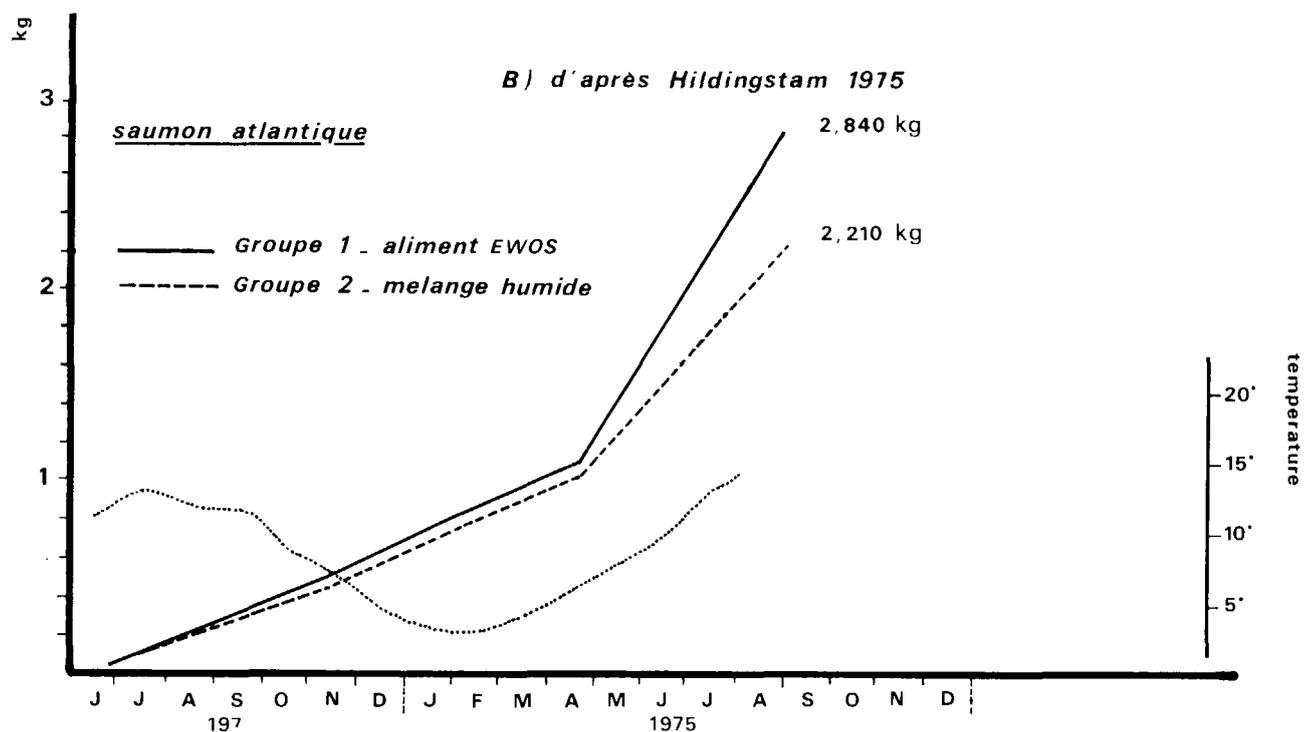
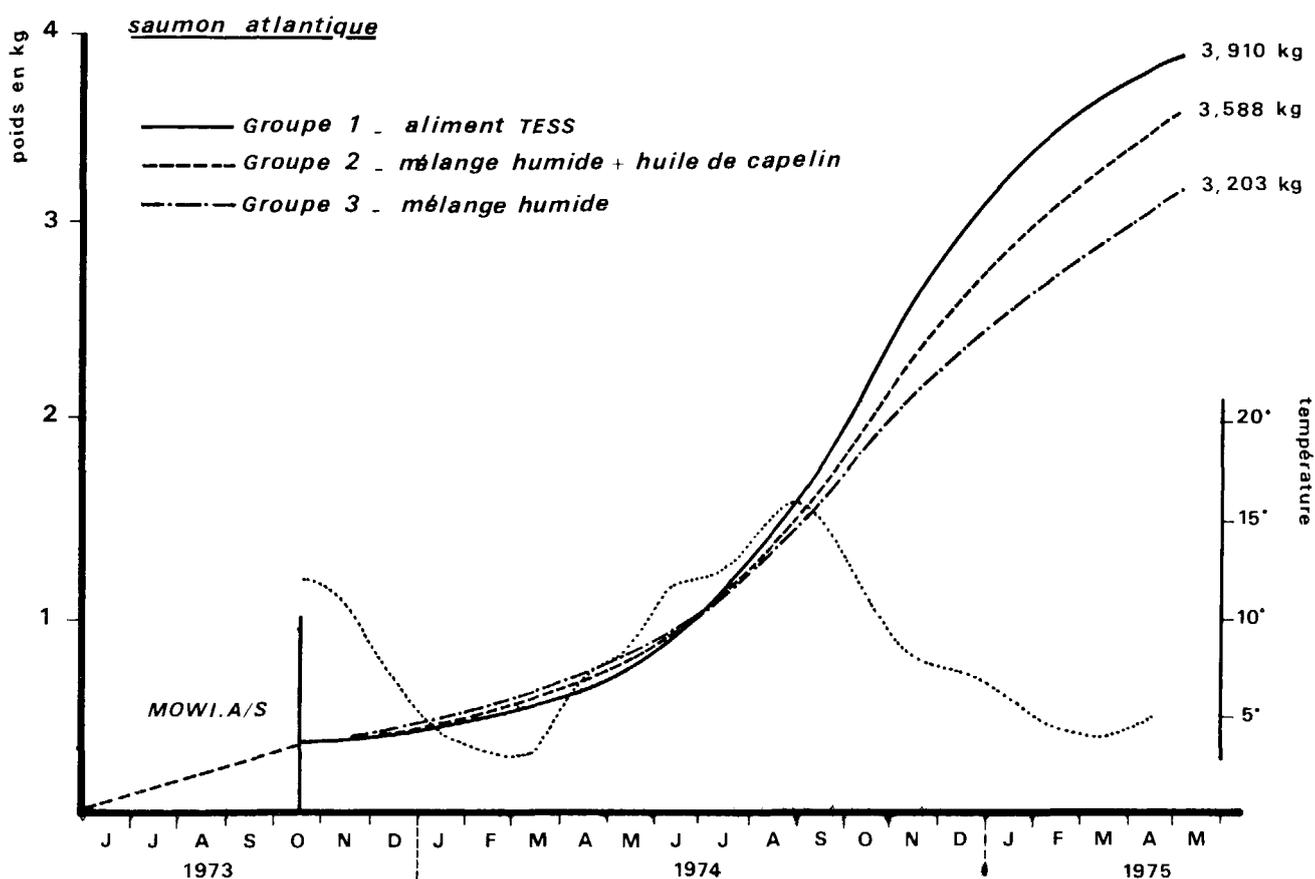


figure 8 - RESULTATS EXPERIMENTAUX - ALIMENTS SECS

Il est certain que l'alimentation sèche présente de nombreux avantages car elle dispense l'éleveur d'installations frigorifiques coûteuses et permet d'automatiser la distribution.

REMARQUE : Il est dommage que cette expérience ait débuté en automne avec des poissons de 386 grammes déjà parfaitement adaptés à l'eau de mer, ce qui laisse subsister un doute sur l'efficacité de l'aliment en période critique d'adaptation et lors du premier été en mer.

### 3.2.2 - Aliment expérimental EWOS (d'après Jan HILDINGSTAM - 1975)

Parallèlement aux essais de SKRETTING A/S, la firme suédoise ASTRA/EWOS a procédé à un test d'aliment sec expérimental pour saumon atlantique.

#### + Conditions de l'expérience :

.....

- L'élevage a commencé au début de juillet 1974, dans 8 cages octogonales de type GRONDVEDT (300 m<sup>3</sup>). Elle doit se poursuivre jusqu'en 1976.
- Les smolts d'un an avaient un poids moyen de 50 grammes, ils provenaient d'un mélange de souches de différentes rivières et étaient fournis par la station de Sunndalsøra. Ils ont été progressivement adaptés à l'eau de mer avant le transport.
- Chaque cage a reçu 1 650 smolts, chaque aliment était testé sur 2 cages.
- La température a varié de 3 à 13°C.
- Aucune indication n'est donnée sur la salinité.

#### + Aliments utilisés :

.....

- Deux formules d'aliment sec ont été essayées. L'une d'elles, dont la composition n'est pas fournie, a donné un résultat négatif très rapidement. Elle a été immédiatement abandonnée. Le granulé était distribué par nourrisseur automatique à air comprimé EWOS.
- Les constituants de la nourriture fraîche utilisée ont varié en fonction des possibilités d'approvisionnement. Sa composition approximative est la suivante :
  - . capelin..... 35 à 45 %
  - . déchets de filetage..... 30 à 35 %
  - . déchets de crevettes..... 20 à 25 %
  - . liant vitaminé..... 5 %

- Le mélange humide était distribué 3 à 4 fois par jour. Les rations étaient calculées de façon à donner à chaque lot une quantité équivalente de matière sèche.

		LOT A Aliment EWOS	LOT B Mélange humide	
C O M P O S I T I O N  D E L' A L I M E N T	Protéines brutes %	46,0	13,7	
	Protéines digestibles %	40,0	-	
	Graisses %	12,0	4,1	
	Eau %	12,0	73,8	
	Cendres %	6,0	5,0	
	Fibres %	3,1	0,8	
	Extractif non azoté %	20,4	2,6	
	Kcal/kg	3 100	905	
	Kcal/kg matière sèche	3 500	3 415	
R E S U L T A T S	20 avril 1975	Poids individuel moyen kg	1,067	1,000
		Taux transformation alim.	1,41	5,53
		Taux transformation éner- g. kcal/kg	4 371	5 005
	3 septembre 1975	Poids individuel moyen kg	2,840	2,210
		Taux transformation alim.	1,52	6,48
		Taux transformation éner- g. kcal/kg	4 864	5 864

Tableau 14 - Essai alimentaire EWOS - Composition et résultats

+ Résultats  
.....

- Etat sanitaire et mortalité :

Les poissons du groupe A (aliment sec) ont un meilleur aspect que ceux du groupe B, en particulier en ce qui concerne l'état du foie et les pertes d'écaillés. Les mortalités citées par J. HILDINGSTAM sont de 200 à 300 (3,4 %) à 10 mois pour les cages nourries au poisson broyé et proche de 0 pour les autres. La mortalité totale à la fin du deuxième été était estimée à 5 % pour le lot A et à 10 % pour le lot B en août 1975.

- Croissance et taux de transformation alimentaire :

Les premières pesées, espacées de 3 à 4 mois seulement, semblent indiquer une croissance légèrement plus forte avec l'aliment sec (1 007 g contre 1 000 g), mais on note un ralentissement de février à avril 1975, attribué à une taille de granulés trop petite, et à un mauvais fonctionnement du distributeur. La quantité distribuée à ce moment était de 0,6 % par jour alors qu'elle aurait dû être de 1,2 à 1,5 %. La distribution du lot B est beaucoup plus hétérogène que celle du lot A, ceci pouvant être expliqué par les distributions plus fréquentes d'aliment sec. En avril 1975, le taux de transformation était de 1,35 pour le groupe A et de 4,98 pour le groupe B

+ Aspects économiques

- Prix de revient alimentaire

		KrN	FF
. <u>Prix de l'aliment humide :</u>			
Poissons divers - capelin..	70 % à 0,45 KrN/kg...	0,31	0,25
Déchets de crevettes.....	25 % à 1,00 KrN/kg...	0,25	0,20
Liant vitaminé.....	5 % à 2,05 KrN/kg...	0,10	0,08
Stockage au froid.....		<u>0,15</u>	<u>0,12</u>
	TOTAL.....	0,81	0,65

Pour les calculs de prix de revient, trois hypothèses de prix d'aliment seront retenues : 0,55 - 0,80 - 1,00 KrN/kg (0,44 - 0,64 - 0,80 FF).

Le prix de la manutention (préparation de la nourriture, distribution) est estimé à 0,20 KrN/kg (0,16 FF).

. Prix de l'aliment sec :

Au moment de l'expérience, le prix de l'aliment était de 2,15 KrN/kg (1,72 FF) pour le granulé normal et 2,45 KrN/kg (1,96 FF) pour le granulé supplémenté en cantaxanthine. Une hypothèse haute : 3,00 KrN/kg (2,40 FF) sera prise en considération pour l'évaluation. La main-d'oeuvre est estimée à 0,05 KrN/kg (0,04 FF).

. Prix de revient alimentaire du kg produit

		TAUX DE TRANSFORMATION ALIMENTAIRE							
		1,30		1,50		1,70			
PRIX PAR KG	ALIMENT SEC	KrN	FF	KrN	FF	KrN	FF	KrN	FF
		2,20	1,76	2,86	2,29	3,30	2,64	3,74	2,99
		2,50	2,00	3,25	2,60	3,75	3,00	4,25	3,40
	3,05	2,44	3,97	3,18	4,58	3,66	5,19	4,15	
	ALIMENT HUMIDE	0,75	0,60	3,00	2,40	3,75	3,00	4,50	3,60
		1,00	0,80	4,00	3,20	5,00	4,00	6,00	4,80
1,20		0,96	4,80	3,84	6,00	4,80	7,20	5,76	

Tableau 15 - Prix de revient alimentaire du kg de saumon produit

3.2.3 - Conclusion sur les aliments secs

L'examen des résultats de ces expériences montre que l'aliment sec peut être compétitif par rapport aux aliments frais. Cette formule présente en outre les avantages suivants :

- qualité au moins équivalente dans les essais concernés,
- qualité supposée constante toute l'année,
- facilité de stockage et sécurité sanitaire, possibilité d'automatiser la distribution de nourriture (moins de manipulations, alimentation plus fréquente),
- gain de main d'oeuvre,
- diminution des pertes de nourriture.

Il ne fait aucun doute qu'à l'avenir cette solution fera de plus en plus d'adeptes en Norvège avec la mise au point d'aliments secs compétitifs. Il faut cependant attendre la confirmation de ces résultats expérimentaux par les éleveurs qui utiliseront les aliments composés secs à grande échelle pour se faire une opinion plus précise.

REMARQUE 1 : il faut se garder de transposer trop vite ces résultats aux élevages français qui ont lieu dans des conditions différentes ; les périodes critiques de l'adaptation au milieu marin et du passage du premier été en mer, avec des températures élevées, devront être étudiées avec soin par les organismes de recherche et les fabricants d'aliments composés.

REMARQUE 2 : Une analyse de la composition réelle des aliments TESS et EWOS a été effectuée au COB en 1976 (Laboratoire National de Pathologie des Animaux Aquatiques).

	HUMIDITE %	PROTEINES BRUTES %	MATIERES GRASSES %	GLUCIDES SAUF CELLULOSE %	MATIERES MINERALES %
TESS saumon	7	40,8	22,7	10,6	8,5
EWOS saumon	9	41,8	15,7	15,4	7,7

Tableau 16 - Composition réelle des aliments TESS et EWOS

### 3.3 - Rendements, taux de transformation alimentaire

Les taux de transformation alimentaire fournis par les éleveurs et biologistes norvégiens sont assez variables. Les différences enregistrées peuvent être attribuées à diverses raisons :

- technique d'élevage et mode de distribution alimentaire,
- densité dans les cages : une densité minimum est nécessaire pour obtenir un bon rendement alimentaire,
- la dimension des particules alimentaires joue un rôle important, en particulier sur des poissons de grosse taille,
- incidence des maladies,
- taille commerciale pratiquée.

MØLLER (1972) considère que la production d'un kilogramme de chair nécessite :

- 1,8 kg de nourriture sèche
- 0,8 kg de protéines (6 300 kcal)
- 5 à 6 kg de nourriture humide.

Le rendement alimentaire du mélange humide varierait de 5 à 9 avec une moyenne voisine de 7 à 8 (CTGREF - 1974). Les résultats sont cependant très variables selon les élevages :

- 4 à 6 (truites portion) et 6 à 9 (truites de 0,5 à 2 kg) (SYKKYLVEN - CTGREF - 1974)
- 5 (saumon - EWOS - 1975)
- 5 à 6 avec du capelin entier (saumon G. REPPE - FRØYA - Comm. pers. 1973)
- 6 à 7 (saumon MOWINKEL - Comm. pers. 1975) : ce taux devrait pouvoir être ramené à 3 - 4 car la perte lors de la distribution est importante
- 8 à 10 (saumon - HITRA - CTGREF 1974)
- 10 à 11,8 (saumon - SKRETTING - 1975)

Le taux de transformation alimentaire de l'aliment sec est encore mal défini, il se situerait entre 1,35 et 2,80 :

- 1,35 (saumon 1 kg - EWOS - 1975)
- 1,77 (truite - SKRETTING - 1973)
- 2,80 (saumon 4 kg - SKRETTING - 1975) (1,4 kg de protéines = 10 600 kcal)

### 3.4 - Mode et rythme de distribution

La quasi totalité des éleveurs utilisant l'aliment frais nourrissent à la main. Bien que diverses tentatives aient été faites pour automatiser l'alimentation, l'homme chargé de la distribution semble être le facteur le plus important pour obtenir un nourrissage économique et efficace. Cependant, certains élevages, tel A/S MOWI, utilisent un système de distribution avec entraînement par eau qui semble satisfaisant (voir § III - 2.2).

L'appétit varie avec la taille du poisson, le temps et l'heure de la journée. Les jeunes saumons commencent généralement à se nourrir tôt le matin alors que les adultes semblent avoir un maximum d'appétit pendant l'après-midi. L'attrait pour la nourriture est minimum à marée basse et de brusques variations météorologiques ont une influence sensible.

Le bloom de phytoplancton du début du printemps provoque une baisse de l'alimentation. Les poissons montrent parfois une baisse d'appétit et un changement d'aliment étalé graduellement sur plus d'une semaine donne parfois un bon résultat.

La distribution de l'aliment sec commence à être automatisée. Les distributeurs les plus couramment utilisés sont de type TESS ou EWOS. Ils peuvent être alimentés sur secteur si les cages sont reliées au rivage par un ponton flottant, et dans certains cas, ils fonctionnent sur accumulateurs.

#### 4 - CROISSANCE

=====

La croissance obtenue dans les élevages marins norvégiens est dans l'ensemble excellente. Elle est variable selon l'espèce, la latitude et le type d'élevage.

Des expériences comparatives de croissance sont conduites depuis 1973 par l'Institut des Recherches Marines de Bergen chez différents éleveurs. Les premiers résultats ont permis de constater que la croissance était relativement homogène tout au long de la côte pour chaque espèce pendant l'été et l'automne. Par contre, de novembre à mai, la truite arc-en-ciel montre une croissance plus réduite dans le Nord de la Norvège que dans le Sud du pays, alors qu'aucune différence significative n'est enregistrée pour le saumon. La croissance des deux espèces accuse par ailleurs un ralentissement en hiver par rapport à la croissance estivale (MØLLER - 1974).

##### 4.1 - Truite arc-en-ciel

La croissance pondérale journalière moyenne varie de 1,2 à 1,3 % en été (43 à 47 % d'accroissement mensuel) alors qu'elle tombe à 0,2 - 0,4 % en hiver (6 à 12 % par mois). La croissance globale moyenne sur l'année est de 0,6 à 0,8 % par jour (19,7 à 27 % par mois) (BRAATEN - 1975).

Dans l'île de FRØYA, les truites atteignent un poids net de 2 kg (éviscérés) 15 à 18 mois après la mise en mer de truitelles de 50 grammes.

Généralement la croissance diminue à partir de la fin du deuxième été et la plupart des truites atteignent la maturité sexuelle en novembre. Il est possible de conserver les individus après la ponte pour obtenir l'année suivante de très grosses truites, mais le risque de mortalité fait que cette technique n'est pas généralisée.

La croissance peut varier d'un élevage à l'autre selon la nourriture, l'incidence d'épizooties, la température et la technique utilisée.

Une étude comparative effectuée sur quatre exploitations utilisant la même technique (cages flottantes) et choisies pour leur situation géographique, a mis en évidence la différence de croissance : 1,2 à 2,7 kg en 17 mois, existant entre différents sites à partir de truitelles d'origine commune. Les croissances les plus fortes sont observées pour les élevages ayant les températures hivernales les plus élevées (voir fig. 10 et 11) (MØLLER et BJERK - 1975).

Selon BRAATEN (1973), la croissance semble également fonction de la technique d'élevage. Les résultats obtenus dans diverses installations montrent dans ce cas particulier un avantage certain pour les cages flottantes :

TYPE DE STRUCTURE	POIDS EN KG A 2 ANS ET DEMI
Bassin à terre eau douce + eau saumâtre	0,340
Bassin béton avec eau de mer pompée	0,650
Enclos en filet en mer type OSLAND	1,050
Elevage semi-intensif en bras de mer	1,500
Cages flottantes en mer	1,712

#### 4.2 - Saumon atlantique

Les croissances enregistrées sur le saumon sont beaucoup plus variables que celles enregistrées sur la truite. Cette hétérogénéité semble davantage dépendre, selon BRAATEN (1975), des conditions particulières d'élevage que de la latitude : densité par cage, qualité de la nourriture et rythme de distribution, technique d'élevage : intensif ou semi-intensif.

Le recensement des résultats par l'Institut des Recherches Marines de Bergen donne les résultats moyens suivants :

- la croissance estivale journalière à partir des smolts (20 - 150 g) est de 1,2 à 1,7 % et la croissance hivernale de 0,4 à 0,6 %, avec une moyenne de 0,8 à 1 % (27 à 34,8 % par mois).

Les poissons pèsent généralement 0,5 à 2 kg après une année d'élevage en mer, 2 à 4 kg après 17 mois et 3 à 8 kg au bout de 2 ans.

La taille moyenne de la récolte est très variable :

- la firme A/S MOWI a produit des saumons de 3 kg (1973 -1975) ou 4 kg (1974) de moyenne en 22 à 23 mois d'élevage (Th. MOWINKEL - 1973 - 1975, Comm. pers.)
- les élevages de l'île de FRØYA obtenaient en 1973 des poissons de 7 kg en 22 mois d'élevage, le plus gros saumon atteignant 15 kg (G. REPPE - 1973, Comm. pers.)
- dans l'île d'HITRA, la période de production allant de mai 1970 à novembre 1971 permettait d'obtenir les résultats suivants en 18 mois sur une cage type (Rapport Mission CNEEXO - 1972).

CLASSE DE POIDS (kg)	NOMBRE DE POISSONS	POIDS TOTAL (kg)	POURCENTAGE %
2 - 3	44	124	4,3
3 - 4	252	897	30,9
4 - 5	200	882	30,4
5 - 6	113	608	21,-
6 - 7	49	315	10,9
> 7	10	74,9	2,5

Tableau 17 - Saumon atlantique : croissance obtenue en 18 mois d'élevage en mer à HITRA

Au cours de la deuxième année d'élevage en mer, les premiers poissons montrent des signes de maturation sexuelle reconnaissables dès le mois de juin (KVALHEIM - 1972). La croissance s'arrête et les poissons accusent une perte de poids jusqu'à la période de ponte. Les survivants reprennent alors leur croissance (voir fig. 9).

Le tri des poissons matures doit intervenir dès que la différenciation est possible et que les conditions le permettent.

Saumon atlantique

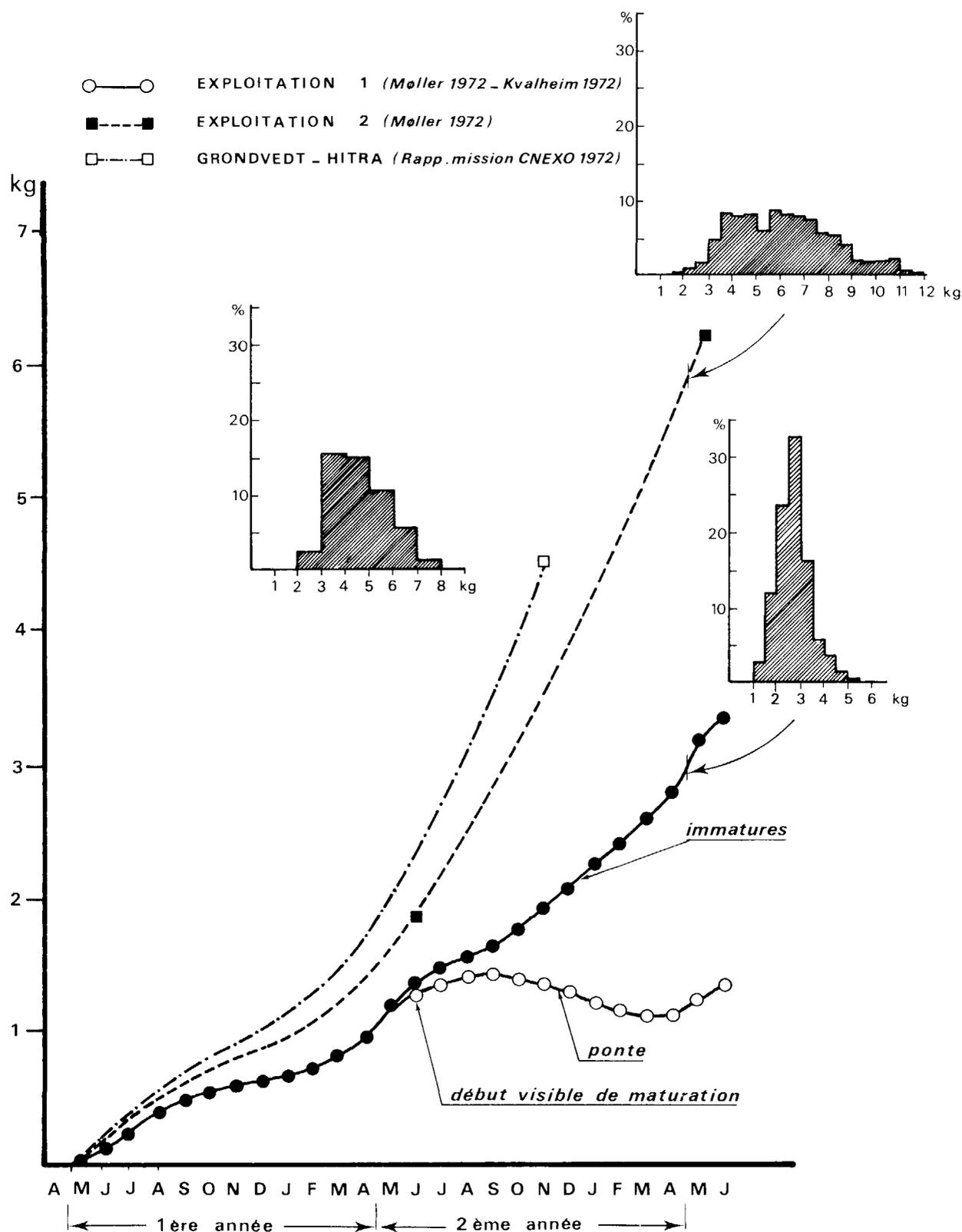


figure 9 - CROISSANCES OBTENUES DANS TROIS ELEVAGES  
 ( d'après Møller 1972 , Kvalheim 1972 et Rapp mission CNEXO 1972 )

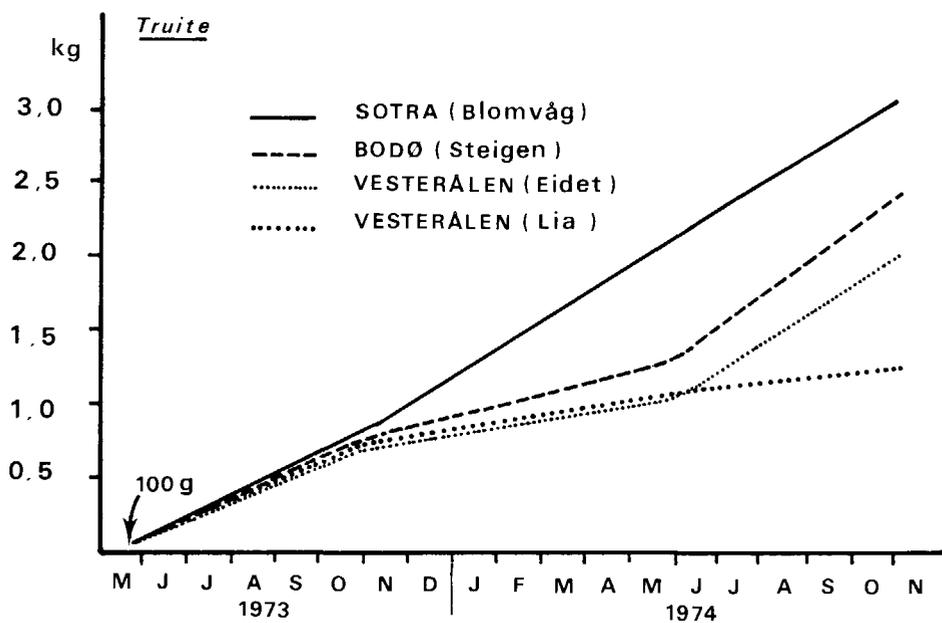
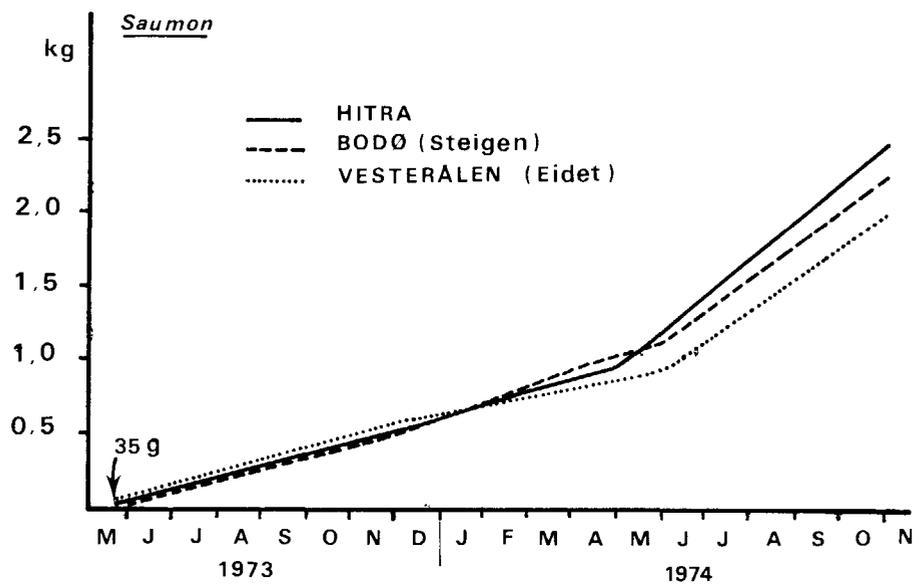


figure 10 - VARIATIONS DE LA CROISSANCE AVEC LA LATITUDE  
 ( d'après Moller et Bjerk 1975 )

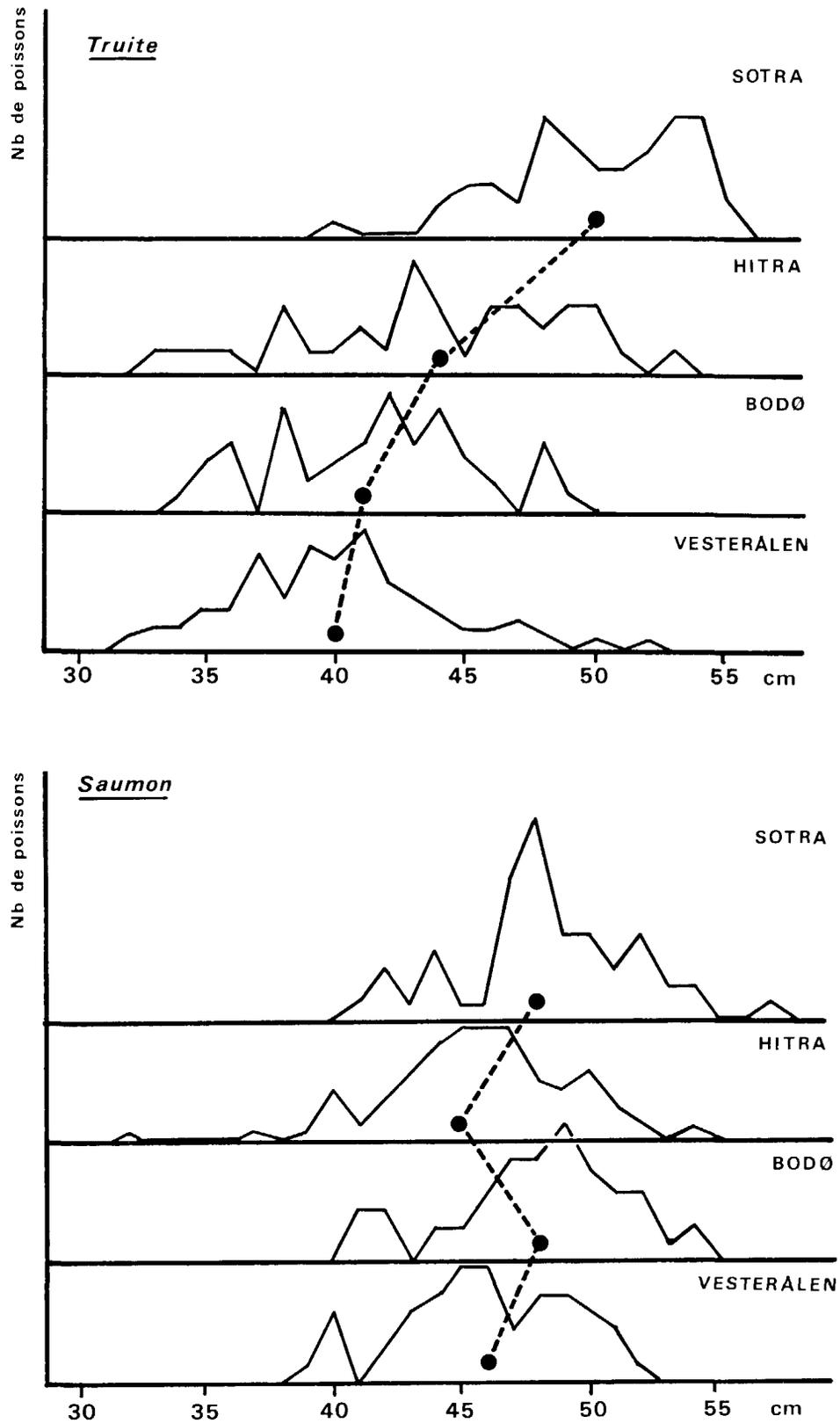


figure 11 \_ REPARTITION DES TAILLES APRES UN AN EN MER  
 ( d'après Møller et Bjerk 1975 )

5 - MORTALITE PENDANT LE CYCLE DE PRODUCTION EN EAU DE MER

=====

Mis à part les accidents dus à une mauvaise adaptation à l'eau de mer (mauvaise période - smoltification incomplète) qui peuvent se traduire par une mortalité de 80 à 90 % dans certains cas, la mortalité moyenne constatée sur le saumon atlantique est de 30 %.

On considère généralement comme normale une mortalité de 20 % lors de la première année d'élevage et de 10 % lors de la deuxième.

Ces résultats peuvent varier considérablement d'une ferme à l'autre et le meilleur résultat a été obtenu par A/S MOWI qui, lors de la campagne de production 1974 - 1975, a repêché dans ses deux exploitations 96,5 % de l'effectif immergé en tant que smolt près de 2 ans plus tôt. Les tailles s'échelonnaient entre 200 grammes et 11 kg (Th. MOWINKEL - 1975 - Comm. pers.).

Enfin les problèmes sanitaires peuvent entraîner des mortalités beaucoup plus importantes que les 30 % considérés comme normaux (voir § IV - 9).

6 - COMPORTEMENT DU POISSON - CHARGES ET DENSITES

=====

6.1 - Comportement et stress divers

Le saumon semble nécessiter des courants plus importants que la truite dans les structures d'élevage. Il est aussi beaucoup plus facilement perturbé par les interventions. La présence de visiteurs sur les cages les conduit à rester au fond des cages et entraîne une perte d'appétit. Pour cette raison, certains éleveurs ont totalement interdit les visites des personnes étrangères au service.

Le saumon réagit à certaines couleurs dont le rouge et l'orange, ce qui a fait proscrire l'utilisation de cirés de cette couleur. Les reflets du soleil sur le fond peuvent provoquer des mouvements de panique quand les cages sont immergées dans des zones peu profondes.

Le lâcher de bulles d'air par les saumons constitue un symptôme caractéristique de frayeur.

## 6.2 - Densité en élevage

### - Saumon atlantique

Des cages de 500 m<sup>3</sup> reçoivent généralement 1 000 à 5 000 smolts au printemps et la charge est réduite à 500 - 2 000 en avril quand les poissons atteignent 0,5 à 2 kg. La charge maximale pratiquée est généralement de 3 tonnes par cage.

Des recherches sont actuellement en cours pour déterminer les densités (voir fig. 13) optimales pour des saumons de tailles différentes, du smolt à l'adulte. Les résultats, encore peu homogènes, montrent qu'en été et en automne les smolts accusent une diminution de croissance avec l'augmentation de la densité, alors qu'en hiver de faibles différences sont constatées.

Ils semblent également indiquer que la charge en saumon peut être augmentée plus facilement par un accroissement de la surface plutôt que de la profondeur (BRAATEN - 1973 - 1975).

### - Truite arc-en-ciel

Elle supporte des charges plus élevées puisque les densités de départ sont généralement de 2 000 à 6 000 dans des cages de 500 m<sup>3</sup>. Après un dédoublement, au bout d'un an et demi d'élevage, 2 000 poissons sont couramment conservés jusqu'à la commercialisation (10 kg/m<sup>3</sup>), la charge maximale étant généralement de 5 tonnes par cage. Cependant, certains élevages pratiquent des charges très supérieures (élevage expérimental TESS § III - 3.2.1). Il semble que la densité maximale en bassins à terre (13 kg/m<sup>3</sup>) soit inférieure à celle pratiquée en cage flottante (20 kg/m<sup>3</sup>) (ANON - 1971, BRAATEN - 1975).

## 7 - REPRODUCTION EN CAPTIVITE

=====

Si un certain nombre d'éleveurs se contentent d'acheter des smolts ou truitelles pour réaliser la phase marine, plusieurs exploitations qui disposent à la fois d'installations en mer et en eau douce conservent des reproducteurs jusqu'à la maturité sexuelle.

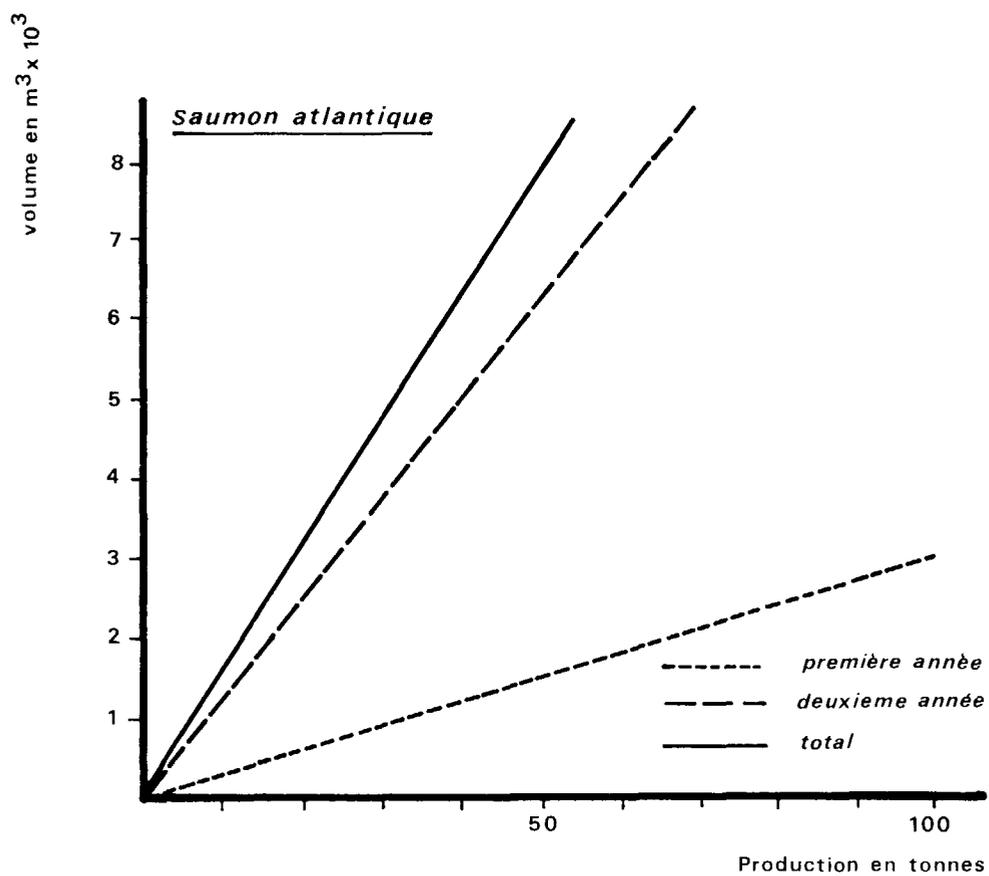
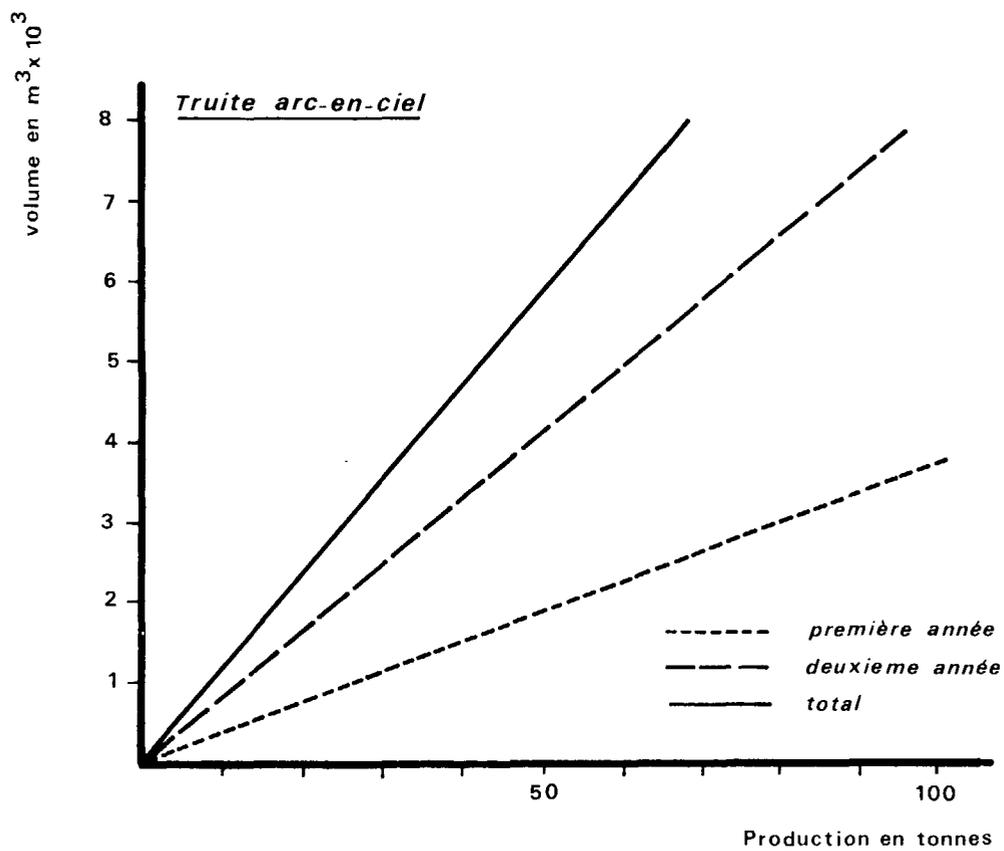


figure 12 - VOLUME NECESSAIRE A LA PRODUCTION EN CAGES FLOTTANTES

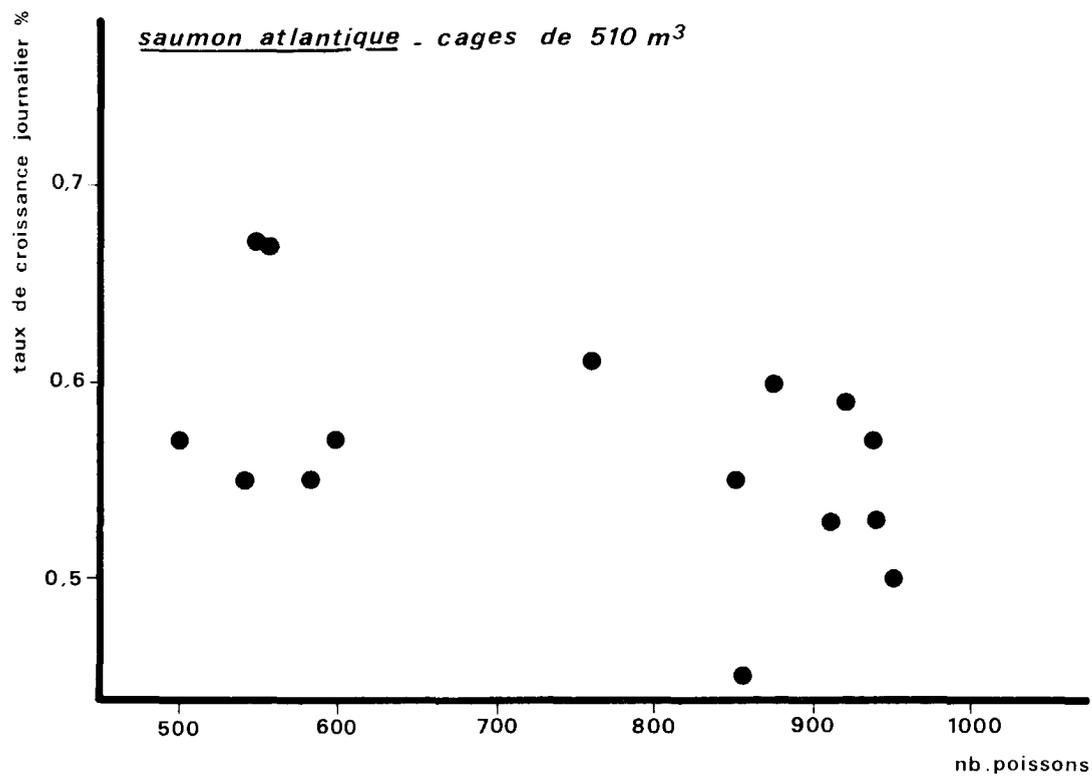


figure 13 \_ RELATION CROISSANCE \_ DENSITE ( d'après Braaten 1975 )

Celle-ci est atteinte à un âge variable. La majorité des truitelles deviennent matures après 18 à 20 mois d'élevage marin. Les saumons sont aptes à se reproduire après 30 mois bien qu'une partie de la population subisse une maturation sexuelle plus précoce.

Dans ce cas, la croissance est ralentie dès que les premiers signes extérieurs sont visibles au début de l'été.

### 7.1 - Ponte

Les poissons sont dans certains cas conservés en eau de mer jusqu'à la ponte qui intervient sur les cages mêmes. Il suffit de bien essuyer le reproducteur avant d'expulser les oeufs, de façon à ce qu'il n'y ait pas de contact avec l'eau de mer. D'autres éleveurs, qui disposent de stations d'eau douce alimentées en eau de mer, préfèrent abaisser lentement la salinité et réadapter le poisson à l'eau douce avant la ponte ; c'est le cas de A/S MOWI qui conserve ses reproducteurs dans un raceway en béton alimenté par le fond.

### 7.2 - Stabulation des géniteurs à ASKØY (A/S MOWI)

Une prise d'eau de mer, ancrée à 200 m du rivage et 24 m de profondeur, permet d'obtenir une amplitude thermique faible (6 - 12°C) alors que la température de surface varie de 1 à 18°C. L'eau de mer peut être mélangée à volonté avec l'eau douce qui alimente les bassins par gravité.

En août 1973, le stock de reproducteurs était constitué de 400 poissons provenant d'oeufs de 1969 et 1970 (3 à 4 ans) d'un poids moyen de 7 kg. 250 femelles et 150 mâles assuraient la production d'oeufs nécessaire à la firme.

Les poissons sont gardés dans le bassin de stabulation toute l'année sans distinction de sexe. La salinité obtenue par mélange de l'eau du fjord et du ruisseau est réglée à 28 ‰ environ, ceci pour éviter qu'en cas de panne complète des pompes, le bassin ne soit plus alimenté. A ce moment, l'eau douce arrivant par gravité permet de maintenir les géniteurs en vie.

En août 1973, environ 3 tonnes de reproducteurs étaient en stabulation dans ce bassin de 310 m<sup>3</sup> alimenté par un débit de 120 m<sup>3</sup>/h. On considère qu'un débit de 1,5 à 2,5 l/mn/poisson (0,21 à 0,36 l/mn/kg) est satisfaisant.

A l'approche de la reproduction, la salinité est descendue progressivement sur plusieurs semaines pour arriver à l'eau douce pure fin octobre. Cette manipulation est effectuée par pure précaution pour éviter de stresser les adultes qui peuvent rester en eau de mer jusqu'à la ponte apparemment sans altérer la viabilité des oeufs.

Les reproducteurs sont nourris manuellement jusqu'au moment où l'approche du frai leur fait refuser la nourriture. Ils reçoivent une pâtée humide dont la composition a été mise au point par tâtonnement :

- 70 % de poisson broyé (capelin, éperlan),
- 20 % de déchets de crevettes,
- 10 % de farine de poisson avec supplément vitaminique, pigments caroténoïdes artificiels et liant.

Il semble, selon A/S MOWI, que les crevettes et les pigments caroténoïdes soient un facteur important de succès de la ponte. Le comportement des géniteurs est excellent, ils viennent manger en surface dès le début de la distribution qui se fait en pressant la pâte à travers le fond perforé d'un seau (voir photo 27).

Les sexes sont séparés et on procède à la ponte artificiellement une fois par semaine du 15 novembre au 15 décembre environ. Une femelle de 8 kg donne de 10 à 12 000 oeufs (4 à 5 000 oeufs au litre). Les oeufs produits sont souvent plus pâles que ceux issus de reproducteurs sauvages.

En 1973, on constatait 5 à 10 % de mortalité à l'incubation et 50 % lors de la résorption de la vésicule sur certaines pontes.

En 1975, le taux de survie de l'oeuf au smolt serait fréquemment de 75 à 95 % (Th. MOWINKEL - Comm. pers. 1975).

La mortalité après la première ponte est de 20 % environ, elle atteint 60 à 65 % après la seconde. Tous les géniteurs sont sacrifiés après la deuxième ponte.

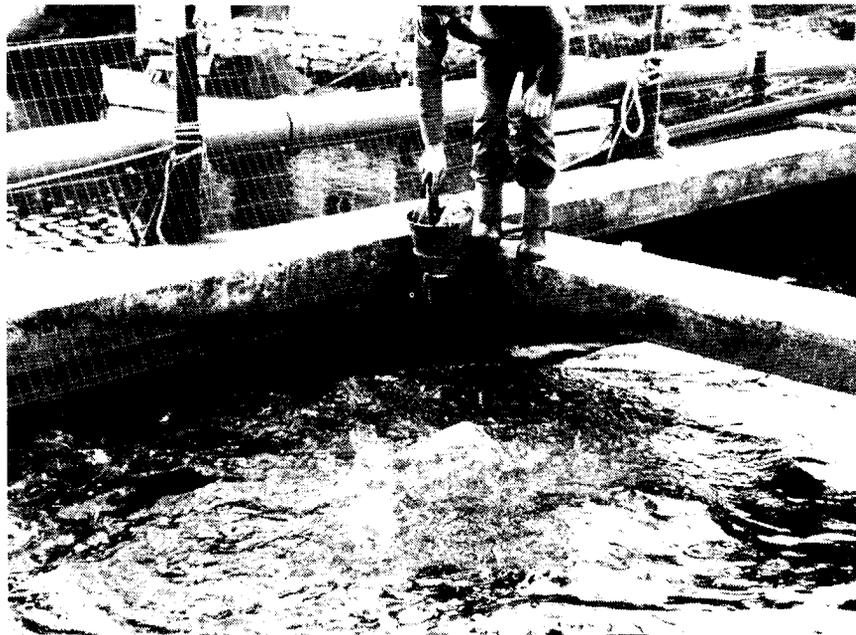


photo 27 \_ ALIMENTATION DES GENITEURS (ASKØY\_A/S MOWI)

photo SKRETTING



photo 28 \_ REPRODUCTEUR D'ELEVAGE DE 4 KG (*Salmo salar*)

La firme A/S MOWI obtient des pontes annuelles dans la plupart des cas et conserve ses reproducteurs, ce qui permet de suivre le produit des femelles et de ne conserver que les meilleures pour les pontes suivantes. Ils sont remis à l'eau de mer à 28 ‰ et réalimentés aussitôt.

Chez certains autres éleveurs, deux ans séparent les pontes et les reproducteurs sont réalimentés pendant 3 ou 4 mois puis commercialisés.

### 7.3 - Sélection génétique

Des travaux concernant la transmission de certains caractères génétiques ont été entrepris, à partir de 1971, dans divers laboratoires ou stations expérimentales telles que celles de SUNNDALSÖRA et de MATREDAL.

Ils visent à évaluer la part du potentiel génétique et des conditions d'élevage locales sur un certain nombre de caractéristiques telles que : croissance, âge et taille à la maturité sexuelle, résistance aux maladies, qualité de la chair, relation taille - poids.

#### 7.3.1 - Croissance (NAEVDAL et Al - 1975)

Des oeufs de saumon provenant de stocks de diverses rivières et de deux fermes marines ont été recueillis de 1971 à 1974, élevés en eau douce jusqu'à la smoltification (2 ans) puis transférés dans des cages flottantes standard (4 x 4 x 3 m) sur plusieurs sites d'élevage commercial. Les croissances ont été vérifiées tous les 6 mois par mesure de la longueur totale.

Les résultats de ces premières études sont les suivants :

- Il existe une corrélation significative nette entre la taille des oeufs et la taille des alevins après un mois d'alimentation, ainsi qu'avec leur taux de survie. A six mois, cette corrélation est encore apparente, mais ne contribue plus que pour 20 % dans la variation observée entre groupes. A l'âge d'un an, cette corrélation devient négligeable.

- La croissance des parrs pendant les premiers mois ne semble pas permettre de prédire avec précision la croissance à long terme de différents stocks de saumons : la corrélation est, en effet, élevée pour des mesures effectuées à intervalles courts mais négligeable pour des mesures à plus long terme (24 - 30 mois). Cependant, une croissance précoce élevée permet d'obtenir une forte proportion de smolts d'un an.
- Le pourcentage de parrs précocement matures, varie selon les groupes de différentes origines et semble lié avec la proportion de poissons n'étant pas encore smoltifiés à 2 ans

Les facteurs génétiques semblent jouer un rôle important dans la croissance du saumon atlantique, indiquant que la sélection peut apporter des améliorations sensibles, particulièrement pour l'élevage jusqu'au stade de smolt.

#### 7.3.2 - Age à la maturité sexuelle (NAEVDAL et Al - 1975)

Une maturation sexuelle précoce constitue un handicap important pour les éleveurs qui produisent des truites arc-en-ciel de 1,5 à 4 kg. Elle se traduit généralement par un retard de croissance et une certaine mortalité au printemps.

Les études effectuées à MATREDAL ont porté sur des souches obtenues de l'élevage de BJORDAL (SOGN) en 1972 et 1973, le produit de chaque femelle étant séparé en plusieurs sous-groupes fertilisés par différents mâles. L'élevage a été réalisé à la station même, en bacs circulaires, puis en cages flottantes de 50m<sup>3</sup> après marquage.

En octobre 1974, les 30 plus gros poissons ont été sélectionnés pour produire la génération F<sub>2</sub>.

- Des différences considérables existent dans les proportions de poissons maturant au cours de leur deuxième et troisième année.
- Les résultats indiquent que, sauf dans un cas, il n'a pas été possible de mettre en évidence une corrélation entre la taille du poisson et la maturité sexuelle ni à 2 ans ni à 3 ans, ce qui laisse penser que des facteurs génétiques sont à l'origine des variations importantes constatées dans les proportions de poissons matures.

- Les calculs de probabilité de transmission héréditaire semblent indiquer que des facteurs génétiques non additifs jouent un rôle important dans la détermination de l'âge de maturation, ce qui conduira probablement à sélectionner des lignées pures.

### 7.3.3 - Variations de la résistance à la vibriose (T. GJEDREM et D. AULSTAD - 1974)

140 lots de parrs, issus de 16 rivières différentes allant du golfe de BOTNIE en Suède au FINMARK, ont été élevés à la station de SUNNDALSÖRA dans des conditions comparables, en bacs plastique de 4 m<sup>2</sup>.

Les poissons jusqu'alors élevés en eau douce ont été adaptés à une salinité de 30 ‰ en quelques jours et trois semaines après l'introduction d'eau de mer dans les bacs, les premières mortalités, dues à *Vibrio anguillarum* apparaissaient.

Les différentes souches présentaient des mortalités, dues à la maladie, allant de 0,87 à 29,71 % en 2 mois alors que les températures variaient de 12,6 à 9°C.

La mortalité la plus forte était enregistrée pour les parrs provenant d'une rivière suédoise de la Baltique.

Les auteurs concluent à des différences significatives de résistance entre les différentes souches et supposent que ce caractère est partiellement transmissible.

La probabilité de transmission de la résistance à la vibriose, à l'intérieur d'une même souche, calculée selon la méthode de BECKER (1967) est faible mais significative (0,12 et 0,07) et permet de conclure que la sélection de ce caractère entraînera un changement génétique profitable.

## 8 - MANIPULATIONS - TRIS

=====

Toutes manipulations des poissons après la mise en mer s'effectuent avec prudence, et la plupart des éleveurs ne touchent plus au poisson de mai à septembre, période où le moindre contact provoque une perte d'écaillés.

### 8.1 - Contrôle de la mortalité

La mortalité est contrôlée et éliminée par plongée dans les élevages de grandes dimensions et les cages, ou bien par relevage partiel du filet. Il est recommandé de n'enlever les morts que le soir pour ne pas troubler les poissons avant la distribution de nourriture.

### 8.2 - Tris

Certains élevages semi-intensifs ne nécessitent pas de tris réels mais l'élevage en cage implique de conserver des lots homogènes avec une charge suffisante.

L'éleveur débute généralement avec un assez grand nombre de smolts au printemps (1 000 à 5 000) et effectue le premier tri en automne. Un deuxième peut intervenir en avril (0,5 - 2 kg) pour ramener le nombre de poissons à 500 - 1 000 par cage.

Les poissons rassemblés à la senne sont capturés à l'aide d'haveneaux garnis de peau de chamois perforée puis répartis manuellement en plusieurs lots.

Pour des manipulations plus longues telles que mesures et pesées, on utilise certains anesthésiques dont la benzocaïne qui semble donner de bons résultats pour un prix très inférieur au MS 222 (E. EGIDIUS - 1973).

Après deux ans d'élevage en mer, les saumons deviennent très vulnérables à toute manipulation sauf lors de la période de maturation. L'utilisation d'haveneaux provoque fréquemment des lésions oculaires.

### 8.3 - Techniques de marquage

Tout programme de sélection génétique doit disposer d'une possibilité d'identification des poissons pendant tout leur cycle d'abord par groupes, puis individuellement. A cet effet, REFSTIE et AULSTAD (1974) ont procédé à des essais sur près de 30 000 poissons (truites arc-en-ciel et saumons) pendant l'hiver 1972 - 1973, pour répondre aux impératifs suivants :

- possibilité de marquer des poissons de petite taille : 10 g,
- ne pas affecter la croissance,
- être abordable sur le plan financier et ne pas représenter trop de travail,
- être reconnaissable après 3 ans.

Parmi les différentes méthodes classiques (HARACHE et BOULINEAU - 1971), ils choisirent trois méthodes : cryotatouage à l'azote liquide, tatouage par injection de colorant, marque maxillaire plastique. La première s'est avérée la plus adaptée aux besoins. Après une année, 87 à 92 % des poissons marqués à l'azote liquide étaient identifiables contre 45 à 85 % pour les marques maxillaires et 0 à 54 % pour le tatouage. Le temps d'exposition de 3 secondes à l'instrument refroidi par l'azote liquide s'est avéré satisfaisant pour le saumon mais trop important pour la truite arc-en-ciel. Une surface de marquage de 2 fois 8 mm<sup>2</sup> s'est révélée moins préjudiciable qu'une surface de 22,5 mm<sup>2</sup> qui a provoqué des difficultés de cicatrisation. Les vitesses de marquage ont été de 250 poissons par heure pour le tatouage et le cryotatouage et 100 poissons par heure avec les marques maxillaires.

## 9 - PROBLEMES SANITAIRES

=====

Jusqu'en 1973, les élevages marins n'ont connu que peu de problèmes sanitaires par rapport aux élevages américains, ceci étant vraisemblablement dû en partie à l'excellent état sanitaire des piscicultures d'eau douce.

### 9.1 - Maladies bactériennes

#### - La furonculose

Cette maladie bactérienne causée par *Aeromonas salmonicida* est quasi inexistante dans les piscicultures et on a tout lieu de croire que le smolt est en parfait état lors de son adaptation au milieu marin. Ce point est extrêmement important comme l'a démontré A. NOVOTNY (1974), puisqu'un poisson apparemment sain mais porteur de furonculose peut voir se déclarer la maladie et contaminer d'autres poissons à la suite du stress de changement de milieu.

#### - La vibriose

Cette maladie est causée par des bactéries mobiles gram négatif appartenant au genre *Vibrio anguillarum* et à plusieurs autres espèces proches encore mal définies. C'est la seule maladie bactérienne qui a posé de sérieux problèmes jusqu'à présent dans les élevages. Elle se manifeste principalement en été, même dans le cas de salinités basses. Selon EGIDIUS (Comm. pers. 1975), 80 à 90 % des fermes sont atteintes de la vibriose. Pendant l'été 1973, la mortalité causée par ce germe pathogène dans 42 exploitations en eau de mer a varié de 1 à 40 % avec une moyenne de 13 %.

Des épidémies apparaissent souvent après un transport, et des pertes de 80 à 90 % ne sont pas rares dans certaines fermes à la suite de l'adaptation. Les différentes observations montrent que l'infection se développe souvent en eau de mer à la suite d'un stress.

La truite arc-en-ciel semble moins résistante que le saumon atlantique à cette attaque bactérienne.

La vibriose est une maladie commune dans les populations sauvages, principalement chez le lieu noir (*Pollachius virens*) et un programme de recherche concernant les interactions possibles entre les maladies des poissons d'élevage et sauvages est en cours à l'Institut des Recherches Marines de Bergen. Jusqu'à ce jour, en dépit de nombreuses observations qui semblent indiquer que cette corrélation existe, cette dernière n'a pas été prouvée.

Des milliers de lieux noirs de l'âge 0 ou 1 se concentrent autour des cages et, en 1974, des mortalités importantes provoquées par un vibrion se sont développées sur les jeunes lieux à l'extérieur et même à l'intérieur des cages sans que les saumons semblent affectés (EGIDIUS - 1975 - Comm. pers.).

Les Norvégiens et les Américains s'accordent pour penser qu'un traitement approprié doit intervenir très rapidement dès que la maladie est dépistée ou du moins qu'elle apparaît comme très probable.

En pratique, un traitement aux antibiotiques est généralement décidé quand les conditions suivantes sont réalisées :

- mortalité anormale,
- poissons morts présentant des lésions hémorragiques externes sur la paroi abdominale (souvent partie postérieure du corps, en arrière de l'anus),
- isolement de bactéries gram négatif, mobiles, sur trypticase soy agar avec 1,5 % de sel, répondant aux caractéristiques suivantes :
  - . colonies petites, lisses, non pigmentées,
  - . test oxydase positif, fermentation du glucose,
  - . réaction au vibriostat 0.129,
  - . agglutination par antigène spécifique.

Dans ce cas, il y a une forte présomption de vibriose et un traitement adapté est prescrit à la lecture de l'antibiogramme. Les plus couramment utilisés sont la terramycine, le chloramphénicol, la sulfamérazine et le furanace.

#### - La pasteurellose

Des cas d'infection bactérienne causée par une bactérie du genre *Pasteurella* sont rapportés par certains éleveurs utilisant l'eau saumâtre pour l'élevage des smolts.

Il semble que cette maladie n'ait pas une grande extension.

## 9.2 - Parasites externes

### - Lepeophtheirus salmonis

Ce copépode parasite de la famille des *Caligidae* attaque la truite et le saumon en eau de mer et il a provoqué de nombreux problèmes depuis 1973, aboutissant à la perte de milliers de poissons dans les élevages.

On connaît partiellement le cycle de cette espèce (EGIDIUS & JOHANNESSEN - 1974) et on considère que parmi les 10 stades de développement, la femelle adulte est la plus préjudiciable pour le poisson.

Ce copépode se trouve fréquemment isolé sur les poissons sauvages qui remontent les rivières, et le "pou de mer" est l'indice d'un saumon frais venant de l'océan.

Dans les élevages norvégiens, on a trouvé des concentrations très importantes de parasites, parfois jusqu'à 2 000 individus sur un seul poisson, plusieurs centaines étant un nombre courant. Le maximum de concentration correspond à une température de 10 à 13°C. Le copépode provoque des lésions cutanées profondes surtout localisées dans la région de la tête où la plaie met l'os à nu

Plusieurs traitements par bains ont été essayés à l'échelle expérimentale, mais cette technique s'avère pratiquement impossible à réaliser dans un élevage.

Parmi les bains utilisés on note :

- le formol à 1/1000e (formaldéhyde à 40 %) pendant 60 minutes. Ce traitement s'est avéré efficace par basse température, mais la toxicité du formol à cette dose devient dangereuse pour le poisson lorsque la température augmente. Il doit en outre être répété à plusieurs semaines d'intervalle .
- Organophosphorés : le traitement est actuellement testé par l'Institut des Recherches Marines de Bergen, sous la forme d'une administration par voie orale. Les premiers résultats semblent satisfaisants.

La concentration de poissons parasités dans un petit espace en relevant le fond de la gage s'est avérée d'une certaine efficacité. Une partie des copépodes se trouvent détachés par le frottement des poissons les uns sur les autres.

Cette technique draconienne présente cependant le désavantage de provoquer un stress supplémentaire sur des poissons déjà affaiblis et peut déclencher une infection secondaire.

Au cours de l'été 1974, la région de Hitra - Frøya a été particulièrement touchée et cette parasitose, associée à des facteurs économiques peu favorables, a provoqué la fermeture de nombreuses exploitations.

## 10 - PROBLEMES TECHNIQUES DIVERS LIES A L'EXPLOITATION EN MER

=====

L'élevage en eau de mer présente des avantages certains mais chaque éleveur découvre toujours des problèmes pratiques non envisagés au départ qui limitent la production.

### 10.1 - Le fouling des cages

Dans certaines régions de la côte, en particulier dans le Sud du pays, le fouling pose un sérieux problème. Les filets sont colmatés très rapidement par un mélange d'algues brunes et vertes, et la prolifération de moules (*Mytilus edulis*) est parfois spectaculaire.

Les premiers traitements chimiques envisagés pour préserver les filets et éviter la fixation de salissures ne donnent pas entière satisfaction, et leur prix reste important.

Les maillages inférieurs à 12 - 14 mm, nécessaires à l'élevage des smolts, s'avèrent peu pratiques à l'emploi, et les cages d'une circonférence supérieure à 40 mètres se montrent impossibles à manipuler lorsque les filets sont sales.

La plupart des éleveurs traitent les filets dans un bain anti-fouling 1 à 2 fois par an. La composition préconisée par la firme SKRETTING pour ses filets est la suivante :

- 1/3 de Copper Paint,
- 1/3 de sulfate de cuivre,
- 1/3 de white spirit.

Le filet est remis en place avant d'être complètement sec.

La firme TESS livre ses filets traités avec le mélange suivant :

- 1/3 de carbolinéum,
- 1/3 de sulfate de cuivre,
- 1/3 de white spirit.

### 10.2 - Intrusion de poissons sauvages dans les cages

Le lieu noir (*Pollachius virens*) est très abondant dans les eaux côtières et il est fréquent que les jeunes de l'année entrent à travers les mailles dans les cages ; ils absorbent une partie de la nourriture et leur taille les empêche rapidement de ressortir.

Outre le fait que ces poissons peuvent être vecteurs de parasitoses diverses (voir § IV - 9.1), la concentration dans une cage se fait au détriment de la production de saumons ou de truites.

BRAATEN (1975) rapporte le cas d'une cage qui lors de sa commercialisation contenait près d'une tonne de lieu noir (1 à 3 kg) parmi trois tonnes de saumons. Ces derniers ont montré une croissance réduite, une couleur plus pâle que ceux des autres cages et, bien entendu, le taux de transformation alimentaire a été très supérieur à la normale.

### 10.3 - Disparition de poissons

Lors de la récolte, en dépit de la surveillance continue de la mortalité, il arrive fréquemment que le nombre de poissons ne corresponde pas du tout à ce qu'attendait l'éleveur.

Les disparitions peuvent être attribuées à diverses causes :

- Dans le cas de cages très hétérogènes, le cannibalisme peut entraîner des pertes, mais cet inconvénient est facilement évité par des tris réguliers.

- Divers prédateurs tels que : goélands, hérons, aigles, cormorans, peuvent capturer de nombreux poissons lors de la première année d'élevage, en dépit des structures de protection parfois insuffisamment fixées.
- On a constaté que de gros poissons tels que les morues peuvent capturer les petits smolts qui se tiennent à proximité du filet vertical.
- Les poissons sautent fréquemment au dessus de l'eau et on rapporte le cas de gros saumons passant à travers le filet de protection. Pour cette raison, il est recommandé de s'équiper d'une double nappe de 1,50 m de hauteur.
- MØLLER et BJERK (1975) ont mis en évidence une corrélation entre la nature de la surveillance des installations d'élevages (cages flottantes) et le taux de mortalité : les exploitations assurant une surveillance permanente ont des mortalités inférieures au bout de 6 - 12 - 18 mois (15 - 19 - 25 %) à celles surveillées périodiquement (25 - 35 - 50 %). Les mortalités les plus importantes (38 - 58 - 63 %) étant recensées dans les exploitations ne surveillant les cages que lors des distributions de nourriture. Ces différences ont dues principalement à la prédation par les oiseaux.

## CHAPITRE V - ASPECTS GENERAUX DU DEVELOPPEMENT EN NORVEGE

### 1 - NATURE DU DEVELOPPEMENT

=====

Comme précédemment signalé, l'aquaculture des salmonidés a débuté à la suite d'initiatives privées et rapidement les populations côtières se sont senties concernées par ces possibilités nouvelles.

La multitude de sites favorables, les conditions hydrologiques apparemment idéales, le faible coût du matériel de pêche utilisé en aquaculture, la disponibilité de matières premières pour l'alimentation, les facilités administratives d'implantation en milieu marin ont été autant de facteurs stimulants pour les pionniers de cette activité.

Les premiers résultats encourageants ont multiplié les initiatives, sans politique générale de développement. Grosses firmes industrielles, coopératives de pêche bien organisées, pêcheurs isolés, agriculteurs, commerçants, etc... se sont lancés simultanément dans l'élevage avec des moyens divers.

Lors de ces premières tentatives au cours des années 1950, l'assistance gouvernementale était quasi inexistante et les candidats aquaculteurs furent livrés à leur propre initiative, pour la plupart sans aucune expérience de l'élevage des poissons.

La plupart utilisèrent des bassins en terre, derrière une digue ou l'on pouvait, par pompage, mélanger l'eau douce et l'eau de mer. D'autres s'implantèrent dans des baies ou estuaires sans connaissance réelle du renouvellement d'eau dû aux marées, parfois très faibles en Norvège, et des exigences biologiques des espèces élevées.

Beaucoup des premières initiatives se soldèrent par un échec dû à diverses raisons : insuffisance des échanges d'eau, défaut de construction des barrages, pollution, maladies, nutrition mal adaptée et plus généralement coût de production trop élevé. De plus, les éleveurs ne disposaient d'aucune organisation pour contrôler, vendre leurs produits et fixer des prix de marché stables. En 1965 - 1966, des problèmes de commercialisation conduisirent de nombreuses fermes à abandonner et, sur 93 exploitations fonctionnant au début des années 1960, 17 seulement se sont maintenues jusqu'à ce jour (BRAATEN - 1975). Ce n'est qu'en 1970 que les éleveurs ont créé leur propre organisation qui regroupe actuellement environ 50 % de la profession.

Un regain d'intérêt est apparu en 1971, époque où quelques grosses exploitations atteignaient une production significative. Le gouvernement prit cette fois l'initiative d'organiser et d'aider cette activité par l'intermédiaire de divers organismes.

Les premières bases d'une législation ont été imposées en 1973 sous la forme d'une obtention de licence d'éleveur délivrée par le Département des Pêches. Une équipe de recherche en aquaculture fut créée à l'Institut des Recherches Marines de Bergen dépendant du Département des Pêches. D'autres organismes, dont l'Université et les Collèges d'Agriculture, sont associés à cet effort pour couvrir tous les secteurs importants de la recherche en aquaculture.

## 2 - EVOLUTION DE LA PRODUCTION

=====

### 2.1 - Espèces

Les premiers essais ont été tentés sur la truite arc-en-ciel, ils se sont rapidement avérés satisfaisants sur le plan technique, la production de saumon n'a débuté qu'en 1969.

A l'heure actuelle, 90 % des élevages produisent de la truite, soit seule (66 %), soit associée à une production de saumons (24 %). Seulement 7 % des exploitations produisent exclusivement du saumon.

L'engouement pour le saumon fait que 79 fermes produisaient du saumon en 1974 alors qu'il n'y en avait que 12 en 1973 (BRAATEN - 1975).

Dans la plupart des cas, la majeure partie de la production reste constituée par la truite car les éleveurs se heurtent à des difficultés d'approvisionnement en smolts. Ce fait a provoqué une augmentation rapide du tonnage de truites sur le marché entre 1971 et 1974, entraînant une baisse des cours et des difficultés de commercialisation.

## 2.2 - Taille des exploitations

Sur 258 fermes produisant du poisson de consommation enregistrées en septembre 1974, 47 étaient encore au stade de la construction et n'avaient pas encore débuté leur production.

Toutes les exploitations produisent du poisson de grosse taille : truites de 1 à 5 kg et saumon atlantique de 3 à 10 kg, exceptionnellement à partir de 1,5 - 2 kg.

158 élevages ne sont équipés que pour la partie engraissement en mer, 50 éleveurs disposent de leur propre écloserie et 22 conservent leur propre stock de reproducteurs.

Plus de 50 % des fermes avaient une production inférieure à 20 tonnes en 1973 et seules 4 exploitations dépassaient les 100 tonnes. En 1974 - 1975, 23 éleveurs devaient atteindre ce seuil. Il est intéressant de noter qu'aucune exploitation fonctionnant avec des cages flottantes n'avait produit 100 tonnes en 1974.

PRODUCTION EN TONNES	NOMBRE DE FERMES	
	TOTAL	% DU TOTAL
0 - 20	137	53
20 - 50	39	15
50	35	14
Projets	47	18
	<hr/> 258	<hr/> 100



### 3 - ASPECTS ECONOMIQUES

=====

Il est difficile d'obtenir des renseignements précis de la part des diverses entreprises contactées. La brièveté des visites, la qualification de la personne rencontrée, fournissant la plupart du temps des chiffres approximatifs de mémoire, ne permettent pas de présenter des comptes d'exploitation réels. Dans ces conditions, seuls deux exemples seront cités, représentant les deux extrêmes des exploitations fonctionnant à l'heure actuelle en Norvège : une petite exploitation artisanale et la plus grosse ferme existante.

#### 3.1 - Deux exemples particuliers

##### 3.1.1 - Une petite exploitation artisanale : l'élevage de Mr. T. STROM - île d'HITRA - 1973

La plupart des données présentées concernent cette entreprise à l'exception des coûts de production correspondant à une exploitation type de cette importance (BJØRNEREM - 1974).

##### 3.1.1.1 - Caractéristiques

- espèce : truite arc-en-ciel,
- production annuelle : 10 à 15 tonnes par an,
- grossissement en cages flottantes (12) - achat de truitelles de 30 à 50 g (0,80 F pièce),
- début d'exploitation 1966 - 1967.

##### 3.1.1.2 - Investissements

- l'investissement total est d'environ 100 000 KrN (80 000 FF) ; le prix d'une cage est estimée à 8 000 KrN (6 400 FF) (CTGREF - 1974),
- ce chiffre correspond à un investissement de l'ordre de 5 000 à 8 000 FF par tonne produite annuellement.

3.1.1.3 - Coûts d'exploitation (à partir de BJØRNEREM - 1974)

- achat de truitelles : 11,2 %
- transport : 1,2 %
- aliments : 40,2 %
- salaires : 30,8 %
- amortissements : 9,5 %
- divers : 7,1 %

3.1.1.4 - Commercialisation

La commercialisation s'effectue par l'intermédiaire de la coopérative située sur l'île voisine de FRØYA (FRØYA FISKE INDUSTRIE), c'est une solution couramment adoptée pour des exploitations de cette taille.

Les prix obtenus (1973) sont fonction de la taille (CTGREF - 1974) :

- 0,5 à 1 kg : 10 KrN/kg (8,00 FF)
- 1 à 1,250 kg : 10,5 KrN/kg (8,40 FF)
- plus de 1,250 kg : 12 KrN/kg (9,60 FF)

3.1.2 - Une grosse exploitation industrielle : l'exploitation  
A/S MOWI - 1973 - 1975

3.1.2.1 - Caractéristiques

- espèce produite : saumon atlantique
- production annuelle : 500 tonnes de saumons de 3 kg en 1974
- production de smolts en eau douce dans deux écloséries
- élevage semi-intensif en mer dans deux stations
- début d'exploitation : 1969

3.1.2.2 - Investissements

- le montant total des investissements s'élève à 19 000 000 FF (ABADIE - MAUMERT - 1972) pour les quatre stations d'élevage.
- il est à noter que tous les investissements n'ont pas été productifs dans la mesure où cette technique originale a été mise au point progressivement

### 3.1.2.3 - Coûts d'exploitation

Les chiffres fournis par M. Th. MOWINKEL en 1973 et 1975 donnent les résultats suivants :

#### - Coût d'exploitation en 1973

- . aliment : 30 %
- . main d'oeuvre : 20 à 25 %
- . amortissements : 20 %

#### - Coût d'exploitation en 1975

- . smolts : 13,2 %
- . aliment : 43,0 %
- . main d'oeuvre : 25,0 %
- . amortissement : 15,0 %
- . énergie : 3,8 %

Le coût de production moyen aurait été de l'ordre de 18 KrN/kg (14,40 FF) pour la campagne 1974 - 1975 (500 tonnes commercialisées)

*REMARQUE : A titre de comparaison, MØLLER en 1972 estimait le prix de revient du kilogramme de saumon à 15 KrN (12 FF) sans préciser l'origine de ce chiffre.*

### 3.1.2.4 - Commercialisation

La vente est effectuée par un mandataire unique , tant sur le marché intérieur norvégien que sur les marchés d'Europe occidentale (Allemagne - France).

Le prix obtenu par la société est variable selon la saison et la taille des animaux, il est de l'ordre de 20 à 30 KrN/kg (16 à 24 FF) en moyenne.

### 3.2 - Autres données

#### 3.2.1 - Coût de l'aliment

Selon BRAATEN (1975), l'augmentation importante du prix des protéines au cours de l'année 1974 a entraîné une augmentation du poste aliment qui constituerait maintenant 50 à 60 % du coût de production pour certaines exploitations. L'auteur remarque cependant que les prix alimentaires restent intéressants au Nord du pays, alors que le poisson congelé approche 1 KrN/kg (0,80 FF) dans le Sud de la Norvège.

#### 3.2.2 - Frais de personnel

Il est difficile de tirer des conclusions précises des divers renseignements accessibles. Ils varient considérablement selon les sources d'information, la nature et la taille des élevages.

- Le chiffre de 7,5 tonnes/an de production par homme a été avancé dans plusieurs ouvrages (200 emplois pour 1 500 tonnes produites).
- Selon MØLLER (1972), deux hommes peuvent produire 50 tonnes de poissons par an.
- Pour la firme A/S MOWI, le rendement par homme et par an a été de 16 tonnes en 1973 - 1974, et 20 tonnes en 1974 - 1975. L'objectif à atteindre est fixé à 30 tonnes (Th. MOWINKEL - Comm. pers. 1975).

#### 3.2.3 - Energie

L'augmentation du coût de l'énergie en 1974 a entraîné des difficultés dans certaines petites exploitations fonctionnant avec un pompage important.

Par ailleurs, le prix du carburant pour les bateaux est passé de 0,36 à 0,62 KrN (0,29 à 0,50 FF) de 1973 à 1974.

#### 3.2.4 - Commercialisation

Truites et saumons sont vendus frais, éviscérés frais ou congelés, en tranches, fumés, l'origine "élevage en mer" étant précisée.

Le marché est différent selon qu'on s'adresse à la truite ou au saumon. Les prix sont généralement fixés par une association de producteurs.

#### 3.2.4.1 - Truite\_arc-en-ciel

L'augmentation rapide de la production de 1971 à 1974 a entraîné une chute des cours qui, associée à une augmentation des charges de l'élevage (aliment - salaires), a provoqué des difficultés financières sérieuses pour de nombreuses petites exploitations.

Le marché intérieur norvégien s'est avéré incapable d'absorber la production et le produit nouveau, totalement différent de la truite portion à chair blanche et accueilli avec prudence sur les marchés européens.

Les prix obtenus par l'éleveur variaient en 1973 de 10 - 12 KrN/kg (8 à 9,60 FF) (voir § V - 3114) à 14 - 16,50 KrN/kg (11,40 - 13,20 FF) (NORLAKS - CTGREF 1974) selon la taille et le mode de commercialisation.

Les prix pratiqués depuis (1974 et 1975) sont de l'ordre de 8 à 12 KrN/kg (6,40 à 9,60 FF) selon la taille.

#### 3.2.4.2 - Saumon\_atlantique

Le saumon d'élevage, dont la production est limitée par la disponibilité de smolts, rencontre moins de problèmes de commercialisation.

Il se vend généralement au même prix que le saumon sauvage, du 15 août à début mai, en dehors de la période de pêche, ce qui fait qu'il n'y a pas concurrence entre les deux produits. La majeure partie des éleveurs vendent sur la période octobre à mars.

Le prix obtenu est variable selon la taille et la saison, les prix les plus intéressants étant obtenus au printemps pour les gros poissons.

Voici quelques valeurs indicatives recueillies auprès de professionnels et scientifiques norvégiens :

	KrN/kg	FF/kg	
- MØLLER (Bergen) - 1972	20 à 30	16 à 36	selon taille
- G. REPPE (Frøya) - 1973	30 à 60	24 à 48	"
- CTGREF - 1974	15	12	1 à 1,5 kg
	20 à 25	18 à 22,5	1 à 3 kg
	50	45	8 kg
- BRAATEN (Bergen) - 1975	20 à 30	16 à 24	selon taille
- T. REFSTIE (Sunndalsöra) - 1975	25 à 32	20 à 26	"

Le saumon d'élevage est généralement très apprécié, le consommateur préférant cependant l'animal sauvage.

Une partie de la production est exportée sur les marchés scandinaves et d'Europe Occidentale : Allemagne et France en particulier.

## CHAPITRE VI - ETUDE DETAILLEE DE QUELQUES INSTALLATIONS D'ELEVAGE

### 1 - LES STATIONS DE RECHERCHE

=====

#### 1.1 - Station expérimentale d'élevage de SUNNDALSÖRA (Forsökstasjon for fisk)

Cette pisciculture expérimentale dépend de l'Université d'Agriculture, Département de Génétique Animale et d'Elevage - ÅS-NLH - Norvège.

- Directeur du Département : Pr. Harald SKJERVOLD
- Directeur de la Station : Mr. T. GJEDREN
- Responsable technique : Mr. A. KITTELSEN
- Personnes rencontrées lors des différentes visites : Mr. A. KITTELSEN  
Mr. T. REFSTIE

Mise en service en 1971, elle est destinée principalement à sélectionner des souches de saumon atlantique, de truite arc-en-ciel ou d'hybrides particulièrement adaptés à l'élevage. Les saumons y sont élevés jusqu'au stade de smolts, adaptés à l'eau de mer et transférés ensuite à la station expérimentale d'ÅVERØY (voir § VI - 1.2) ou chez des éleveurs privés qui élèvent les produits sélectionnés sous contrat jusqu'à la ponte.

##### 1.1.1 - Alimentation en eau

La situation privilégiée de la station permet de disposer de quatre sources d'eau différentes qui peuvent être mélangées à volonté avant distribution, ou au niveau de chaque bassin externe :

- eau de refroidissement d'une centrale électrique située en amont, distribuée par gravité : l'eau a une température constante de 10 à 11°C toute l'année,
- eau de ruisseau (6°C) obtenue par pompage,
- eau de la rivière alimentant la station par gravité,
- eau de mer pompée dans le fjord voisin à 38 m de profondeur. Le débit disponible est de l'ordre de 7 m<sup>3</sup>/mn. La température est quasi constante et ne dépasse pas 9°C en été alors que l'eau de surface varie 5 à 13°C.

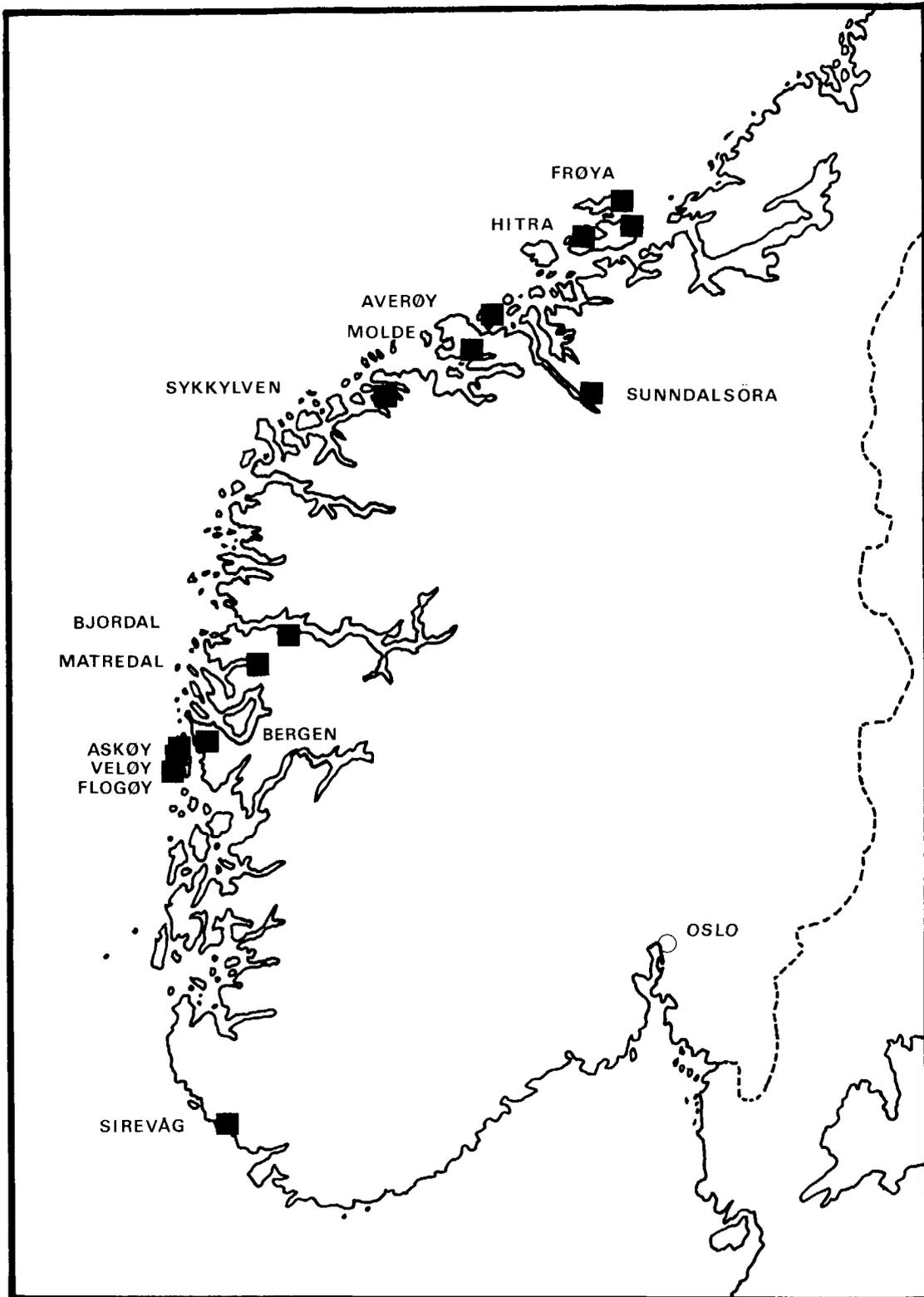


figure 15 \_ LES DIFFERENTS ELEVAGES CITES

### 1.1.2 - Installations d'élevage

La station dispose de deux bâtiments représentant 2 700 m<sup>2</sup>, abritant l'incubation et l'alevinage, et de nombreux bassins extérieurs de type suédois.

#### . Bâtiments couverts

L'un abrite l'incubation et se compose d'environ 300 bacs suédois EWOS de 1 m<sup>2</sup>, ainsi que d'une batterie de bacs de 4 m<sup>2</sup> répartis en 2 étages et alimentés en circuit fermé. Cette batterie permet d'élever environ 80 000 smolts. Les bacs de 1 m<sup>2</sup> sont utilisés principalement pour les souches de truites et les expériences d'hybridation.

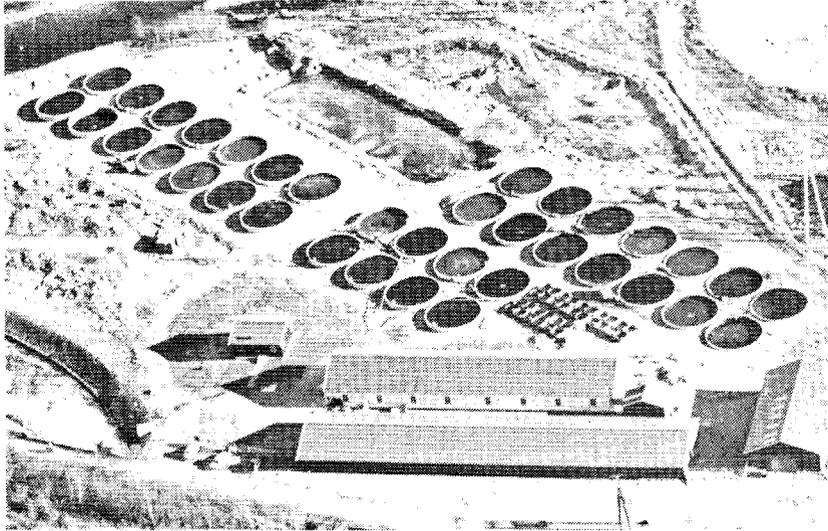
L'autre bâtiment est entièrement équipé de 216 bacs EWOS, de 1,50 x 1,50 m, répartis en quatre travées. L'éclairage est exclusivement artificiel et est assuré par deux rangées de tubes néon fonctionnant 10 heures par jour toute l'année. L'enclenchement et l'extinction automatiques se font progressivement pour éviter de stresser les poissons. Le deuxième bâtiment était, en août 1975, complètement réservé à l'élevage des souches particulières de saumon atlantique.

L'incubation se fait uniquement en auge d'alevinage EWOS en plastique (2,20 x 0,42 x 0,17 m) disposées en trois étages sur une armature métallique. Chaque auge est équipée de plusieurs paniers à circulation d'eau pouvant recevoir les oeufs d'une femelle. La capacité totale d'incubation est de 2 000 000 d'oeufs.

L'alimentation en eau se fait par des canalisations en PVC de 300 mm situées au dessus des bacs. Chaque bac est équipé d'une vanne de réglage et d'un tuyau de 40 mm, à orientation variable, qui amène l'eau au fond du bac. L'alimentation, propre à chaque travée, peut être faite avec des eaux différentes.

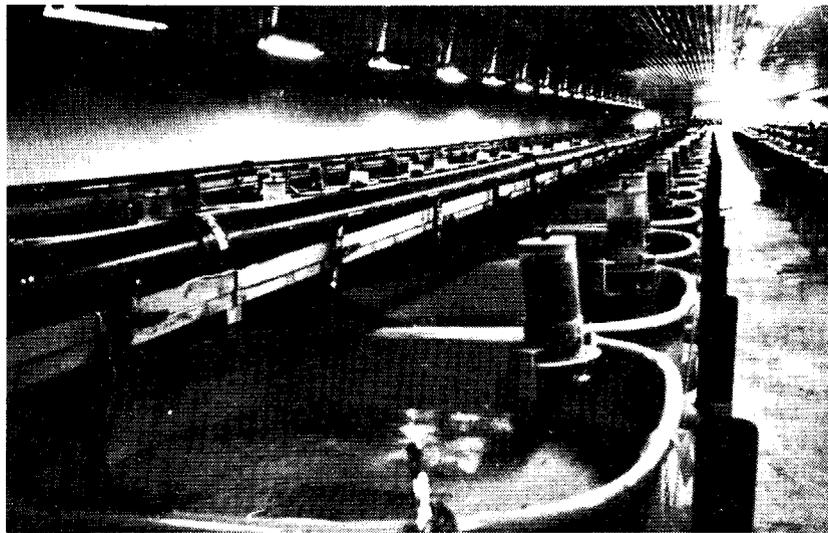
Chaque bac de 1,50 m reçoit un débit de 15 l/mn, sa charge ne doit pas excéder 12 kg de saumon atlantique, ce qui constitue une charge élevée par rapport aux normes de production généralement admises. Une profondeur d'eau de 15 cm est généralement utilisée.

Les bacs ne sont pas couverts, ils sont seulement équipés d'un filet empêchant les poissons de sauter quand le besoin s'en fait sentir. Tous les bacs intérieurs sont équipés de distributeurs automatiques TESS ou EWOS.



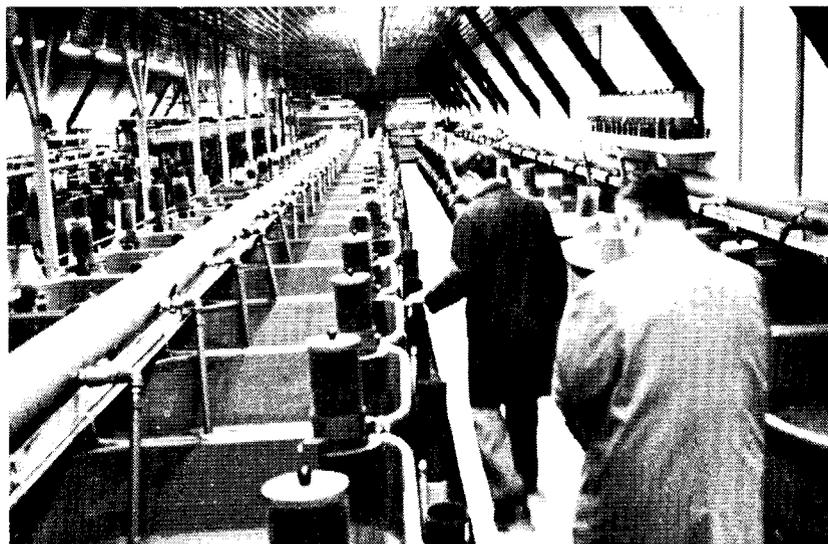
29

photo BILLARD - INRA



30

photo BILLARD - INRA



31

### . Bassins externes

La station dispose de 36 bacs circulaires de type suédois de 10 m de diamètre. Ces bassins cimentés, dont les murs verticaux (105 cm) sont construits en parpaings, sont repeints chaque année avec une peinture anti-fouling de couleur verte commercialisée par INTER-RACING PAINTS. L'évacuation se fait par un tube PVC soit de 150 mm, soit de 200 mm, sa pente minimum est de 2 %.

L'alimentation de chaque bassin est triple, elle permet de doser l'eau douce (ruisseau ou rivière) et l'eau de mer (voir photo 33).

Le fond du bassin s'incline vers l'évacuation centrale avec une pente de 2,5 %. Il est constitué par une dalle en béton de 10 cm d'épaisseur. Le débit alimentant ce bassin est d'environ 350 l/mn (21 m<sup>3</sup>/h). La charge normale de fonctionnement est de 15 000 smolts (350 à 450 kg).

Une structure expérimentale de 32 bacs EWOS de 4 m<sup>2</sup> est également disponible à l'extérieur. Elle est principalement utilisée pour des expériences de nutrition.

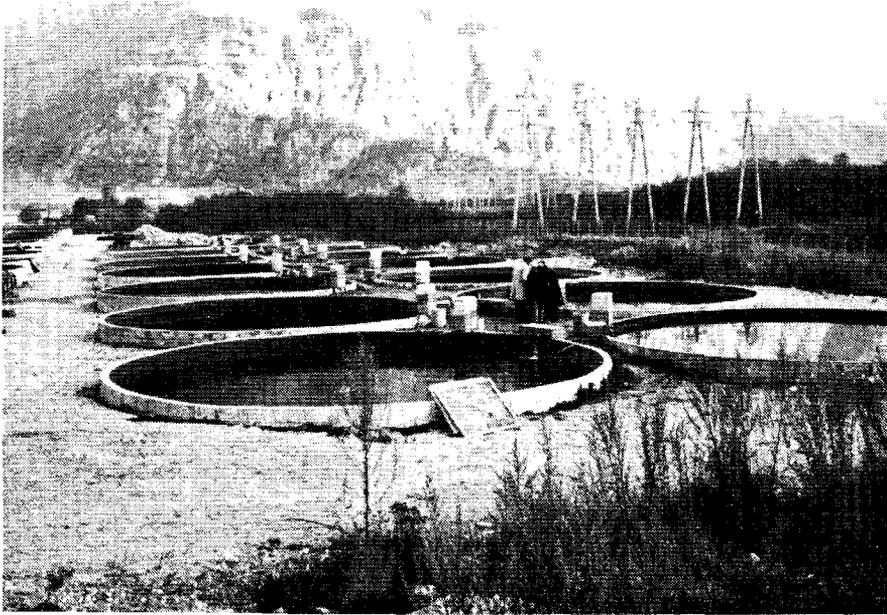
#### 1.1.3 - Fonctionnement

La ponte fécondée d'une femelle de saumon (1 mâle pour 1 femelle ou 1 mâle pour 3 femelles selon le but recherché) est incubée séparément dans un panier. Les oeufs proviennent soit de reproducteurs sauvages soit de poissons élevés en captivité depuis l'oeuf.

Quand les 2/3 de la vésicule vitelline sont résorbés (120 jours), les alevins d'une ponte sont transférés dans 1 bac EWOS de 1,50 x 1,50 m et y resteront jusqu'en janvier de l'année suivante. En cas de succès de la ponte, les "parrs" peuvent être répartis en deux bacs.

En janvier, on procède à un tri de chaque bac, de façon à séparer les poissons qui deviendront smolts au printemps, 14 à 17 mois après le début d'alimentation (mai à juillet) et ceux qui nécessiteront deux ans d'élevage en eau douce. Un fort pourcentage de smolts de 1 an est obtenu. Les différents lots sont marqués par cryotatouage à l'azote liquide (voir § IV - 8.3) pour pouvoir suivre leur trace par la suite. Les parrs sont alors regroupés dans les bassins extérieurs de 10 m de diamètre, par origine génétique, à raison de 15 à 18 000 par bassin.

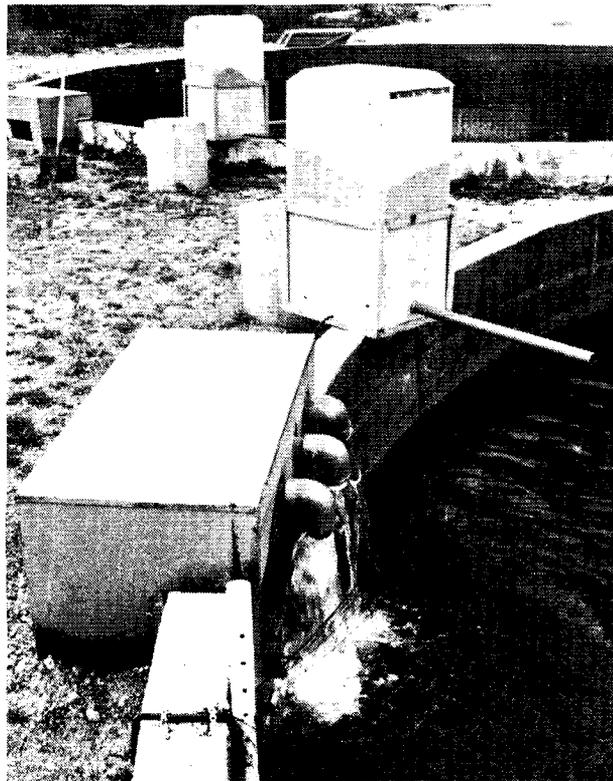
Photo BILLARD - INRA



32

Photos 32.33 - SUNNDALSÖRA - BASSINS EXTERIEURS

Photo BILLARD - INRA



33

Les smolts de saumon ont une taille minimum de 22 grammes, la moyenne étant de l'ordre de 30 grammes à 1 an et 50 - 70 grammes à 2 ans. La mortalité de l'oeuf au smolt est variable selon les groupes, elle est de l'ordre de 50 à 70 %.

A partir de mai, on procède à l'adaptation à l'eau de mer dans les bassins externes. La salinité est progressivement augmentée, après un passage brutal à une salinité de 15 ‰ dès le premier jour, pour atteindre une teneur en sel de 32 ‰ après une semaine. Le passage sans transition peut être effectué sans dommage dans certaines conditions, mais constitue un stress important. La mortalité suivant l'adaptation varierait de 0 à 15 % pour des smolts de saumon (poids minimum 22 g) et de 0 à 10 % pour des truitelles de 50 g (1 an).

Les poissons adaptés sont ensuite transportés dans des élevages contrôlés par l'Institut de Génétique tel que celui d'Averøy, ou confiés sous contrat à un éleveur en mer chargé de les élever jusqu'à la ponte.

Une partie de la production est en outre vendue aux éleveurs. Le prix du smolt varie en fonction de l'offre et de la demande, mais reste élevé de toute façon : 5 KrN en 1973 (4,00 FF), 8 KrN en 1974 (7,20 FF) et 5,75 KrN en 1975 (4,60 FF).

Le fonctionnement de la station est assuré par 9 personnes, compte tenu des diverses expérimentations en cours.

#### 1.1.4 - Recherches en cours

##### 1.1.4.1 - Génétique et sélection

##### - Recherche de l'aptitude des stocks de diverses rivières norvégiennes à l'élevage

Des pontes obtenues à partir de reproducteurs sauvages de 32 rivières différentes sont élevés en même temps selon le modèle décrit précédemment. Le but est de sélectionner parmi les différentes rivières celles dont la race s'adapte particulièrement bien à l'élevage. Si pour chaque stock génétique, il existe une variation entre les individus, des différences considérables de croissance ont déjà pu être mises en évidence entre les tacons issus de diverses rivières.

En août 1975, certains lots atteignaient un poids moyen de 1 g alors que d'autres issus de pontes simultanées, pesaient 8 à 10 g. Il reste à vérifier s'il existe une corrélation entre performances de croissance en eau douce et en mer, ce qui ne pourra être fait qu'à la suite d'une analyse statistique sur plusieurs années.

Une deuxième génération de recherche vise à sélectionner, dans une souche adaptée à l'élevage, les individus les plus intéressants.

- Essai de sélection de souches présentant une bonne capacité de résistance à la vibriose, en particulier pour la truite arc-en-ciel.

- Expérience d'hybridation

Divers essais de croisements interspécifiques ou intergénétiques sont entrepris pour essayer d'obtenir des hybrides qui allieraient les qualités du saumon (croissance en mer, qualité, aspect) à un élevage en eau douce plus aisé.

. *Salmo salar* x *Salmo trutta* migratrice (truite de mer)

. *Salmo salar* x *Salvelinus alpinus* (omble chevalier - Artic char) peut vivre en eau de mer mais nécessite un retour en eau douce chaque hiver. Sa croissance semble cependant intéressante, c'est ce qui a conduit à essayer ce croisement avec le saumon atlantique. A partir de pontes obtenues en novembre (femelle *salar* x mâle *Salvelinus*), certains lots pesaient 10 à 20 g au mois d'août. Il reste à évaluer leur aptitude à survivre et leur croissance en eau de mer.

. *Salmo trutta* sédentaire x *Salmo trutta* migratrice.

- Recherches chromosomiques

Mise au point d'une méthode permettant d'obtenir des préparations de chromosomes à partir de cultures de leucocytes pour les salmonidés. Une grande variation dans les nombres de chromosomes a été mise en évidence sur la truite arc-en-ciel (A.F. GRAMMELTVEDT - 1974), allant de 58 à 65 paires, ce qui a déjà été signalé par OHNO (1965) et par NYGREN (1968) sur des tissus rénaux de *Salmo salar*. Ce domaine de recherche constituera un complément indispensable des opérations pratiques de sélection menées dans les élevages.

#### 1.1.4.2 - Nutrition

Les installations sont utilisées pour divers programmes de recherche en nutrition, tant pour l'amélioration de l'aliment eau douce que pour la mise au point d'un aliment sec eau de mer.

Plusieurs formules contenant des teneurs diverses en graisses ont été testées. Il semble que les formules présentant 16 % de graisses ont donné les meilleurs résultats.

#### 1.1.4.3 - Acclimatation à l'eau de mer

Dans ce domaine, on a étudié en particulier l'influence de l'adaptation progressive sur le taux de survie de la truite et du saumon et l'action des hormones thyroïdiennes et d'une nourriture sursalée avant l'acclimatation. Les résultats ne sont pas encore disponibles.

#### 1.1.4.4 - Tests de croissance d'espèces nouvelles

L'essai d'acclimation massive du saumon pink du Pacifique, *Oncorhynchus gorbuscha* en mer de Barentz et mer Blanche par les Soviétiques s'est traduite par une certaine divagation de l'espèce vers l'Ouest et le Sud, et un certain nombre de poissons ont tenté de se reproduire dans plusieurs rivières de Norvège et même d'Ecosse. L'élevage du saumon pink en captivité à titre expérimental est réalisé dans les installations de la station. Cette espèce, adaptée à l'eau de mer très tôt (quelques semaines ou quelques mois), possède une croissance excellente qui a permis d'obtenir des poissons de 2,5 kg à 2 ans, depuis l'éclosion. Les alevins nés en décembre 1973 pesaient 500 g en moyenne en octobre 1974, mais la deuxième année d'élevage montre un ralentissement de la croissance lié à la maturation sexuelle précoce de ce petit saumon.

Il ne semble pas qu'une exploitation commerciale importante de cette nouvelle espèce puisse résulter à court terme de cette expérience, du moins en tant que produit concurrent du saumon atlantique. Il n'est pas impossible cependant que les problèmes de pénurie de smolts de *Salmo salar* et les difficultés de commercialisation de la truite conduisent à promouvoir un élevage en cycle court pour produire un petit saumon (0,5 à 1,5 kg).

## 1.2 - Station d'AVERØY

Cette ferme marine, gérée par l'Université d'Agriculture de SUNNDALSÖRA, constitue un prolongement de la station expérimentale d'élevage en eau douce décrite au paragraphe précédent.

### 1.2.1 - Installations

L'exploitation est installée dans une petite baie dont la profondeur varie de 8 à 20 m.

Deux séries de 12 cages, de type GRONDVEDT et TESS, sont amarrées par un côté sur deux pontons flottants qui partent du rivage. Les cages sont de modèle standard, diamètre 13 m, profondeur 3,5 à 4,5 m.

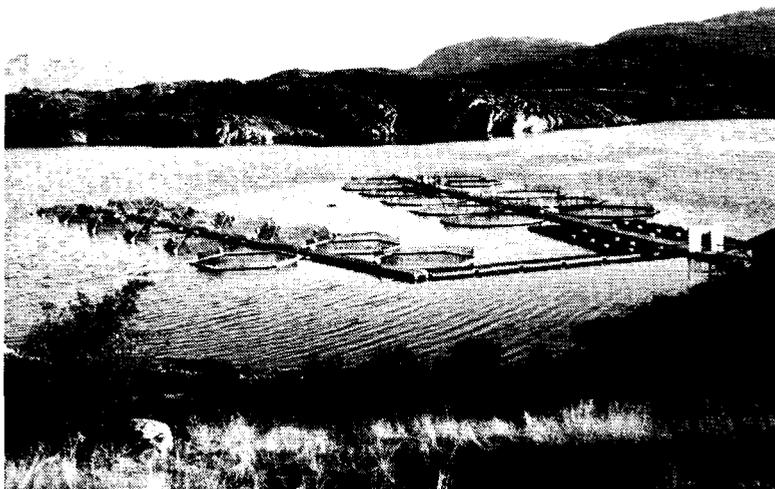
De plus, 24 petites cages expérimentales carrées, amarrées sur des praticables flottants en bois et polystyrène, permettent de conserver séparés des lots importants.

### 1.2.2 - Utilisation de la station

Smolts de saumons et truites adaptés à l'eau de mer et élevés à la pisciculture expérimentale de SUNNDALSÖRA sont immergés au printemps dans les cages après avoir été regroupés, ils sont élevés en captivité jusqu'à la maturation sexuelle. Leur croissance est particulièrement suivie. Les truites sélectionnées ont une croissance très rapide qui leur permet d'atteindre 400 g en 5 mois d'élevage marin, 2 kg à 18 mois et, si le cycle est prolongé, 4 à 5 kg après 30 mois.

Les pontes obtenues sur place sont réexpédiées à SUNNDALSÖRA pour la phase d'élevage en eau douce. Une certaine partie des poissons est commercialisée par la station.

photo BILLARD - INRA



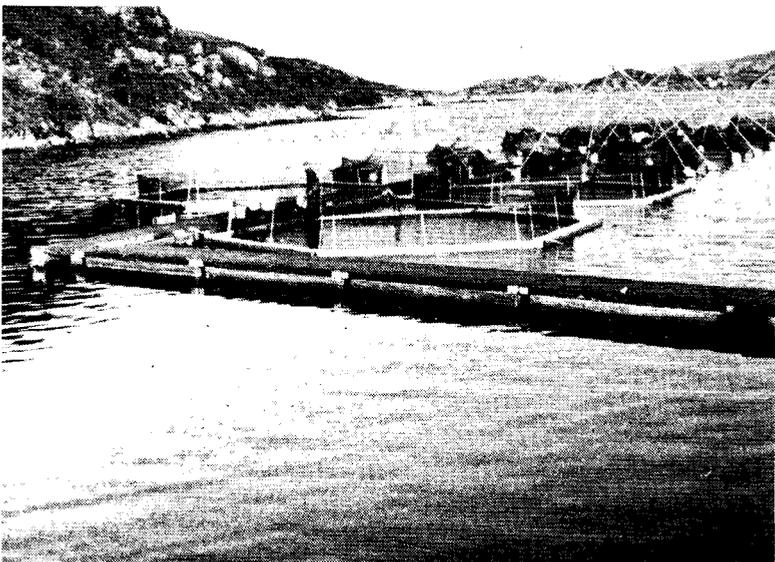
34

photo BILLARD - INRA



35

photo BILLARD - INRA



36

Plusieurs expérimentations de nutrition ont également lieu dans les petites cages. On y a testé en particulier des éléments de substitution des formules mixtes telles que rogue de morue ou déchets d'abattoirs additionnés dans la proportion de 20 %.

### 1.3 - Station de MATREDAL

Ce centre expérimental dépend de l'Institut de Recherches Marines de Bergen, situé à 90 km de là.

#### 1.3.1 - Installations

La station possède des installations à terre ainsi qu'une station de grossissement en cages flottantes, située dans le fjord à proximité immédiate.

##### 1.3.1.1 - Installations à terre

- 100 bacs environ sont disponibles pour l'élevage, dont 70 cylindriques de 1,50 m de diamètre et 1 m de hauteur et 30 bacs EWOS de 4 m<sup>2</sup>. Les bacs cylindriques peuvent recevoir 500 à 1 000 poissons pour un poids de 20 kg. Ils donnent entière satisfaction.

Chacun est équipé d'un distributeur automatique. Ils permettent d'assurer l'alevinage en truites et en saumons nécessaires à l'expérimentation.

- L'alimentation en eau est double :

- eau de refroidissement d'une centrale électrique alimentant la station par gravité. La température est de 10°C toute l'année.
- deux pompes permettent d'obtenir 60 m<sup>3</sup>/h d'eau de mer.

L'eau d'élevage peut être maintenue entre 2 et 8 ‰ mais l'intérêt de l'opération est très discuté car la vibriose peut survenir même à très basse salinité.

##### 1.3.1.2 - Cages flottantes

- 40 cages carrées de 18 m<sup>3</sup> (3 x 3 x 2 m) sont accrochées à des praticables flottants.

La salinité est de 20 ‰ à quelques mètres mais la dessalure en surface peut être très importante du fait des eaux de renouvellement.

- Un distributeur automatique à la demande équipe un certain nombre de ces cages. Les saumons et truites conditionnés viennent taper contre une tige verticale qui, par ses vibrations, libère l'extrémité inférieure d'une trémie et permet à un peu d'aliment de tomber dans la cage.

### 1.3.2 - Utilisation de la station

#### 1.3.2.1 - Espèces

Les travaux sont effectués sur *Salmo salar*, *Salmo gairdneri* et d'autres espèces telles que *Oncorhynchus kisutch* (saumon coho) *Salvelinus alpinus* et divers hybrides.

#### 1.3.2.2 - Travaux

- Nutrition,
- Pathologie : tests de contrôles des parasites externes par addition d'organophosphorés dans l'aliment,
- Début de sélection génétique.

## 2 - INSTALLATIONS DE PRODUCTION

### 2.1 - Firme A/S MOWI (Laksevag stranveien - BERGEN)

Cette société fut créée en 1969, avec comme principaux actionnaires : la NORVEGIENNE DE L'AZOTE et A/S COMPACT qui effectuait depuis 1960 des essais d'élevage de saumon en captivité. Elle aurait investi 19 000 000 FF pour créer quatre stations d'élevage : deux en eau douce et deux en eau de mer.

#### 2.1.1 - Piscicultures d'eau douce

Les deux stations de ASKØY et ØYERHAVN sont bâties selon le même modèle, au fond d'un fjord, ce qui donne la possibilité de pomper l'eau de mer. Celle de ASKØY assure en plus l'élevage du stock de reproducteurs.

##### 2.1.1.1 - Station de ASKØY (Ile de Sotra)

###### - Alimentation en eau

La station, construite sur l'emplacement d'une ancienne usine de farine de poisson, est alimentée par un ruisseau qui permet d'utiliser environ 60 m<sup>3</sup>/h. Deux pompes de 30 kW permettent d'obtenir 480 m<sup>3</sup>/h d'eau de mer.

- Stabulation des reproducteurs

Les adultes destinés à la production sont élevés dans un raceway alimenté en eau de mer (voir § IV - 7.2).

- Incubation

L'incubation se fait en auges d'incubation classiques, alimentées par l'eau du ruisseau (2 à 6°C de décembre à avril). Les oeufs sont répartis dans des paniers perforés à raison de 6 000 à 10 000 oeufs par unité. L'éclosion se produit en avril. Les géniteurs produisent des oeufs légèrement plus pâles que les sauvages. Cependant, leur taux de fécondation est bon. Lors de l'incubation, la mortalité des premiers est de 5 à 10 % alors qu'elle est proche de 0 chez les oeufs sauvages. Les premiers problèmes apparaissent avec la résorption de la vésicule vitelline. En 1972, une mortalité de 50 % a été observée à ce stade sur le produit de certaines femelles. Elle est attribuée à une carence dans l'alimentation entraînant un manque d'éléments essentiels dans la vésicule. En 1974, de nombreuses pontes ont présenté un taux de fécondation et d'éclosion proche de 90 %.

- Production de smolts

La station dispose de "raceways" classiques et de bassins suédois en fibre de verre.

- Bassins suédois : 14 bassins circulaires de 3 m de diamètre et 7 m<sup>3</sup> de contenance produisent 45 000 à 70 000 smolts,
- Raceways : 32 bassins cimentés rectangulaires complètent les installations et permettent d'augmenter la production.

Tous les bassins ont une profondeur d'eau importante, contrairement à ce qui est généralement pratiqué avec le saumon atlantique. Lorsqu'ils ne sont pas dérangés, les parrs de *Salmo salar* se répartissent sur toute la hauteur d'eau. Ils viennent chercher la nourriture en surface. Ils sont nourris avec le granulé sec TESS.

Les poissons sont nourris automatiquement, à raison d'une minute toutes les 15 minutes en été. En automne, lorsque la température de l'eau douce descend, on mélange une certaine quantité d'eau de mer. Cette opération n'a pas d'autre but que d'obtenir une meilleure croissance liée à la température de l'eau de mer. Elle implique une surveillance et un pompage constant sur toute l'année, ce qui augmente les frais de production.

octobre : 9,5 à 10 ‰ de salinité,

janvier : 12 ‰ de salinité.

La salinité est augmentée à l'approche de la smoltification. Le fait d'accroître la salinité dans les bassins implique de nouvelles difficultés sanitaires, en particulier des attaques de vibriose et de germes de la pasteurellose, maladies qui à l'heure actuelle sont sensibles aux antibiotiques classiques TERRAMYCINE et CHLORAMPHENICOL.

La station peut produire 85 000 à 100 000 smolts annuellement dont 48 % de smolts de 1 an.

#### 2.1.1.2 - Station de ØYERHAVN

Elle est de conception plus récente mais est construite selon le même modèle. Elle est équipée d'une double alimentation eau douce - eau de mer. La production est d'environ 200 000 smolts annuellement et 1 000 000 d'alevins. Elle s'effectue exclusivement en bacs de fibre de verre de 3 m de diamètre (60 bacs).

#### 2.1.2 - Stations d'élevage en mer

Voir chapitre III - § 2.2

#### 2.1.3 - Résultats et perspectives

Les premiers résultats ont été inférieurs à ceux obtenus dans les élevages en cages flottantes, principalement au point de vue croissance. Cependant, la firme A/S MOWI, peu touchée par les problèmes sanitaires tels que vibriose et copépodes parasites, a produit 500 tonnes de saumon d'août 1974 à mai 1975, sur une production totale de 900 tonnes en Norvège.

C'est incontestablement un succès important et les installations devraient permettre de produire annuellement 600 à 800 tonnes dans un proche avenir, sans investissements nouveaux importants.

Les coûts de production s'avèrent compétitifs (voir § IV - 3.1.2).

et le rendement de 20 tonnes par homme est important par rapport aux chiffres moyens norvégiens.

## 2.2 - Elevage des frères GRONVEDT ( Ets GRONVEDT - 7241 ANSNES-HITRA)

Cette exploitation, créée en 1969, dispose à la fois de structures d'élevage en eau douce et de grossissement en eau de mer. La production d'abord axée sur la truite arc-en-ciel a évolué à partir de 1971 vers le saumon atlantique.

### 2.2.1 - Installations

#### 2.2.1.1 - Eau douce

La pisciculture, de conception traditionnelle, permet de produire les smolts nécessaires à la production de la firme, l'excédent est vendu à d'autres éleveurs.

La température est très froide en hiver : 3°C en novembre, environ 0°C de janvier à mars.

Environ 400 000 oeufs de saumon sont obtenus à partir de reproducteurs conservés en captivité. La ponte a lieu en novembre - décembre pour le saumon et avril pour la truite.

Le taux de survie moyen à l'éclosion était de 35 % en 1973. Un accord avec la station de SUNNDALSÖRA permet de réaliser l'incubation à la pisciculture expérimentale, les alevins de 4 cm sont transportés à Hitra en mai quand la température est favorable.

Le prix de vente du smolt était de 7 à 8 KrN pièce en 1973.

L'adaptation à l'eau de mer peut se faire directement pour des truites de 50 à 70 grammes et pour les smolts de saumon atlantique.

#### 2.2.1.2 - Eau de mer

La salinité est de l'ordre de 29 ‰ pour une température variant de 4 à 16°C. La production se fait en cages flottantes classiques (voir § III - 3.1) de 40 m de circonférence (450 à 500 m<sup>3</sup>).

En 1972, 13 cages étaient en exploitation, dont une réservée à l'élevage des reproducteurs.

Généralement, 3 000 smolts sont déversés dans chaque cage, la charge maximale ne dépasse jamais 5 tonnes.

La nourriture utilisée initialement était exclusivement composée de poissons (morue, hareng) et de déchets de crustacés surgelés. L'utilisation du hareng a provoqué des troubles importants, se traduisant par une nécrose du foie et des mortalités importantes. Ce poisson a été remplacé par le capelin et l'aliment utilisé est maintenant le mélange humide classique. Il représentait en 1973 une dépense de 6 à 7 KrN par kg de saumon produit ce qui correspond à environ la moitié du coût de production.

### 2.2.2 - Résultats

#### - Croissance

La croissance du saumon est spectaculaire : en 1971, un poids moyen de 4,5 kg était obtenu après 18 mois d'élevage en mer (voir fig. 9).

Après 2 ans, le poids moyen est généralement de 6 à 7 kg avec des extrêmes de 2 à 12 kg.

#### - Production

Elle est passée de 22 tonnes en 1971 à 40-50 tonnes en 1972 - 1973 (majorité de saumon). Le chiffre d'affaires annuel était de l'ordre de 1 500 000 KrN en 1973 pour un investissement total de 2 000 000 KrN (CTGREF - 1974).

### 2.3 - Elevage de l'île de FRØYA

L'île de FRØYA, traditionnellement tournée vers la pêche, a connu un développement rapide de l'aquaculture depuis 1970.

La coopérative locale, FRØYA FISKE INDUSTRIE, dont l'état norvégien est le principal actionnaire, regroupe la quasi totalité de la pêche sur l'île. Elle détient la majorité des parts de la société FRØYA EDELFIISK qui se consacre exclusivement à l'élevage. De nombreux particuliers, pêcheurs, commerçants, agriculteurs possèdent en outre quelques cages d'élevage dans les nombreuses baies abritées.

#### 2.3.1 - Structures

L'île disposant de très faible possibilité pour l'élevage en eau douce n'assure que la partie croissance en eau de mer.

La production a lieu dans des cages flottantes de type GRONDVEDT ou ses dérivés, avec des praticables en fibre de verre (voir § III - 3.1).

En 1973, 40 à 50 unités étaient réparties sur plusieurs sites. La profondeur des cages passe de 3 à 6 mètres en hiver pour éviter les eaux froides de surface.

### 2.3.2 - Fonctionnement

Smolts de saumons et de truites sont amenés à FRØYA au printemps par conteneur flottant.

#### - Aliment

Ils reçoivent un mélange humide classique dans lequel les déchets de filetage (lieu noir - merlan) de l'usine de conditionnement de FISKE INDUSTRIE constituent une part importante.

Les bateaux senneurs capturent les bancs de poissons à proximité immédiate de la côte, et laissent la senne en place. Un autre bateau la remorque et l'amarre au dock de l'usine de traitement. Le poisson est prélevé à la benne, transporté par "dumper" jusqu'à la fileteuse où il est traité vivant. Les déchets, broyés immédiatement, sont inclus dans le mélange humide distribué sur les cages quelques heures plus tard.

Cet exemple illustre la relation étroite qui existe en Norvège entre la pêche et l'élevage, particulièrement spectaculaire dans le cas de l'île de Frøya.

#### - Croissance

Elle s'avère excellente, tant pour la truite que pour le saumon.

- les saumons atteignent un poids moyen de 4 à 5 kg après 18 mois d'élevage à partir de smolts de 30 g et 6 à 7 kg à 24 mois,
- les truites, immergées au printemps (50 à 100 g), atteignent un poids de 1,5 à 1,7 kg après 15 mois, leur croissance diminue ensuite à l'approche de leur maturation.

### 2.3.3 - Production

34 tonnes de poisson d'aquaculture avaient été produites en 1972 (20 tonnes de truites et 14 tonnes de saumons).

Au printemps 1972, 110 000 poissons dont 50 000 smolts de saumon ont été mis en élevage. Un tiers environ du cheptel devait être commercialisé à l'automne 1973, la production totale devant être de 120 tonnes.

Les prix de vente obtenus étaient en 1973 de l'ordre de 12 KrN/kg pour la truite et 30 KrN/kg pour le saumon, avec un maximum de 60 KrN/kg pour des animaux de plus de 8 kg.

Les perspectives de développement s'annonçaient optimistes, avec un objectif de 1 000 tonnes atteint dans les deux ans.

Il semble cependant que l'augmentation des prix de la nourriture, la chute du cours de la truite et l'attaque massive par les copépodes parasites (voir § IV - 9.2), qui a été particulièrement sévère en 1973 - 1974 pour le secteur de HITRA - FRØYA, aient provoqué de graves difficultés entraînant la fermeture de nombreuses petites exploitations.

#### 2.4 - Firme NORLAKS (Norlaks - Sykkylven, Norvège) (d'après CTGREF - 1974)

Cette firme appartenant aux frères VIK est une des premières à avoir tenté l'élevage de la truite en eau de mer, à partir de 1959.

Les essais devaient se poursuivre jusqu'en 1965 (truite et saumon) puis déboucher sur la production de truites en eau de mer.

##### 2.4.1 - Installations

###### - A terre

- . 36 bassins bétonnés de 16 m<sup>2</sup>,
- . 14 bassins à murs bétonnés représentant 5 800 m<sup>2</sup>,
- . 2 bassins en terre de 750 m<sup>2</sup> chacun.

L'alimentation est double, elle peut se faire :

- en eau douce, par gravité avec un débit de 670 l/s, la température hivernale est proche de 0°C,
- en eau de mer, par pompage grâce à 5 pompes débitant 40 m<sup>3</sup>.  
Salinité 31 ‰ , température 3 à 18°C.

###### - En mer

- . 8 cages de 10 x 10 x 2,5 m,
- . 5 cages de 5 x 5 x 2,5 m.

##### 2.4.2 - Fonctionnement

600 000 oeufs sont obtenus à partir des reproducteurs de l'élevage. En avril, l'adaptation à l'eau de mer débute lorsque les poissons font 5 g. L'alimentation se fait d'abord avec des aliments secs du commerce jusqu'à 6 mois, puis avec un mélange humide classique, utilisant 10 % de déchets de crevettes.

Le taux de transformation est de 4 à 6 jusqu'à la taille portion et de 6 à 9 entre 0,5 et 2 kg.

La croissance est la suivante :

- 6 mois : 10 à 15 g
- 2 ans : 250 à 450 g
- 2 à 3 ans : 1000 à 1500 g
- 3 à 5 ans : 1500 à 2000 g

La croissance diminue à partir de 1,5 kg (3 ans)

La firme emploie 2 permanents et 3 personnes supplémentaires en période de commercialisation.

#### 2.4.3 - Production

La production était de 40 tonnes en 1973, les prix de vente obtenus variaient de 14,25 à 16,5 KrN/kg selon la taille. Le produit est vendu éviscéré, frais ou congelé, ou fumé (3 t/an).

En 1974, 100 tonnes devaient être commercialisées.

#### 2.4.4 - Aspect économique

- Investissement : 1 100 000 KrN en 1967
- Chiffre d'affaires : 600 000 à 650 000 KrN en 1973
- Coût de production :
  - . Aliment : 160 000 KrN environ
  - . Main d'oeuvre : 80 000 KrN environ.

## C O N C L U S I O N

La salmoniculture marine en Norvège qui a débuté dans les années 50 a connu beaucoup de difficultés dans les premières années, la plupart des pionniers devant fermer leurs installations pour des raisons diverses.

A partir de 1970 - 1971, un regain d'intérêt a provoqué une augmentation de la production qui a atteint 3 500 tonnes de truites et de saumons en 1974. C'est la première production significative de poissons de consommation par l'aquaculture marine dans le monde occidental, et seul l'élevage de la sériole au Japon (40 000 tonnes en 1973) était arrivé à ce stade de développement.

Pour cette raison, l'expérience norvégienne revêt un intérêt capital. Encouragés par des conditions locales favorables, les éleveurs norvégiens ont été les premiers à franchir le stade des petits élevages expérimentaux pour aborder le développement à grande échelle. Leur expérience pratique a permis de mieux cerner les possibilités et les limites de l'élevage des salmonidés et de mettre au point toute une technologie qui, si elle n'est pas applicable telle quelle dans tout les pays, constitue cependant un acquis sérieux pour les programmes de développement étrangers.

La situation géographique et les conditions hydrologiques sont excellentes sur la majeure partie de la côte atlantique. Les températures sont considérées comme optimales toute l'année pour l'élevage du saumon atlantique, la pollution côtière est pratiquement inexistante et les sites favorables sont nombreux.

La phase de production de juvéniles en eau douce ne présente pas de caractéristiques particulières par rapport aux expériences étrangères : les truites sont produites dans des piscicultures traditionnelles, et l'élevage du saumon atlantique jusqu'au stade smolt a été développé selon la technique mise au point en Suède durant les années 60.

Les élevages obtiennent généralement de bons résultats, mais la production des plus grosses stations reste faible - 200 000 smolts environ - et on constate déjà une disproportion entre l'offre et la demande entraînant une augmentation du prix du smolt qui a atteint le prix maximum de 8 francs pièce en 1974. Ceci est dû à la difficulté relative de production de smolts de saumon atlantique en grandes quantités.

Les nombreux essais d'élevage en mer ont conduit les aquaculteurs à imaginer des techniques de production originales, allant du bassin en terre alimenté par pompage aux cages flottantes en mer et aux élevages semi-intensifs en fjord ou bras de mer barré.

L'évolution des exploitations montre à l'heure actuelle un fort engouement pour les élevages en cages flottantes, technique offrant une relative souplesse d'utilisation. Il faut remarquer à ce sujet que la structure géographique de la côte norvégienne permet de disposer de très nombreux sites favorables à ce type d'exploitation.

Les essais empiriques des premiers éleveurs ont abouti à la mise au point d'un aliment mixte : poisson broyé + farine de poisson qui donne de bons résultats, aussi bien pour la truite que pour le saumon. Ce choix est lié principalement à la facilité d'obtenir des sous-produits de la pêche à un prix compétitif, mais l'augmentation récente des prix oblige actuellement un certain nombre d'éleveurs à envisager l'alimentation à base de granulés. Des aliment secs, encore expérimentaux, semblent donner de bons résultats tant sur le plan de la croissance que sur celui de la qualité du produit, et il est probable que ce type d'aliment se développera rapidement dans les années à venir compte tenu de sa facilité d'utilisation, exigeant moins de structures à terre (chambres froides - broyeurs), moins de main d'oeuvre et offrant généralement des garanties sanitaires supérieures à celles de la nourriture mixte.

Les élevages marins ont eu à faire face depuis l'origine à des maladies, parasitaires ou bactériennes, ayant provoqué dans certains cas de véritables catastrophes. Cependant, les problèmes de pathologie restent moins préoccupants que dans les élevages de saumons de la côte Pacifique des Etats-Unis.

L'amélioration des techniques de production, du contrôle sanitaire permettront vraisemblablement un développement important de ce type d'aquaculture, mais les différents échecs subis depuis le début de cette activité ont permis de constater que l'élevage est moins limité par les difficultés d'ordre scientifique et technique, qu'il ne l'est par les difficultés de commercialisation. L'exemple de la truite arc-en-ciel est frappant à ce sujet : il a suffi de quadrupler la production en trois ans pour provoquer une chute des cours. L'augmentation des coûts de production condamnera, à brève échéance, de nombreux petits élevages de truites, à moins qu'une amélioration des prix de vente n'intervienne, car la pénurie de smolts de saumon, déjà sensible en 1973 - 1974, réduira leurs possibilités de reconversion. Ce fait conduit actuellement certains organismes à chercher un produit de substitution, plus facile à élever en eau douce que le saumon atlantique, mais différent de la truite. C'est ainsi que divers hybrides et deux espèces de saumon du Pacifique (coho et pink) font l'objet d'essais de production à petite échelle.

Si la salmoniculture marine a été lancée à la suite d'entreprises privées, sans intervention du gouvernement norvégien, celui-ci a créé, à partir de 1970, un important effort de recherche pour épauler le développement industriel. Plusieurs stations expérimentales importantes ont été construites spécialement pour permettre à la recherche d'améliorer certains aspects de la production : nutrition, pathologie, sélection génétique ; le dernier aspect, capital pour l'élevage, nécessite en particulier des installations expérimentales importantes comme celles de SUNNDALSÖRA.

Les prévisions annuelles de l'aquaculture norvégienne : 20 000 tonnes de saumon et truite en 1990 paraissent assez optimistes, cependant l'accroissement rapide observé entre 1974 et 1975 : 573 à 3 500 tonnes, les progrès constants de la recherche et l'environnement exceptionnel de la Norvège sont favorables à une augmentation importante de la production, et le saumon d'élevage norvégien, dont la qualité est reconnue, sera difficile à concurrencer sur les marchés européens.

## A P P E N D I C E

*Le développement de l'élevage des salmonidés en France, engagé par le CNEXO en 1971, se situe dans un contexte différent.*

*Si l'expérience norvégienne est riche d'enseignements et doit servir de modèle dans bien des domaines, il faut se garder d'une transposition théorique hâtive aux conditions des côtes françaises. Bien des facteurs diffèrent, tant sur le plan des possibilités de production de smolts de saumon atlantique en eau douce que sur celui des conditions géographiques et hydrologiques du littoral français.*

- Si, comme l'ont souligné VIBERT et BILLARD (1975), les températures hivernales clémentes, aussi bien en eau douce qu'en eau de mer, et le prix du saumon frais sur le marché français sont des éléments favorables au développement de l'aquaculture du saumon, il existe par contre un certain nombre de facteurs limitants ou défavorables.*
  
- Les températures estivales des eaux marines limiteront probablement le développement de cette activité aux côtes Nord françaises à partir de la Bretagne. Même dans ce cas, les températures peuvent être considérées comme moins favorables qu'en Norvège, car s'éloignant des limites acceptables, elles peuvent diminuer la résistance du poisson aux épizooties. Une variante peut cependant permettre un cycle de production hivernal court sur la plus grande partie du littoral.*
  
- Le nombre de sites marins favorables, du moins pour la technique d'élevage en cages, est relativement limité et sur la plupart d'entre eux, il existe une compétition entre divers types d'activités plus prioritaires ou d'un plus grand poids économique : Défense Nationale, industrialisation, ostréiculture, plaisance, certaines de ces activités étant en outre source de pollution.*

- *L'amplitude des marées, si elle apporte un meilleur renouvellement des eaux, conduit à utiliser des structures plus complexes et coûteuses et limite encore le nombre de sites favorables.*
  
- *Cependant, malgré ces réserves, le littoral français se prête à l'implantation d'élevages de salmonidés et permet de prévoir une extension importante de cette activité dans la décennie à venir.*  
*Pour atteindre cet objectif, l'aquaculture française doit mettre en oeuvre un système de production particulier associant les connaissances norvégiennes et américaines (1) à des solutions techniques originales adaptées à l'environnement.*

*Depuis la première production de truites élevées en eau de mer par les Etablissements CAOUS situés sur la Rance - 6 tonnes en 1972 - la salmoniculture marine a connu un développement rapide qui a conduit à une production de l'ordre de 60 tonnes en 1975, dont 25 tonnes de saumon Pacifique produites en majorité par la SODAB (2).*

*En 1976, 5 sites de production, de dimension variable, devraient permettre d'approcher le cap des 100 tonnes.*

(1) - *La Salmoniculture Marine aux Etats-Unis et au Canada - Etat de Développement en 1976. Rapport Scientifique et Technique CNEXO (à paraître).*

(2) - *Société pour le Développement de l'Aquaculture en Bretagne.*

## B I B L I O G R A P H I E

ABADIE-MAUMERT F.A - 1973

L'aquaculture norvégienne une activité encore neuve, mais fort prometteuse.  
France Pêche - 1973

ANON - 1971

Norsk oppdrett av damfisk, anleggstyper kostnader og lønnsomhet.  
Fiskerikøkonomisk Institutt Ved Norges Handelshøyskole.

ANONYMOUS - 1974

Report of the ICES/ICNAF joint working party on North atlantic salmon -  
11 - 15 mars 1974.  
CM - 1974/M : 2.

BECKER W.A. - 1967

Manual of Procedures in Quantitative Genetics.  
Washington State University Press, Washington.

BRAATEN B.R. og SAETRE R. - 1973

Oppdrett av laksefisk i Norske kystfarvann. Miljø og anleggstyper.  
Fisken Hav. Ser. B (9).

BRAATEN B.R. - 1975

Recent Norwegian Experience in Fish Farming.  
Oceanology International 1975 - BRIGHTON.

BOGYO T.P. and BECKER W.A. - 1965

Estimates of heritability from transformed percentage sib data with  
unequal subclass numbers.  
Biometrics, 21, 1001 - 1007.

CARSTENS T. - 1974

Salient features of coastal waters for aquaculture.  
Lecture at NATO - workshop on "Waste heat and nutrient loaded effluents  
in the aquaculture".

CTGREF - 1974

L'élevage des salmonidés au Danemark et en Norvège.  
Rapport de mission CTGREF - mars 1974.

EGIDIUS E. - 1973

Anestesi på fisk - en tilføyelse.  
Norsk Vet. Tidsskr (9), 459.

EGIDIUS E. and JOHANNESSEN A. - 1974

Oppdrett av laksefisk i norske kystfarvann. Vibriose og lakselus.  
Fisken Hav. Ser. B (2).

GJEDREM T. - 1974

Selection experiments with salmon - Differences in resistance to vibrio disease of salmon parr  
Aquaculture, 3 (1974) 51 - 59.

HARACHE et BOULINEAU - 1971

L'élevage des salmonidés migrateurs amphibiotes en Amérique du Nord.  
Rapport scientifique et technique n° 5 - CNEXO.

HILDINGSTAM J. - 1975

A preliminary report on running trials concerning the comparison of dry feeds and fresh feeds to salmon in salt water rearing.  
ASTRA - EWOS AB - 1975.

MØLLER D. - 1972

Norwegian salmon farming.  
International Atlantic Salmon Foundation -  
Spec. Publi. Ser., 4 (1) : 259 - 263.

MØLLER D. et BJERK Ø - 1975

Comparative growth studies of salmonids.  
International Council for the exploration of the sea - Anadromous and catadromous fish committee -  
MONTREAL CM - 1975/M : 21.

NAEVDAL G. - HOLM M. - LERØY R. and MØLLER D. - 1975

Variation in age at sexual maturity in rainbow trout.  
International Council for the exploration of the sea - Anadromous and catadromous fish committee -  
MONTREAL CM - 1975/M : 23.

NAEVDAL G. - HOLM M. - MØLLER D. and ØSTHUS D. - 1975

Experiments with selective breeding of atlantic salmon.  
International Council for the exploration of the sea - Anadromous and catadromous fish committee -  
MONTREAL CM - 1975/M : 22.

PARRISH B.B. - 1975

Notes on salmon catches at West Greenland, Norwegian sea and home waters in 1974.

International Council for the exploration of the sea - Anadromous and catadromous fish committee -

MONTREAL CM - 1975/M : 12.

ROGALAND PELTSDYRFORLAG A/L og T.SKRETTING A/S - 1975

Forsøk med lakseoppdrett.

Foreløbig rapport om føringsforsøki i sjøvann - 1975.

ROUZZAUD P. et BOULINEAU J.J. - 1972

Visite de différents stations d'élevage de poissons en Scandinavie.

Rapport de mission en Norvège.

UTNE F. - 1975

Foring og forsammensetningen til ørret og laks i matfiskproduksjonen.

Fisken Hav. Ser. B.

VAILLANT A. - 1974

Rapport de mission en Norvège.

VIBERT R. et BILLARD R. - 1975

Les élevages de salmonidés en Norvège.

Compte rendu de mission - La Pisciculture Française - 1975.

Imprimé par  
le Service de Documentation  
Centre d'Etudes Nucléaires de Saclay  
Septembre 1976

ISSN — 0339 — 2899

*Toute demande de cette publication devra être adressée  
au Service Documentation  
B.N.D.O.  
CENTRE OCEANOLOGIQUE DE BRETAGNE  
B.P. 337  
29273 BREST CEDEX*