

PUBLICATIONS DU  
CENTRE NATIONAL POUR L'EXPLOITATION DES OCÉANS  
(C N E X O)

Actes de Colloques N° 12

**AQUACULTURE EXTENSIVE ET REPEUPLEMENT**

BREST — Mai 1979

CNEXO — CENTRE OCÉANOLOGIQUE DE BRETAGNE  
Documentation  
Boîte Postale 337 — 29273 BREST CEDEX  
Tél. (98) 45.80.55 - Telex : Oceanex 940 627 F

Les journées d'étude

## **AQUACULTURE EXTENSIVE ET REPEUPLEMENT**

ont été organisées sous le patronage de

**La Direction des Pêches Maritimes**

du Ministère des Transports

avec

**l'Institut National de la Recherche Agronomique**

**l'Institut Scientifique et Technique des Pêches Maritimes**

**Le Centre National pour l'Exploitation des Océans**

se sont tenues

au

**Centre Océanologique de Bretagne**

Brest (FRANCE)

du 29 mai au 31 juin 1979

L'aquaculture extensive et le repeuplement sont deux modes d'exploitation des ressources halieutiques qui ne font appel, une fois les juvéniles produits, ni à un apport de nourriture artificielle, ni à un contrôle continu de la part de l'exploitant, mais dépendent par contre de la productivité du milieu marin.

Cette approche repose sur l'idée que le principal facteur limitant d'une population naturelle est le faible nombre de survivants après les premiers stades, et que l'on peut par alevinage, aménagement du milieu ou autres techniques, augmenter la production d'une espèce exploitable.

Le but de ces journées d'étude est de faire le point des connaissances sur ces sujets, à l'intention des scientifiques mais aussi des utilisateurs. Il a paru souhaitable de compléter l'analyse des tentatives françaises par la présentation de réalisations étrangères, exposées par des experts.

# TABLE DES MATIÈRES

## ALLOCUTION D'OUVERTURE

par M<sup>r</sup> Gérard PIKETTY

*Président Directeur Général du CNEOX*

## PROGRAMME RÉSUMÉ, SUMMARY

### SESSION I : MOLLUSQUES

#### — COQUILLES SAINT-JACQUES :

- l'Exploitation de la Coquille Saint-Jacques au Japon - D. BUESTÉL.
- Perspectives de développement régional : la baie de Saint-Brieuc - R. NICOLAS, E. MORIZE, R. ROHAN.

#### — AUTRES ESPÈCES :

- l'Aquaculture des pétoncles : état présent et perspectives - D. LA TROUITE
- Techniques de reproduction contrôlée des mollusques bivalves pour les élevages extensifs ou le repeuplement : rôle des écloséries - nurseries - Y. LE BORGNE.
- Etat des connaissances sur l'ormeau - J.C. COCHARD, J.P. FLASSCH.

### DISCUSSION GÉNÉRALE : MOLLUSQUES

### SESSION II : CRUSTACÉS

- Recent mariculture techniques in Japan - Y. UNO.
- Aspects techniques des écloséries de homards - J. AUDOUIN.
- Variabilité annuelle du recrutement et évaluations des besoins en nombre de captures d'une pêcherie littorale de homard en Bretagne (Ile d'Houat) - J.Y. LEGALL, M. JEZEQUEL, J. LOREC, Y. HENOCQUE.
- Mise en place de la gestion rationnelle d'un stock exploité : les fonds à homards de la côte ouest du Cotentin C. REVECHE.

### DISCUSSION GÉNÉRALE : CRUSTACÉS.

### SESSION III : POISSONS

#### — POISSONS MARINS :

- La pisciculture marine extensive en Europe et dans le bassin méditerranéen - M. GIRIN.

#### DISCUSSION GÉNÉRALE : POISSONS.

#### — POISSONS D'EAU DOUCE ET MIGRATEURS :

- Les techniques de repeuplement et de gestion des étangs d'eau douce - J. LECOMTE.
- Atlantic salmon sea ranching in Ireland - D.J. PIGGINS.
- Salmon ranching in Iceland - A. ISAKSSON.
- Impact of artificial propagation of Salmon on Pacific coast of the United States and Canada - 1872-1979 - R. WAHLE.
- Olfactory imprinting and homing in Salmon - A. HASSLER.
- Etat des connaissances sur le saumon en France - J. DUMAS, P. DAVAINÉ, P. PROUZET, J.P. PORCHER.
- Salmon ranching in Oregon - W.J. Mc NEIL.

#### DISCUSSION GÉNÉRALE : SALMONIDÉS.

### SESSION IV : RÉFLEXIONS-SYNTHÈSE

**Séminaire** : Mesure des interventions en milieu naturel : estimation des taux de survie par la dynamique de population, les marquages artificiels ou génétiques - rapporteur : A. LAUREC.

**Séminaire** : La perception de l'aquaculture extensive et du repeuplement par les acteurs professionnels - aménageurs - juristes - biologistes - rapporteur : P. HERRY.

### ALLOCUTION DE CLOTURE

par Monsieur Christian BROSSIER

*Directeur des Pêches Maritimes*

## ALLOCUTION D'OUVERTURE

Monsieur Gérard PIKETTY

*Président Directeur Général du C.N.E.X.O.*

Messieurs,

Je suis particulièrement heureux de présider au lancement de ces journées d'étude et je tiens d'emblée à remercier le Directeur de l'ISTPM et le Directeur Général de l'INRA d'avoir accepté de leur accorder le patronage de leur établissement, facilitant ainsi le rassemblement ici d'un vaste éventail de compétences françaises et étrangères pour faire le point dans un domaine attachant mais difficile, et mieux orienter l'action des nombreuses parties qui doivent y concourir : administrations, organismes scientifiques, professionnels, etc... Je voudrais assez brièvement situer le problème traité dans l'action plus générale du CNEOX.

L'aquaculture, vous le savez, figure au premier rang des priorités du CNEOX. Il continuera d'en être ainsi au cours des cinq ans à venir et l'on peut, sans risque de se tromper, considérer que l'effort de recherche se prolongera bien au-delà pour dégager des voies satisfaisantes aux problèmes que rencontre son plein épanouissement. Dans la définition de son action, le CNEOX adopte a priori une attitude d'ouverture. Son fil directeur résulte de la considération des quatre priorités suivantes :

— *L'intérêt prévisible au plan national.* Il est naturel et nécessaire qu'une priorité soit donnée a priori aux actions susceptibles d'avoir un impact socio-économique au plan national, ceci n'étant nullement en contradiction avec l'intérêt propre des régions littorales, loin de là.

— *L'accroissement du revenu national,* c'est-à-dire le plus souvent la rentabilité directe possible des applications qui doivent en résulter ou qui en sont l'objet. Naturellement, les délais nécessaires à la valorisation entrent ici en ligne de compte.

— La possibilité d'une *démarche scientifique et technique rigoureuse et bien organisée* jusqu'aux stades ultimes du développement.

— *La qualité de l'insertion des applications* prévues dans les zones de débouchés possibles

Il est exact que ceci nous a conduit, à centrer plus particulièrement nos programmes sur l'étude de processus intensifs, suivant des méthodes suffisamment générales pour être reproductibles. Il nous apparaît toujours qu'elles sont le plus à même de susciter dans un premier temps un grand effort de recherche et développement au plan national, bénéficiant largement, à la bonne réalisation d'autres programmes, et leur étant même indispensables. En termes ramassés, il s'agit d'une bonne "locomotive".

Il n'est pas de propos ici d'aborder les problèmes scientifiques, techniques, socio-économiques, liés à la réalisation de cet effort. Je dirai simplement, d'une part qu'il n'est pas question de négliger la qualité de son insertion dans les zones littorales : il convient d'y intéresser, voire d'y associer très tôt leur population, tout particulièrement les professionnels de la pêche qui pour les aspects marins de cette activité ont une sensibilité et une approche qui doivent être précieuses pour

compléter l'action scientifique et technique. Je dirai, de l'autre, que l'on n'arrête pas le progrès technique et que ce que nous ne ferons pas s'imposera à nous dans des conditions vraisemblablement moins favorables. Je dirai enfin que, dans certaines circonstances hydrogéographiques particulièrement favorables, les progrès techniques déjà réalisés permettent l'éclosion de projets viables ou du moins présentant un risque réduit. Nous ne pouvons qu'être heureux de voir certains décidés à tenter d'en exploiter les possibilités, et dès lors que cela se situe dans un cadre de responsabilités clair excluant un soutien déguisé et durable à une action qui n'apporterait pas au plan économique et technique un complément de résultat intéressant, nous sommes prêts à aider la résolution des problèmes qui inévitablement doivent être rencontrés au démarrage.

Quoiqu'il en soit, ce choix n'est pas, j'en suis conscient, le plus naturel ou du moins le plus instinctif. De ce point de vue, une place plus importante serait vraisemblablement faite à l'aquaculture extensive et au repeuplement. Faut-il d'ailleurs distinguer dans un exposé général ces deux notions ? Il n'y a pas en effet différence de nature, mais différence de degré entre elles. Le concept d'aquaculture extensive recouvre l'idée d'une appréhension plus aisée et plus grande de l'expérimentateur sur l'objet de son activité, ainsi qu'une analyse économique, entendez peu coûteuse, du milieu dans lequel évolue cet objet, lui réservant des possibilités supérieures dans la gestion de cet objet.

En effet, comment ne pas s'intéresser d'abord, s'agissant de l'aquaculture extensive, à ces plans d'eau semi-ouverts apparemment tout désignés par la nature ? Quant au repeuplement, le seul magnétisme du concept fait tourner instinctivement vers lui tous les regards d'une société inquiète d'elle-même et soucieuse d'effacer le pêché qu'elle se sent capable d'avoir commis envers la nature qui lui a été donnée. Nos anciens ont d'ailleurs aidé à cet attrait premier de ces notions. Cela fait longtemps, depuis plus d'un siècle, que des expérimentations de plus en plus ambitieuses sont conduites dans ce domaine. Mais justement leurs travaux et la lente décantation des idées, ont éliminé les idées simples et appelantes et ont mis en évidence la complexité de cette approche. Cette complexité apparaît en fait à trois niveaux : celui de l'expérimentation scientifique, celui de l'organisation de cette expérimentation, celui de l'organisation de la valorisation des résultats. Et je crois qu'il faut voir là une autre raison de la démarche du CNEXO soucieux d'aller du simple au compliqué.

Allons un peu plus loin quant à la complexité de l'expérimentation scientifique proprement dite. Ce qui apparaît le plus difficile, hormis quelques cas particuliers qui sont peut-être ceux auxquels il faut s'attacher en priorité : mollusques, poissons migrateurs, pour lesquels les choses sont plus simples. Ce sont moins les techniques proprement dites de repeuplement, que la recherche d'une optimisation elle-même liée à une évaluation correcte et sans complaisance de l'impact de l'intervention réalisée, évaluation difficile en elle-même de façon peu coûteuse et dont l'appréciation est encore plus délicate en raison de la multitude des facteurs corrélés qui agissent et qu'il n'est par définition presque impossible d'isoler.

Outre cette intégration intime dans un milieu donné qui ne permet pas de transpositions faciles, il faut voir là ce qui différencie fondamentalement la démarche expérimentale dans ce domaine de la démarche expérimentale classique en aquaculture intensive par exemple. Il fait entrer d'emblée un niveau de dimension expérimentale où le milieu est inévitablement complexe et pour lequel les coûts d'expérimentation, sauf cas exceptionnels, sont élevés.

Ceci amène à insister sur une troisième idée essentielle qui est l'évaluation économique. Il faut s'assurer de la rentabilité pour la collectivité de l'opération, c'est en fait le problème, je dirai presque scientifique, majeur. Majeur au niveau des objectifs de l'opération, mais majeur aussi pour décider de lancer l'expérimentation : il faut en effet tenter de sortir de cette situation gênante a priori schématisée de la façon suivante "On ne sait pas ce qu'on fait, mais il faut faire grand et coûteux" en proposant de façon convaincante une démarche et des méthodes qui répondent rigoureusement à cette interrogation essentielle pour laquelle les scientifiques que vous êtes ne peuvent se contenter d'une approximation alors qu'il s'agit presque "du problème" à résoudre. L'amélioration des techniques et des méthodes d'évaluation apparaît de ce point de vue déterminante.

Permettez-moi une dernière idée : la progression des connaissances en matière de repeuplement a amené progressivement à se concentrer sur des problèmes d'optimisation, notamment de la

durée plus ou moins grande de prégrossissement nécessaire dans des installations ad hoc. Étant donné la dimension des lâchers, qui est nécessairement grande pour être significative, la liaison avec les problèmes d'aquaculture intensive montre combien la démarche scientifique a finalement ramené l'homme aux problèmes relativement simples sur lesquels son esprit peut agir, plutôt qu'à ceux auxquels il s'attacherait instinctivement en vertu de pulsions diverses qui ne relèvent pas de la logique. Il apparaît bien en effet qu'à travers leur désir de progresser sur ce problème du repeuplement, nos anciens ont largement fait avancer les problèmes de culture intensive. Nous retombons ainsi sur les choix prioritaires du CNEXO mais cela fait également ressortir la coopération inévitable qui doit s'efforcer entre les différentes approches de l'aquaculture intensive et extensive, pour trouver finalement des solutions satisfaisantes : la polémique mal fondée à laquelle on a pu assister dans le passé entre les deux approches est ainsi singulièrement "délaissée".

Ce choix ne peut être un choix exclusif. D'ailleurs, un travail préliminaire sur des cas relativement simples mais instructifs a déjà été accompli, ce qui permet de nourrir largement les débats de ce colloque.

Je pense au travail sur la coquille St-Jacques fait avec l'ISTPM, je pense aussi aux travaux approfondis sur le suivi des stocks, qui font un large appel au calcul des probabilités et qui dans l'esprit de ce que j'ai indiqué me paraissent particulièrement importants.

Je souhaite donc vivement que ces journées soient intenses et je remercie tout particulièrement nos amis étrangers de leur présence de leur participation, et de l'expérience précieuse qu'ils nous apporteront. Je remercie les professionnels qui se joignent à nous. L'un des attraits de ces problèmes, précieux par les retombées dans d'autres travaux, réside dans la nécessaire et étroite collaboration qui doit s'instaurer entre eux et les scientifiques et dans la confiance étroite qui doit en résulter. Grâce à elle, il sera possible, j'en suis sûr, d'avancer plus facilement et plus rapidement sur d'autres problèmes qui deviendront à leur tour des sujets de coopération.

Au travers de ce problème d'aquaculture extensive et de repeuplement, les efforts de deux grands organismes français de recherche, le CNEXO et l'ISTPM, se rejoindront et à bien des égards se compléteront. J'en suis particulièrement heureux. Il ne peut y avoir là qu'une fertilisation croisée, positive au plan scientifique et pour la région, capable peut être si nous le voulons, de déboucher sur des projets ambitieux.

De façon plus générale, le même milieu marin et littoral, les mêmes populations littorales qui se rient des frontières artificielles, la logique ou l'optimisation des problèmes, les détours imprévisibles de la science, les moyens plus que jamais limités dans la période actuelle, doivent conduire les organismes de recherche intéressés aux problèmes des cultures marines, à valoriser, sur des projets communs précis leur complémentarité par une coopération étroite dépassant des cadres d'organisations sinon périmées du moins mal adaptées. Je suis donc heureux de ce point de rencontre entre les équipes françaises, persuadé qu'il en favorisera d'autres.

## PROGRAMME

### MARDI 29 MAI — ALLOCUTIONS

J. VICARIOT - *Directeur du Centre Océanologique de Bretagne*  
G. PIKETTY - *Président Directeur Général du C.N.E.X.O.*

### SESSION I : MOLLUSQUES

*Président* : J. AUDOUIN (I.S.T.P.M.)

#### — COQUILLES SAINT-JACQUES

1. L'exploitation de la coquille Saint-Jacques au Japon. D. BUESTEL (C.N.E.X.O.)
- 2.3. Séminaire : perspectives de développement régional. R. NICOLAS, E. MORIZE et R. ROHAN (Comité d'Expansion des Côtes-du-Nord).  
D. L'HOSTIS (I.N.R.A.) - J.C. DAO (C.N.E.X.O.)

#### — AUTRES ESPÈCES

4. Les pétoncles, autres aspects de la pectiniculture. D. LA TROITE (I.S.T.P.M.)
  5. Utilisation des techniques de reproduction contrôlée des mollusques bivalves pour les élevages extensifs ou le repeuplement : rôle des écloséries-nurseries. Y. LE BORGNE (S.A.T.M.A.R.)
  6. Valorisation des claires par des cultures ou élevages nouveaux. M. GRAS (I.S.T.P.M.)
  7. L'élevage de la palourde : résultats et perspectives. J.P. FLASSCH (C.N.E.X.O.)
  8. Etat des connaissances sur l'ormeau. J.C. COCHARD et J.P. FLASSCH (C.N.E.X.O.)
- DISCUSSION GÉNÉRALE : MOLLUSQUES.
- Séminaire : la culture des algues macrophytes. M. PEREZ (I.S.T.P.M.)

### MERCREDI 30 MAI

### SESSION II : CRUSTACÉS

*Président* : D. REYSS (C.N.E.X.O.)

#### — CREVETTES

- 10 et 13 Recent mariculture techniques in Japan. Y. UNO (Université des Pêches de TOKYO)
11. Aspects techniques des écloséries : production de post-larves et de juvéniles.  
J. AUDOUIN (I.S.T.P.M.)

- 12.a. Variabilité annuelle du recrutement et évaluation des besoins en nombre des captures d'une pêcherie littorale de homards (*Homarus gammarus*) en Bretagne (Ile de Houat).  
J.Y. LEGALL et M. JEZEQUEL (C.N.E.X.O.) - J. LOREC et Y. HENOCQUE  
(A.P.A.S.U.B.)
- 12.b. La mise en place de la gestion rationnelle d'un stock exploité : l'exemple du CLPM de Blainville-sur-Mer et des fonds à homard de la côte ouest du Cotentin. C. REVECHE  
(C.L.P.M. Blainville-sur-Mer)

DISCUSSION GÉNÉRALE : CRUSTACÉS.

SESSION III : POISSONS

*Président* : J. LECOMTE (I.N.R.A.)

— POISSONS MARINS

14. Situation et perspectives de la pisciculture marine extensive en Europe et dans le bassin méditerranéen.  
M. GIRIN (France Aquaculture)

— DISCUSSION

— POISSONS D'EAU DOUCE ET MIGRATEURS

15. Les techniques de repeuplement et de gestion des étangs d'eau douce.  
J. LECOMTE (I.N.R.A.)
16. Atlantic Salmon sea ranching in Ireland.  
D.J. PIGGINS (Salmon Research Trust of Ireland)
17. Salmon ranching in Iceland.  
A. ISAKSSON (Ministère des Pêches - Islande)
18. Impact of artificial propagation of Salmon on the pacific coast of the United States and Canada - 1872-1979.  
R. WAHLE (N.M.F.S.-N.O.A.A. Etats-Unis)
19. Olfactory imprinting and homing in Salmon.  
A. HASSLER (Université du Wisconsin - Etats-Unis).

JEUDI 31 MAI

— POISSONS D'EAU DOUCE ET MIGRATEURS

20. Etat des connaissances sur le saumon en France.  
J. DUMAS et P. DAVAINÉ (I.N.R.A.) - P. PROUZET (C.N.E.X.O.) - J.P. PORCHER (C.S.P.)
21. Salmon ranching in Oregon.  
W.J. Mc NEIL (Oregon Aquafoods - Etats-Unis)

DISCUSSION GÉNÉRALE : SALMONIDÉS

## SESSION IV : RÉFLEXIONS-SYNTHÈSE

*Président : P. LUBET (Université de Caen)*

22. **Séminaire** : mesure des interventions en milieu naturel : estimation des taux de survie par la dynamique de population, les marquages artificiels ou génétiques.  
Animation par A. LAUREC (C.N.E.X.O.)
23. **Séminaire** : la perception de l'aquaculture extensive et du repeuplement par les acteurs : professionnels - aménageurs - juristes - biologistes.  
Animation par P. HERRY (C.E.A.S.M.)

## DISCUSSION GÉNÉRALE

### CONCLUSIONS

M. BROSSIER - *Directeur des Pêches Maritimes*

## RÉSUMÉ

Le thème de ce colloque, "**Aquaculture extensive et le repeuplement**" fait l'objet, depuis plusieurs années en France, de nombreuses expériences plus ou moins isolées, il n'a jamais été abordé de façon globale au niveau scientifique et technique. La première session a vu des exposés sur les **mollusques et les algues**. La coquille Saint-Jacques a permis de montrer comment s'articulent les modèles théoriques scientifiques, la transposition sur le terrain, l'animation et l'encadrement qui doit en résulter. Sur les autres espèces, palourdes et ormeaux, les résultats montrent des perspectives très intéressantes pour la mise en valeur de l'estran, mais les données connues ne couvrent pas encore l'ensemble des problèmes biologiques et économiques. L'algue géante américaine pourrait faire l'objet d'une expérience de transplantation prometteuse, mais cela soulève des questions d'ordre socio-économique si on se réfère aux types d'exploitation actuelle des algues marines.

La deuxième session a porté sur les **crustacés**. L'exemple japonais de repeuplement de la mer intérieure de Seto en crevettes péneïdes a été évoqué. Il s'agit d'un aménagement portant sur un ensemble cohérent d'interventions : écloseries, adaptation des programmes de lâcher à la biologie de l'espèce, gestion des ressources et formation des exploitants. Le programme a nécessité quinze ans de travaux et de mise au point progressive de la méthodologie ; on ne peut pas attribuer objectivement la remontée des captures observées ces dernières années au seul repeuplement massif en post-larves : 150 millions de juvéniles lâchés par an. Dans ce domaine, un effort important a été réalisé sur les côtes françaises pour mettre au point des techniques de production de post-larves et de juvéniles de homard. Il reste maintenant à intensifier l'étude des stocks et de la biologie des juvéniles, de manière à pouvoir déterminer l'impact des immersions massives sur l'exploitation de cette espèce.

La troisième session a été séparée en deux parties. L'une sur les **poissons marins**, et l'autre sur les **poissons d'eau douce et migrateurs**. La daurade japonaise a été présentée principalement par un film démonstratif mettant, comme pour la crevette, l'accent sur les écloseries, les techniques de lâché différé, l'adaptation de l'habitat, la nécessaire dimension des programmes de repeuplement. Les espèces européennes ne donnent pas lieu en France à des applications de même envergure mais les étangs littoraux font l'objet d'une exploitation extensive qui pourrait être modernisée. Les poissons d'eau douce donnent lieu à une exploitation extensive traditionnelle qui prend en compte un certain nombre de facteurs écologiques permettant d'accroître la productivité du milieu. Dans ce domaine, on peut attendre des recherches en génétique ouvrant la voie à la sélection de souches mieux adaptées. Pour les salmonidés migrateurs, les stocks naturels français sont tombés à un niveau très bas. Les diverses tentatives de restauration en cours ont été présentées. Les résultats étrangers ont montré l'intérêt des programmes de repeuplement ou de sea-ranching, tant sur le saumon atlantique (Irlande, Islande), que sur les saumons pacifiques. Les succès sont liés notamment à la prise en compte de la gestion des stocks et des bassins fluviaux mais aussi au contrôle de la production des smolts par écloserie. Enfin, l'accent a été mis sur les possibilités d'intervention sur le comportement migratoire de ces espèces, en particulier le conditionnement à certaines substances chimiques.

Une session du colloque a été consacrée à l'examen des moyens et méthodes permettant d'estimer l'impact d'une opération de repeuplement, ainsi qu'à la perception de ce mode d'exploitation par les différents acteurs (pêcheurs scientifiques, juristes, aménageurs).

## SUMMARY

Over 150 persons of various origins (scientists, fishermen, administration officers) attended this colloquy devoted to "Ocean ranching and restocking". Numerous experiments have been conducted in France over the past years but the subject had never been examined on an overall scientific and technical view.

The first session has been devoted to **mollusc and sea weeds**. The exemple of scallop fisheries management enlightened the necessary relationships between, theoretical models, field application, transfer of know-how and training of the fishermen. Perspectives of development in clam and abalone culture were discussed, and showed an interesting potential but also the need for further biological and economical investigation. The use of *Macrocystis* could be interesting but its introduction in French waters is still discussed in relation with socio-economical aspects of the present sea weed fishery.

Second session covered **crustaceans**. Japanese results obtained in the Seto Inland sea with penaeid shrimps restocking were described. This management include a coherent serie of actions (hatchery and release techniques adapted to the species, stock management and training of fishermen) extended over 15 years of progressive improvements. However, the present increase of the catches observed during the last years cannot be attributed exclusively to the massive restocking with post larvae (150 millions juveniles released per year). In France, substantial effort has been done to improve the methods of mass production of lobster post larvae and juveniles. There is still a need for more detailed stock assessment and juvenile biology studies, in order to determine the effect of mass seeding on the fishery.

The third session concerned **marine, fresh water and anadromous fish ranching**. Concerning marine species, the example of the Red Sea Bream in Japan was illustrated with reference to hatchery production of fry, delayed release techniques, artificial reefs, and enlightened the necessary large scale of such operations. In France, the efficiency of coastal lagoon fisheries, a traditional but limited activity, could be improved using restocking or ranching techniques. The efficiency of fresh water fish production in ponds can be improved by a better knowledge of ecological factors conditioning productivity as well as the obtention of more adapted strains with genetic research.

French attempts to restore the stocks of Atlantic salmon which are very limited were described as well as results obtained in Ireland, Iceland and United States.

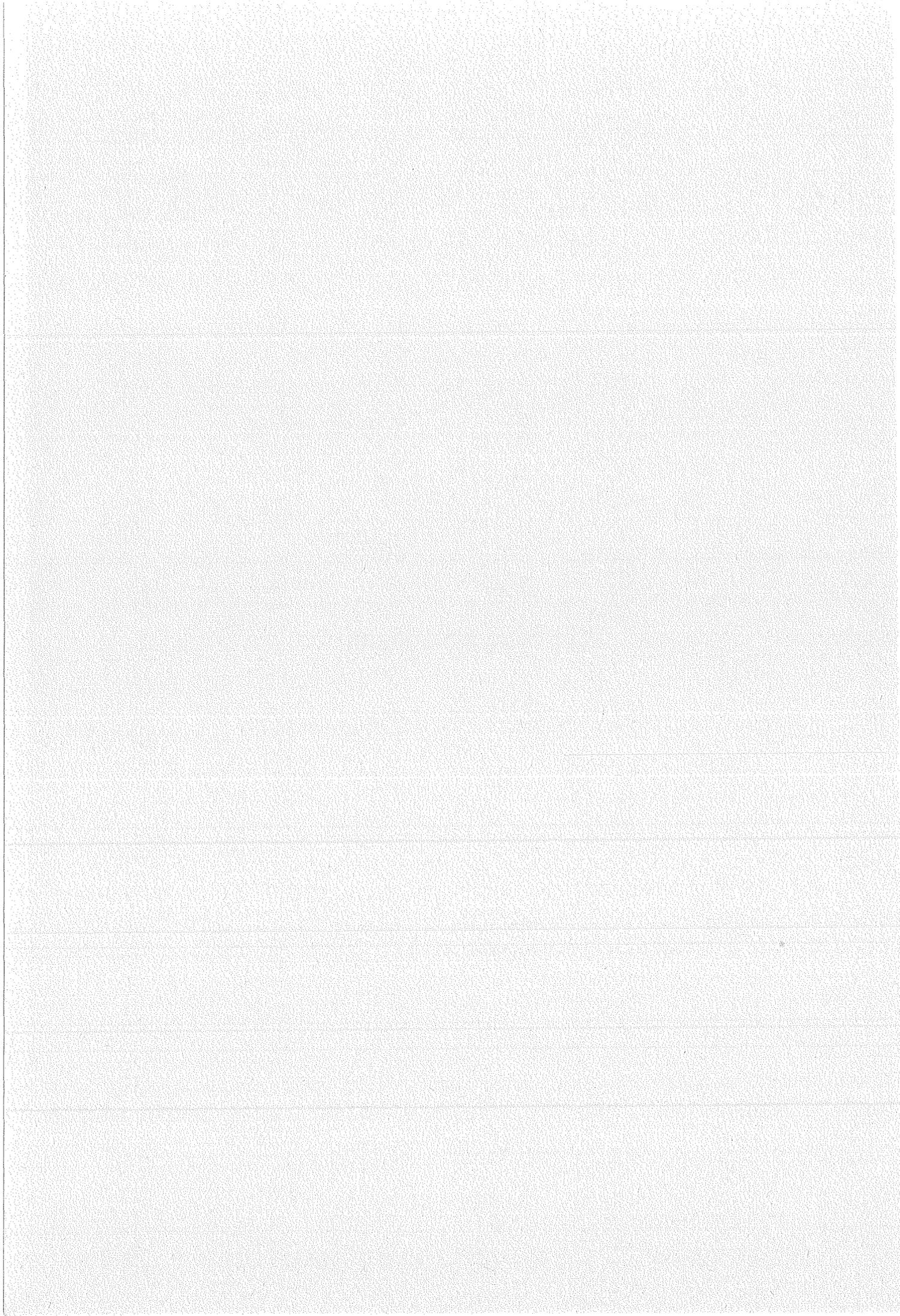
The success of these programs is conditioned by an appropriate management of the natural stocks and watersheds but also by artificial propagation and ranching techniques which may include olfactive imprinting of the smolts to chemical substances in order to improve the return rate.

The most advanced concept of salmon ranching, presently actively developed by private enterprises along the coast of Oregon (U.S.A.) consists in introducing hatchery reared smolts in a release site where they are imprinted, and where the adults will return one to three years later.

A session of the colloquy was devoted to a discussion on methods allowing to assess the impact of a restocking program on a fishery, and to examine the point of view of the different actors of this activity (scientists, fishermen, jurists, natural resources and land managers).

**SESSION I**  
**MOLLUSQUES**

*Président :*  
**J. AUDOUIN**  
(I.S.T.P.M.)



L'EXPLOITATION DE LA COQUILLE ST JACQUES  
*PATINOPECTEN YESSOENSIS J.* AU JAPON  
POSSIBILITÉS D'APPLICATION DU MODÈLE DE DÉVELOPPEMENT  
JAPONAIS A L'ESPÈCE FRANÇAISE *PECTEN MAXIMUS L.*

D. BUESTEL

CNEXO - Centre Océanologique de Bretagne - B.P. 337 - 29273 BREST CEDEX

ABSTRACT

*Japanese scallop Patinopecten yessoensis J. is one of the few examples of successful restocking of a marine population. Juveniles collected (on natural grounds) in almost unlimited number are used either for hanging or bottom culture. In the first case animals are kept in pearl nets until commercial size, in the second one juveniles are released in the sea when vulnerable stages of early life are over. Remaining natural stocks are very scarce and limited.*

*With these methods Japanese production increased from 7,000 t in 1967 to 90,000 t in 1974. Hanging culture, despite of endemic diseases due to overpopulation still yields 2/3 of total production, but bottom culture is increasing.*

*The French production of scallop, Pecten maximus L., is around 20,000 t. Latent overfishing makes a rational stock management urgent, especially in the St-Brieuc bay stock. The adaptation of Japanese methods to this European species has been tried. At experimental scale every step of the bottom culture was successfully obtained. The limitant factor for a development until a commercial scale is spat collection that remains uncertain. An effort must be devoted to the stabilisation of the stock in order to increase the yield of spat collection as observed in Japan before the increase of the production. In the French model, the management of natural stocks is the main action which has to be combined with restocking using bottom culture.*

On a pu assister ces dernières années à un développement spectaculaire de la coquille Saint-Jacques japonaise (*Patinopecten yessoensis*) grâce à des techniques de repeuplement. A partir de stocks dont la production était très fluctuante avant les années 1970, les Japonais ont augmenté fortement leur production. D'une période de creux en 1967, avec une production de l'ordre de 8.000 tonnes, on aboutit 7 ans plus tard, en 1974, à une production voisine de 90.000 tonnes. Bon nombre de travaux ont été consacrés à l'analyse détaillée des méthodes et conditions de succès de la pectiniculture au Japon, citons en particulier, pour les rapports écrits en français, ceux de MULLER-FEUGA et QUERELLOU (1973) et de QUERELLOU (1975).

Nous avons effectué, en 1977, un voyage d'étude au Japon dont l'objectif principal était l'étude de la pectiniculture. Les données et impressions recueillies pendant ce voyage et depuis, nous permettront après un rappel des méthodes et principes qui ont conditionné la réussite japonaise, d'en faire un bilan sur une dizaine d'années avec des données actualisées. Ceci constituera la première partie de l'exposé.

D'autre part, nous avons été amené, à la suite des travaux cités plus haut, à participer depuis 1973 à une étude des stocks de coquilles Saint-Jacques en France et à une expérimentation dont l'objet était de savoir si les techniques japonaises étaient transposables à l'espèce française *Pecten maximus*. Sur ce dernier point, il est possible maintenant d'apporter des éléments de réponse relativement précis. Ce sera l'objet de la deuxième partie de l'exposé.

Pour mieux situer ces réflexions dans leur contexte biologique, nous définirons en préambule les caractéristiques essentielles de la biologie des Pectinidés. Ceci permettra de montrer comment on peut intervenir sur le cycle biologique pour aboutir aux techniques de repeuplement.

## I. — CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DES STOCKS DE PECTINIDES. NIVEAUX D'INTERVENTION

### I.1. — Cycle biologique

Commun aux deux espèces, japonaise et française, ce cycle est composé d'une phase planctonique suivie d'une phase benthique. Des événements décisifs séparent ces deux phases : la ponte et la métamorphose (fig. 1).

#### Phase planctonique :

Très courte, elle dure environ de trois à six semaines. Les larves issues des œufs sont libérées au sein des masses d'eau où elles évoluent passivement. La taille au départ est d'une centaine de microns. A la fin de la vie planctonique, les larves mesurent de l'ordre de 200  $\mu\text{m}$  et 300  $\mu\text{m}$  pour *Pecten maximus* et *Patinopecten yessoensis* respectivement. Durant cette phase, les causes de mortalité sont multiples et la survie larvaire est très faible.

#### Métamorphose :

Cette métamorphose assez brutale, au cours de laquelle de nombreux organes sont remaniés, va faire passer les larves à la vie benthique. Pour qu'elle ait lieu, la fixation par un byssus sur un support est impérative. Aussi, la présence au bon moment et au bon endroit de supports convenables est-elle indispensable.

#### La phase benthique :

Elle peut être divisée en trois étapes :

— *Juvenile fixé*. Après la métamorphose, le juvénile reste fixé durant environ six mois. Cette fixation est relativement labile, l'animal peut rompre son byssus et changer de support. La coquille est transparente et très fragile, l'animal n'est pas camouflé et sa vulnérabilité est grande.

— *Juvenile libre*. A partir d'une taille de 25-30 mm, les juvéniles vont perdre progressivement la possibilité de se fixer. Un nouveau comportement, qui sera celui de la vie adulte, va apparaître : la propension à creuser par claquement de valves une dépression dans le sédiment. La coquille y repose, les valves entrouvertes filtrant l'eau, la valve supérieure recouverte d'une fine couche de sédiment. Ce type de position assure un camouflage efficace. En même temps, la coquille devient beaucoup plus dure et plus résistante. En conséquence, la vulnérabilité aux différents prédateurs diminue beaucoup. Cette phase dure environ un an, c'est le passage de la taille 25 mm, à 70 mm, pour *Pecten maximus*, pendant lequel les animaux sont immatures.

— *Adulte sédentaire*. Cette étape est caractérisée par le phénomène annuel de la reproduction, l'âge à la première maturité étant d'environ deux ans. La croissance, rapide dans les premières années, va devenir très lente à partir de 5-6 ans. La durée de vie est de l'ordre d'une douzaine d'années. Les déplacements par claquement des valves sont possibles mais restent très limités. Les animaux sont donc facilement accessibles à la pêche.

## La ponte :

Suivant leur âge, les coquilles pondent annuellement de quelques millions à plusieurs dizaines de millions d'ovules. La fécondation est externe. La ponte constitue un événement critique car sa réussite dépend de divers facteurs. La température joue un rôle important et de bonnes conditions climatiques sont nécessaires pour assurer une maturation correcte des produits génitaux. Un certain nombre de stimuli mal connus conditionnent la simultanéité de l'émission des gamètes indispensable à la fécondation. En outre, pour que celle-ci soit bonne, il faut que la probabilité de rencontre soit forte, et donc que la distance entre les géniteurs soit relativement faible. En théorie, plus les géniteurs seront proches, meilleures seront les chances d'une bonne fécondation.

### I.2. — Fluctuations naturelles d'abondance

Les nombreux stades critiques du début de la vie de l'animal, constituent autant de verrous pour le recrutement. Ils expliquent peut-être en partie le fait que les gisements de pectinidés sont généralement soumis à de très fortes fluctuations d'abondance. Un bon exemple de ces fluctuations est donné par l'évolution de la production de la préfecture du Hokkaido depuis l'année 1920 (fig. 2). Les causes de ces variations sont multiples, et, en-dehors des causes naturelles, l'impact de la pêche joue probablement un rôle souvent prédominant.

### I.3. — Principe d'intervention japonais

En reprenant le schéma du cycle biologique, on peut dire que les chances de survie d'un œuf fécondé sont extrêmement faibles. La mortalité est énorme au cours des premiers stades du cycle, en particulier aux moments de la vie planctonique, de la métamorphose et au stade du juvénile fixé. Si on parvient à diminuer artificiellement ces mortalités des premiers stades, on pourra obtenir un nombre plus important d'individus aptes au repeuplement.

C'est ce qui a été réalisé progressivement au Japon. Les premières tentatives d'intervention sur le cycle datent de 1930. Au départ, les pêcheurs remarquant des individus fixés sur leurs orins tentaient des semis sporadiques sans résultats véritablement probants. A partir des années 1955, ils ont commencé à immerger des supports spécialement conçus pour capter le naissain. Ce sont les premiers collecteurs, composés de matériaux divers comme les coquilles d'huîtres, les branches de cyprès, etc... En fait, leurs rendements n'étaient pas excellents et surtout très aléatoires. Ces collecteurs n'étaient pas toujours posés au bon moment ni aux bons endroits. De plus, les juvéniles fixés s'en détachaient facilement pour tomber sur des fonds qui n'étaient pas toujours propices.

Les progrès sont venus peu à peu, deux faits se sont révélés déterminants :

— la possibilité de prévoir les lieux et périodes de fixation grâce à des études biologiques fondées sur le suivi précis des pontes et l'évolution des larves dans le plancton.

— l'idée d'un pêcheur de la baie de Mutsu d'enfermer les collecteurs dans un sac à maille fine.

A partir de là, on peut fournir, au moment de la période critique de la métamorphose, un support approprié aux larves dans les endroits les plus propices. Dans ce support, le juvénile va grandir à l'abri des prédateurs. Il est piégé dans le sac à petit maillage où on pourra le récolter facilement. On augmente ainsi considérablement la survie aux stades de la métamorphose et du juvénile fixé.

Un facteur supplémentaire de réussite est lié au repeuplement lui-même. Il est certain que l'augmentation du nombre de géniteurs a eu une incidence considérable sur la reproduction. La figure 3 montre l'augmentation spectaculaire des rendements de captage en baie de Mutsu. La relation avec le stock de géniteurs peut se traduire globalement de la sorte : avec des stocks faibles, une bonne année de captage reste l'exception (exemple de l'année 1968 en baie de Mutsu), tandis qu'avec des stocks importants, c'est le mauvais résultat du captage qui est l'exception (année 1973).

## II. — MODALITÉS DE LA PRODUCTION AU JAPON

La première étape du repeuplement consiste à produire les semences ou animaux ayant franchi les stades critiques du début de leur existence. C'est ce que l'on appelle *le naissain*, composé de juvéniles de 3 à 4 cm de hauteur, à coquille résistante, et capable de se camoufler dans une dépression du sédiment. Ces juvéniles sont ensuite utilisés selon deux méthodes :

- l'élevage en paniers suspendus en mer, jusqu'à la taille commerciale.
- Le lâché dans le milieu naturel peu modifié, avec une récolte effectuée grâce aux méthodes classiques de pêche.

Les méthodes et engins ont été décrits en détail par divers auteurs dont MULLER-FEUGA et QUERELLOU (1973), QUERELLOU (1975), SAKAI (1976), aussi insisterons nous davantage sur les principes du développement.

### II.1. — Production de naissain

#### Matériel

— *Le collecteur* - Un grand nombre de matériaux ont été utilisés avant d'aboutir à un matériel standardisé. Le support interne est constitué par un morceau de filet en nylon. Il est placé dans un sac à petit maillage (2 à 3 mm).

— *Le panier de prélevage* ou "pearl net" - C'est un panier de forme pyramidale (base 40 cm x 40 cm). La taille du maillage varie suivant la taille des individus à élever.

— *Les filières* - Les collecteurs ou les paniers sont suspendus en pleine eau, profondeur de 10 à 40 m, à des filières dont le type de base utilisé en baie de Mutsu et au lac Saroma et décrit à la figure 4. Il existe de nombreuses variantes, avec des installations souvent beaucoup plus imposantes.

#### Assistance biologique :

Elle se manifeste surtout lors de la pose des collecteurs qui doivent être placés juste avant les fixations pour obtenir les rendements les plus forts. Un très gros travail de recherche a été consacré à la mise au point de diverses techniques de prévision dont une revue a été faite par ITO et al. (1975). A l'heure actuelle, l'accent est mis sur la localisation et l'évolution des larves dans le plancton. Les collecteurs sont posés lorsque plus de 50 % des larves ont atteint la taille de 200  $\mu$ m. Au moment des pontes, des programmes d'échantillonnage très importants sont mis en place et des bulletins réguliers sont diffusés aux pêcheurs.

#### Calendrier des opérations :

La figure 5 donne le calendrier des opérations de culture en baie de Mutsu en fonction des événements essentiels de la vie de l'animal. On retrouve les mêmes opérations, avec un décalage dans le temps, pour les autres centres de production situés plus au nord (fig. 7 : carte). Le tri des collecteurs posés en avril-mai a lieu au mois de juillet alors que les animaux ont environ 1 cm de hauteur. A ce stade ceux-ci sont encore vulnérables pour une utilisation en culture, ils vont être mis en prélevage en paniers pour atteindre 3 à 4 cm aux alentours de décembre-janvier. Un dédoublement a lieu en octobre pour ramener la densité de départ de 500 à environ 200 individus par panier.

### II.2. — Elevages en culture suspendue

Les animaux grandissent jusqu'à la taille commerciale dans les paniers suspendus aux mêmes structures que les collecteurs. Dans un premier temps, le panier continue à être utilisé dans une phase appelée culture intermédiaire (fig. 5 : calendrier). Ensuite, un grand nombre de techniques de culture sont utilisées. L'emploi de paniers de type "lanterne" à dix étages est le plus répandu. Les densités finales sont de 10 à 15 coquilles par étage. Un nettoyage des coquilles a lieu une fois par an. Pour ce type d'élevage, la croissance est rapide et la plupart des individus sont commercialisés au

bout de deux ans à une taille de 10 cm (8 à 12 coquilles par kilo). La survie est très forte : 98 à 99 % à partir de 3 cm.

### **II.3. — Elevages en culture sur le fond**

A l'issue du prélevage, les juvéniles sortant des paniers sont relâchés dans le milieu naturel. Les fonds, choisis principalement selon des critères granulométriques, sont nettoyés à la drague pour éliminer les prédateurs, en particulier les étoiles de mer. Les semis sont faits, en février-mars pour la baie de Mutsu, et en juin pour Hokkaido. Les études de croissance en fonction de la densité ont montré que la densité optimale est de 6 coquilles au m<sup>2</sup> au moment du semis.

En général, un système de rotation des cultures est mis en œuvre pour permettre l'exploitation d'une seule classe d'âge. Suivant les zones, la récolte se fait à 3 ans (Mutsu) ou à 4 ans (mer d'Okhotsk) ; la croissance sur le fond est de toute façon moins rapide qu'en culture suspendue. Les taux de survie sont très variables suivant la localisation et la préparation des fonds : on passe de 25 % à 80 % avec un taux de survie moyen estimé à environ 50 %.

On aboutit à un véritable système d'aquaculture extensive avec souvent achat de naissain dans un centre éloigné, et aménagement plus ou moins poussé du milieu de culture. Le cheptel est exploité dès que les individus ont atteint la taille marchande, sans considération d'une reproduction possible des stocks en place : le naissain sera de toute façon produit ou acheté dans des zones spécialisées et semé immédiatement après la récolte des adultes.

## **III. — LA PRODUCTION**

### **III.1. — Organisation de la production**

Dans tous les cas, la production est assurée par de petites entreprises familiales regroupées en coopératives. Ces coopératives, elles-mêmes regroupées en Fédérations, ont joué un rôle essentiel dans le développement, aussi bien des cultures suspendues que des cultures de fond.

A titre d'exemple illustrant les cultures suspendues, citons quelques éléments concernant une entreprise de la baie de Funka (données obtenues en 1977) : l'entreprise, composée d'un membre d'une coopérative, qui emploie trois ouvriers, exploite quinze filières de 150 mètres de long. La culture se fait en lanternes de vingt étages à raison de 300 à 400 individus par lanterne. Un million de juvéniles de 1 cm sont utilisés pour produire annuellement 700 à 800.000 individus de 2 et 3 ans, soit 80 à 90 tonnes.

Dans le cas d'une telle entreprise, les coopératives interviennent à tous les stades de production et en particulier dans les domaines suivants :

— **Gestion de l'espace maritime** : Les concessions prises sur le domaine maritime sont attribuées aux coopératives qui les rétrocèdent aux différents membres.

— **Acquisition du matériel ; organisation des zones de cultures** : Les parcs de filières flottantes sont installés par les coopératives qui les gèrent en attribuant à chaque membre un certain nombre de filières où il accrochera son matériel d'élevage. L'exploitant remboursera progressivement le matériel lourd.

— **Commercialisation des produits ; transformation éventuelle.**

— **Contrôle de la production ; plans de développement** : Du fait de la très grande disponibilité en naissain utilisable sur des espaces limités, il y a toujours risque de pratiquer des densités de cultures beaucoup trop fortes qui provoquent des épizooties. Les coopératives s'efforcent donc de maintenir la production dans des limites raisonnables. D'un autre côté, dans les fédérations de coopératives, il est possible de combiner, avec l'aide des organisations gouvernementales, des plans de développement qui tiennent compte des possibilités de commercialisation.

— **Activité bancaire** : En tant qu'organismes de crédit, les coopératives ont joué un rôle important dans le développement de la pectiniculture. Dans le cas des cultures de fond, l'intervention des coopératives est plus importante encore puisqu'il n'y a pas rétrocession de l'espace aux différents membres. Les concessions sont gérées globalement par les coopératives. L'exploitant se borne seulement à produire du naissain qui est cédé, au moins pour une partie, ou vendu à la coopérative. Celle-ci organise les semis, l'exploitation par la pêche, la transformation éventuelle et la commercialisation. Les bénéfices sont ensuite partagés entre les différents membres qui ont fourni le naissain.

A titre d'exemple, une coopérative du Hokkaido e 220 membres (production par repeuplement en 1976 : 4.000 tonnes) s'apprêtait à semer en 1977 200.10<sup>6</sup> juvéniles. La production attendue pour 1981 est de l'ordre de 10.000 tonnes en tablant sur un taux de recapture de 25 %.

### III.2. — Bilan de la production

Le bilan global montre une augmentation très rapide de la production à partir de 1970 avec une stabilisation aux alentours de 90.000 tonnes à partir de 1974 (fig. 6). L'augmentation de la production par cultures suspendues est considérable (2/3 de la production totale en 1974). L'augmentation de la production par les cultures de fond est beaucoup plus régulière avec une production d'environ 30.000 tonnes en 1974.

Les zones de production (fig. 7) sont situées dans le nord du Japon et, pour l'essentiel, la production est assurée par les deux préfectures d'Aomori et du Hokkaido. (tabl. 1).

Le fait le plus remarquable est la concentration très forte des élevages en cultures suspendues. A eux seuls, le lac Saroma, la baie de Mutsu et, la baie de Funka, ont produit environ 55.000 tonnes en 1974 et en 1975, grâce aux seules cultures suspendues. Ces trois centres sont par ailleurs les seuls centres de production de naissain. Ils alimentent toutes les zones de cultures au Japon. En fait, la production de naissain est devenue quasiment illimitée à partir de 1970. Voici les nombres obtenus en baie de Mutsu en 1974 (Bulletin d'aquaculture de Moura, 1976) :

Nombre de collecteurs posés	3,8 .10 <sup>6</sup>
Production de naissain de 1 à 3 mm	198.000 .10 <sup>6</sup>
Nombre de juvéniles produits en culture intermédiaire	1.000 .10 <sup>6</sup>
Nombre de juvéniles semés sur le fond	353 .10 <sup>6</sup>
Nombre de juvéniles cultivés en paniers suspendus	598 .10 <sup>6</sup>
Vente de juvéniles à l'extérieur	127 .10 <sup>6</sup>

On voit que la production de naissain est très largement supérieure aux besoins, et que seule une petite partie de ce naissain est réellement utilisée. Cette disponibilité illimitée en naissain a permis sans aucun doute l'essor de la production. D'un autre côté, elle a eu pour inconvénient de rendre inévitable la surpopulation des zones d'élevage avec des conséquences souvent désastreuses.

En effet, on peut résumer l'évolution de la pectiniculture au Japon en trois étapes. La première étape, de 1968 à 1974, correspond à la colonisation progressive de toutes les zones propices, en privilégiant la méthode de culture en suspension. Puis, à partir de 1974, les emplacements étant saturés, on a augmenté les densités d'élevage sans connaître exactement les limites à ne pas dépasser. Pour la seule baie de Mutsu, de surface utile relativement restreinte (50.000 hectares occupés par les cultures suspendues et 23.000 hectares occupés par les cultures de fond), on a envisagé de produire plus de 100.000 t, des estimations plus prudentes s'arrêtant à 50-60.000 tonnes (ITO et al., 1975).

En fait, la production a atteint un maximum de 47.000 tonnes en 1974. En 1975, une épizootie s'est déclarée, elle a entraîné une diminution catastrophique de la production : 39.000 tonnes en 1975 et environ 20.000 tonnes estimées en 1976. Cette épizootie, qui a sévi principalement pour le prélevage, serait liée en premier lieu aux trop grandes densités de cultures pratiquées.

Toujours est-il que, à partir de 1976, la crainte que la situation de Mutsu ne se généralise a fait que les coopératives ont tenté de mettre un frein à l'augmentation des cultures suspendues. Les limites empiriques à ne plus dépasser pour les cultures suspendues étaient estimées en 1977 à environ 70 - 75.000 tonnes pour l'ensemble des zones, Mutsu étant comptée pour 25 - 30.000 tonnes. En revanche, il était prévu de continuer l'expansion grâce aux cultures de fond en colonisant de nouvelles zones du Hokkaido, en particulier sur les côtes de la mer du Japon et du Pacifique.

En définitive, dans une troisième étape, en 1977-1978, malgré les précautions prises, la maladie de la baie de Mutsu s'est transmise à peu près à toutes les zones de cultures suspendues. La conséquence à attendre sera donc une baisse générale de la production par cette méthode dans les prochaines années. De plus, il semble que les espoirs de développement du repeuplement sur les côtes du Hokkaido ne se soient pas pleinement réalisés et que la production par cultures de fond risque de se stabiliser à environ 30.000 tonnes ou de n'augmenter qu'à un rythme beaucoup plus lent que ces dernières années.

#### **IV. — LA COQUILLE SAINT-JACQUES EN FRANCE**

##### **IV.1. — La production en France**

Elle est assurée entièrement par l'exploitation des stocks naturels côtiers. A l'origine pêche d'appoint elle devient de plus en plus une activité principale pour un certain nombre de flottilles artisanales. Avec environ 20.000 tonnes de production par an, la coquille Saint-Jacques occupe une place importante dans les apports des pêcheries françaises, en particulier en valeur (entre la 6<sup>e</sup> et la 8<sup>e</sup> place). Cette situation est récente (fig. 8). L'allure des courbes de production des stocks de Brest de Saint-Brieuc illustre bien les fortes fluctuations naturelles, dont on a parlé à propos des stocks de pectinidés en général. Les pêcheries sont encore tout à fait rentables, alors même que l'on surexploite largement les stocks. Ceci introduit un risque supplémentaire de disparition des gisements.

En outre, on a assisté, ces dernières années, à une très forte expansion des flottilles due à l'augmentation de productivité des gisements de Saint-Brieuc et de Manche Est. Les stocks, en particulier ceux de Saint-Brieuc et de la baie de Seine, se trouvent en état d'équilibre instable malgré une apparence de grande abondance sur le terrain. Aussi, il est souvent très difficile de trouver un compromis entre un effort de pêche difficilement compressible et le recrutement très variable.

##### **IV.2. — Possibilités de repeuplement - Données expérimentales**

Dans les conditions actuelles d'exploitation, il était intéressant d'essayer d'introduire la notion de repeuplement en tant qu'élément de stabilisation d'abord, puis d'augmentation éventuelle de la production. Des essais d'adaptation des techniques japonaises, commencés en 1973, ont été effectués en rade de Brest, en baie de Saint-Brieuc et en baie de Seine.

Il est très vite apparu que seul le gisement de la baie de Saint-Brieuc, à densité d'adultes relativement forte (jusqu'à 1 par mètre carré), était susceptible de donner des résultats.

Il a fallu trois ans pour effectuer une première adaptation du matériel japonais aux conditions locales, notamment les courants de marée et le marnage important. Dans le même temps, une méthode de prévision des fixations fondée sur le suivi des pontes était mise au point (BUESTEL et al., 1974, 1976, 1977).

Les résultats obtenus en baie de Saint-Brieuc sur des collecteurs peu différents des collecteurs japonais figurent dans le tableau 2. Les petits lots de naissain obtenus ont permis d'effectuer des

essais des différentes techniques employées au Japon. Les essais d'élevage complet en cultures suspendues se sont révélés peu probants, la croissance étant extrêmement ralentie à partir d'une taille de 4-5 cm. De plus, les nombreuses manipulations nécessaires font que ce système de culture risque d'être très difficile à rentabiliser. En conséquence, les premiers essais en cultures suspendues n'ont pas été poursuivis. En revanche, il a été possible de montrer que le prélevage, d'une part, et la technique du semis sur le fond, d'autre part, donnent des résultats comparables à ceux obtenus au Japon. En effet, le naissain se comporte très bien en panier, en on peut obtenir des animaux de 30 mm avec un taux de survie de l'ordre de 95 % durant le prélevage.

Par ailleurs une expérimentation de culture sur le fond, effectuée à partir de mars 1977 sur un lot de 26.000 individus, a donné un taux de survie de l'ordre de 50 %, deux ans après le semis, avec une très bonne croissance (BUESTEL et DAO, 1979). Le calendrier des opérations possibles est donc simplifié : il comprend les trois phases Captage-Prélevage-Culture de fond. La figure 9 donne le calendrier des différentes opérations en baie de Saint-Brieuc.

## V. — CONCLUSIONS

### V.1. — Modèle de développement japonais

Ce modèle a été schématisé sur la figure 10. Il est entièrement fondé sur la possibilité de production massive de juvéniles par captage dans le milieu naturel. On constate que les ressources naturelles sont complètement ignorées. Elles ont bien sûr permis le démarrage du cycle et on les exploite si elles existent, en même temps que les cultures de fond, mais c'est sur les cultures elles-mêmes que l'on compte pour la production de naissain. Ce schéma de développement a privilégié les cultures suspendues aux dépens des cultures de fond pourtant moins exigeantes en équipements et main d'œuvre. Différents critères expliquent ce choix :

#### — Critères biologiques :

— la croissance est plus rapide et la taille commerciale est atteinte en moyenne un an plus tôt que pour les cultures de fond,

— il existe de nombreuses zones géographiques où les fonds ne sont pas très propices aux semis. D'autre part, les zones favorables aux cultures de fond sont souvent situées sur des côtes inhospitalières (côtes du Hokkaido).

#### — Critères économiques :

— la qualité du produit élevé en panier est meilleure. Il n'y a pas de sable dû aux dragages. Il est donc plus apprécié sur le marché en frais. Sa valeur en est accrue de 20 % environ,

— le coût de la main d'œuvre pour les manipulations est resté relativement bas jusqu'à présent,

— le contrôle direct de sa production par l'exploitant est plus facile. Le producteur peut vendre quand il le désire, ce qui n'est pas le cas pour les cultures de fond, beaucoup plus organisées par les coopératives.

Il ne fait pas de doute que le système de cultures suspendues a été une des causes majeures du succès de la pectiniculture car il a été à l'origine de l'augmentation des rendements de captage sur les collecteurs. Ce système a été jusqu'à maintenant plus rémunérateur que les cultures de fond, mais cette tendance s'est progressivement atténuée ces dernières années. Il présente l'inconvénient important de comporter le risque de développements incontrôlés aboutissant à des "surdensités" insupportables pour le milieu. C'est ce que semble démontrer la vague d'épizooties actuelle. Ce risque est moins grand pour les cultures de fond, car leur développement, organisé la plupart du temps par les coopératives, est plus contrôlable.

Pour ces différentes raisons, il est probable que l'on assistera, dans les prochaines années, à un certain rééquilibrage de la production entre cultures suspendues et cultures de fond. De même, après une période d'euphorie générale et des taux de croissance très forts qui devaient aboutir théoriquement à plus de 200.000 tonnes de production vers les années 1982-1983, les objectifs de production devraient plafonner à un niveau plus raisonnable. Ainsi, malgré les difficultés dues à un développement incontrôlé, l'expérience japonaise des dix dernières années constitue un succès indéniable en matière de repeuplement.

## V.2. — Modèle de développement possible en France

Les résultats acquis montrent qu'un système de prélevage en culture suspendue, suivi d'un repeuplement par semis sur le fond, devrait comme au Japon donner de bons résultats en France.

Cependant, l'obtention des grandes quantités de naissain nécessaires pour alimenter cette aquaculture extensive reste problématique. En effet, en situant très approximativement le seuil de rentabilité du captage entre 150 et 200 juvéniles par collecteur, on s'aperçoit que de tels résultats n'ont pu être obtenus en baie de Saint-Brieuc qu'à peu près une année sur deux depuis 1973 (tabl. 2). Ceci nous place en matière de captage tout en bas de la courbe japonaise (fig. 3) avec des rendements irréguliers et dans l'ensemble faibles.

Il n'est malheureusement pas possible de prévoir les mauvaises années de captage de façon à éviter un mouillage et un tri des collecteurs pour des résultats très médiocres. Dans ces conditions, le fait d'investir dans le captage de naissain en milieu naturel implique des risques. Compte tenu de l'importance de l'enjeu qui, sans parler d'augmentation de production, se résume dans bien des cas à la simple conservation des stocks, il nous semble logique d'admettre une part de risque relativement importante et donc de continuer à investir dans le captage en baie de Saint-Brieuc, seul stock actuellement à même de fournir du naissain en quantité appréciable.

En pratique, la politique à adopter sera de profiter des bonnes années de captage pour constituer des zones à forte densité de géniteurs, de l'ordre de 5 à 6 par m<sup>2</sup>, qui joueront le rôle de réserves. Ceci, en conjonction avec un changement progressif de l'âge à la première capture - passage de 2,5 ans à 3,5 ans grâce à un système de rotation des zones d'exploitation - devrait permettre d'améliorer sensiblement la fécondité du stock, avec pour corollaire une augmentation des rendements en naissain sur les collecteurs.

Cela n'empêche pas de miser également sur la reproduction artificielle en éclosérie qui est encore au stade du laboratoire. Ce recours à l'éclosérie ne peut être conçu, pour l'instant, que dans une optique de reconstitution de petits gisements à forte densité, pour permettre de relancer une activité de captage en milieu naturel, seule à même de fournir les quantités très importantes de naissain nécessaires pour un repeuplement efficace des fonds.

Tout ceci conduit à définir un modèle de développement différent du modèle japonais (fig. 11). La gestion rationnelle des ressources en constitue la clé de voûte et le repeuplement vient en quelque sorte en tant qu'outil de gestion. L'application avec persévérance de ce modèle d'abord en Baie de Saint-Brieuc, puis au fur et à mesure de la disponibilité en naissain, sur d'autres sites, devrait permettre une amélioration sensible de l'état de nos stocks. Il n'est cependant pas douteux que l'œuvre de stabilisation des apports en France risque d'être longue dans les conditions actuelles d'exploitation.

- BUESTEL D., DAO J.C., MULLER-FEUGA A., 1974 - Résultats préliminaires de l'expérience de collecte de naissain de coquille Saint-Jacques en rade de Brest et baie de Saint-Brieuc. Colloque sur l'Aquaculture Brest, octobre 1973. *Actes de colloques, n° 1*, 1974, 47-60. C.N.E.X.O. ed.
- BUESTEL D., DAO J.C. et LEMARIE G., 1976 - Collecte de naissain de Pectinidés en Bretagne. I.C.E.S. Special Meeting on population assessment of shellfish stocks. *Contribution n° 5. J. Conc.Int. Explor. Mer.*
- BUESTEL D., ARZEL P., CORNILLET P. et DAO J.C., 1977 - La production de juvéniles de coquille Saint-Jacques (*Pecten maximus L.*). 3rd Meeting of the I.C.E.S. Working Group on Mariculture, *Actes de colloques*, 4 ; 307-315. C.N.E.X.O., ed.
- BUESTEL D., DAO J.C., 1979 - Aquaculture extensive de la coquille Saint-Jacques : Résultats d'un semis expérimental. *La Pêche Maritime*, Juin 1979.
- ITO S., KANNO H., TAKAHASHI K., 1975 - Some problems on culture of the scallop in Mutsu Bay. *Bull. Mar. Biol. Sta. Asamuchi*. TOHOKU University Vol. XV, n° 2.
- MULLER-FEUGA A. et QUERELLOU J., 1973 - L'exploitation de la coquille Saint-Jacques au Japon. *Rapp. Scient. Tech.*, C.N.E.X.O. n° 14.
- QUERELLOU J., 1975. - Exploitation des coquilles Saint-Jacques *Patinopecten yessoensis J.*, au Japon. Publication de l'Association pour le développement de l'aquaculture, 62 p.
- SAKAI I., 1976 - Scallop cultures in Japan, 750 p. (en japonais).

TABLEAU 1 : PRODUCTION DE COQUILLES ST JACQUES *PATINOPECTEN YESSOENSIS J.* AU JAPON

ANNÉE	PRÉFECTURES :			PRÉFECTURE DU HOKKAIDO						TOTAL JAPON
	DE MIYAGI	D'IWATE	D'AOMORI	baie de FUNKA	lac SAROMA	mer d'OKHOTSK	mer du JAPON	côte PACIFIQUE	total HOKKAIDO	
1967	96	100	1 781 1 781						4 766 1 547 6 313	6 547 1 743 8 290
1968	181	130	1 102 71 1 173						3 327 1 441 4 768	4 429 1 823 6 252
1969	492	400	5 527 526 6 053						7 263 2 969 10 232	12 790 4 387 17 177
1970	1 160	1 200	9 048 1 366 10 414	1 043 616	2 715	5 041	4 1	3 303	9 391 3 332 12 723	18 439 7 058 25 497
1971	1 500	6 561	6 200 2 419 8 619	1 867 2 012	3 036	5 000	0 5	2 826	9 693 5 053 14 746	15 893 15 533 31 426
1972	1 900	4 366	14 874 8 894 23 768	1 884 3 260	3 895	3 768	0 46	2 687	8 339 7 201 15 540	23 213 22 361 45 574
1973	1 000	6 000	15 340 18 217 33 557	1 178 7 371	4 952	6 787	0 31	1 661 1	9 626 12 355 21 981	24 966 37 572 62 538
1974	1 420	6 042	16 654 29 848 46 502	2 711 16 305	5 610	8 112	26 150	1 206 1	12 055 22 067 34 122	28 709 59 377 88 086
1975	(1 500)	5 876	17 195 21 736 38 931	1 818 25 292	6 334	12 424	38 314	958 1	15 238 31 941 47 179	32 433 61 053 93 486
1976	(1 500)	(6 000)	(20 000)	2 175 33 066	6 951	22 415	83 719	892	25 565 40 736 66 301	(93 800)
1977					9 252					

LEGENDE : 1<sup>o</sup> ligne : 1781 : Production en culture de fond (y compris les stocks naturels dont la proportion est négligeable à partir des années 1970).  
 2<sup>o</sup> ligne : 96 : Production en cultures suspendues. (Les parenthèses indiquent que la production est estimées).  
 3<sup>o</sup> ligne : 1781 : Total.

SOURCES : Scallop cultures in Japon, Ichiro SAKAI, 1976 - Bulletin du laboratoire de Moura, AOMORI - Coopérative HIRANAI - Dr Tadahiko HAYASHI, communication personnelle.

**TABLEAU 2 : RÉSULTATS DU CAPTAGE DE NAISSAIN DE COQUILLE SAINT-JACQUES PECTEN MAXIMUS L. EN BAIE DE SAINT-BRIEUC**

ANNÉES	1973	1974	1975	1976	1977	1978
NOMBRE D'INDIVIDUS PAR COLLECTEUR	300	0	150	300	20	20

Ces résultats sont exprimés en nombre moyen d'individus d'environ 1 centimètre de hauteur par collecteur expérimental. Pour l'année 1973, il s'agit d'une estimation effectuée en comparant les stocks issus des cohortes 1976 et 1973.

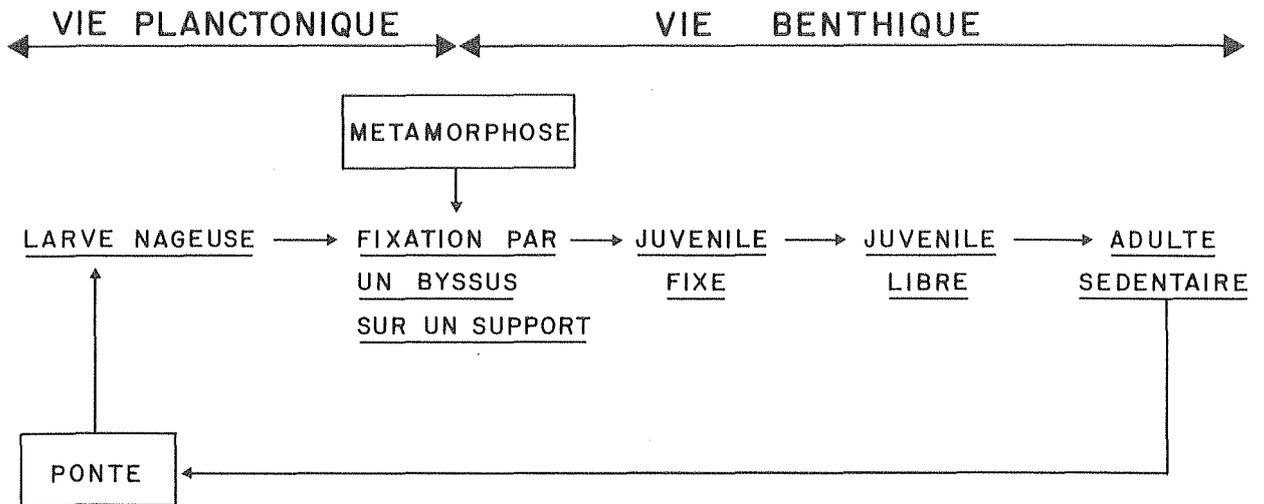


Fig. 1 - Schéma du cycle biologique des Pectinidés

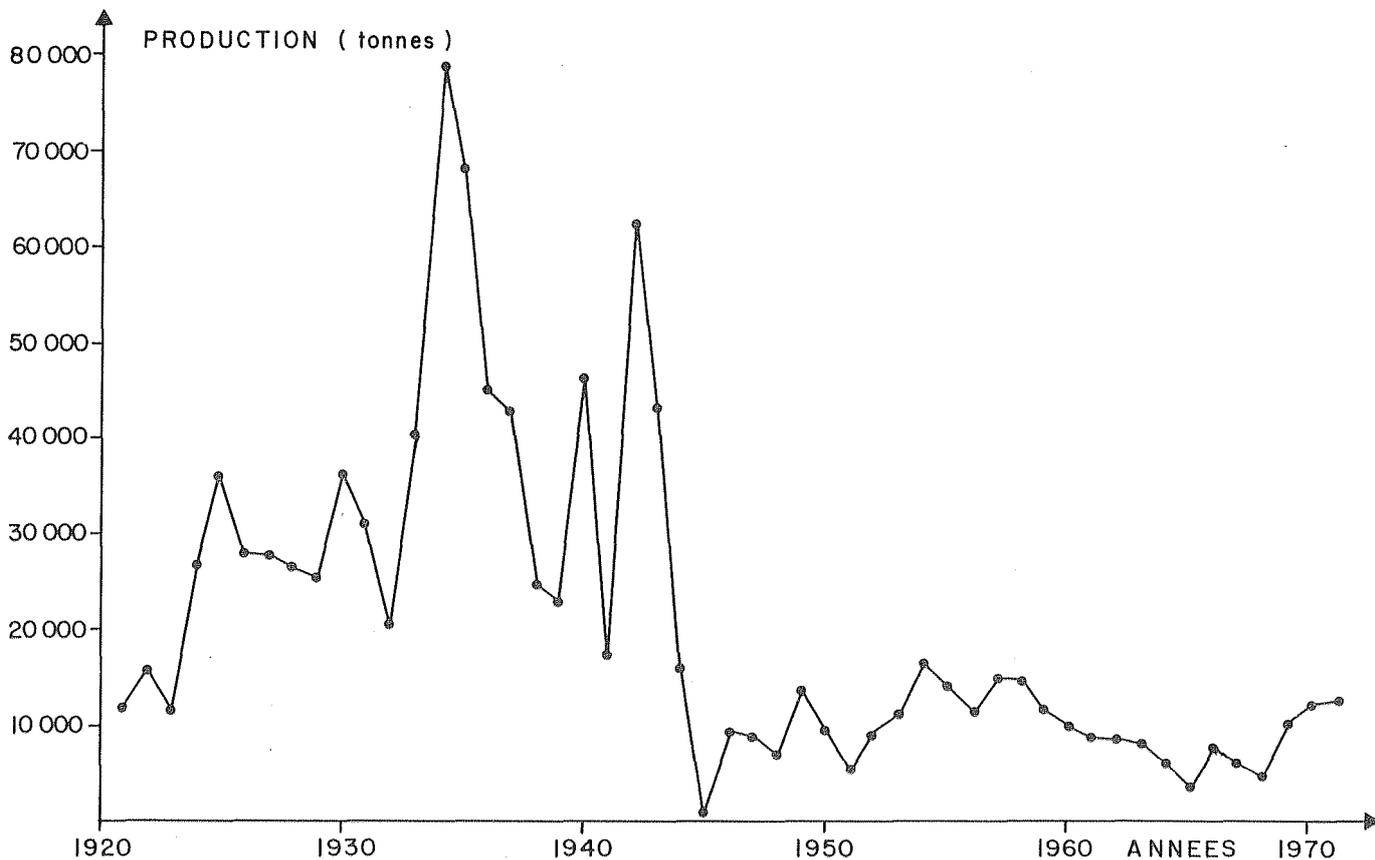


Fig. 2 - Évolution de la production de coquille Saint-Jacques *Patinopecten yessoensis* pour la préfecture du Hokkaido au Japon.

Source : Scallop culture in Japan, SAKAI I., 1976.

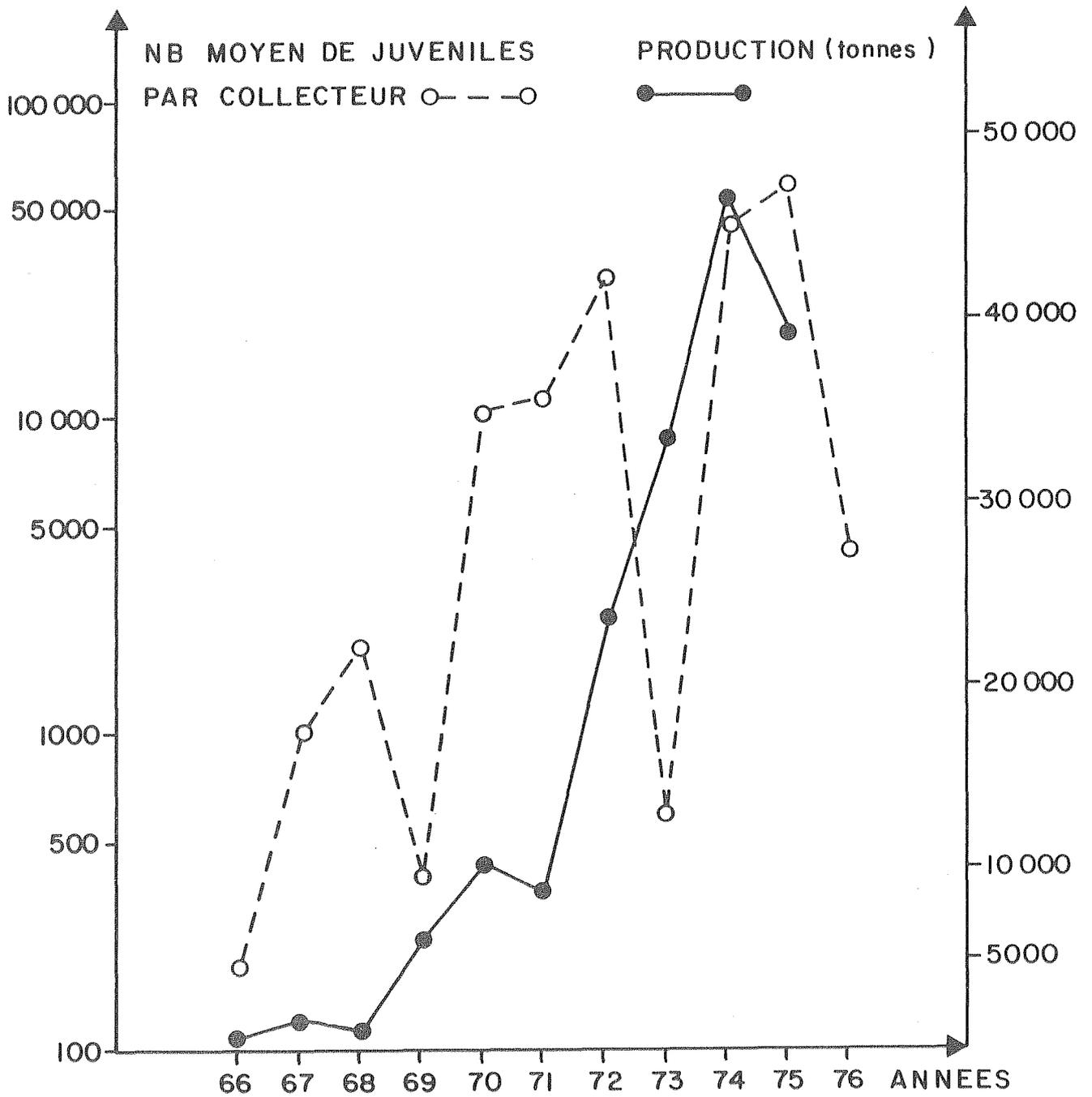


Fig. 3 - Production globale de coquille Saint-Jacques et nombre de juvéniles utilisables par collecteur en Baie de MUTSU.

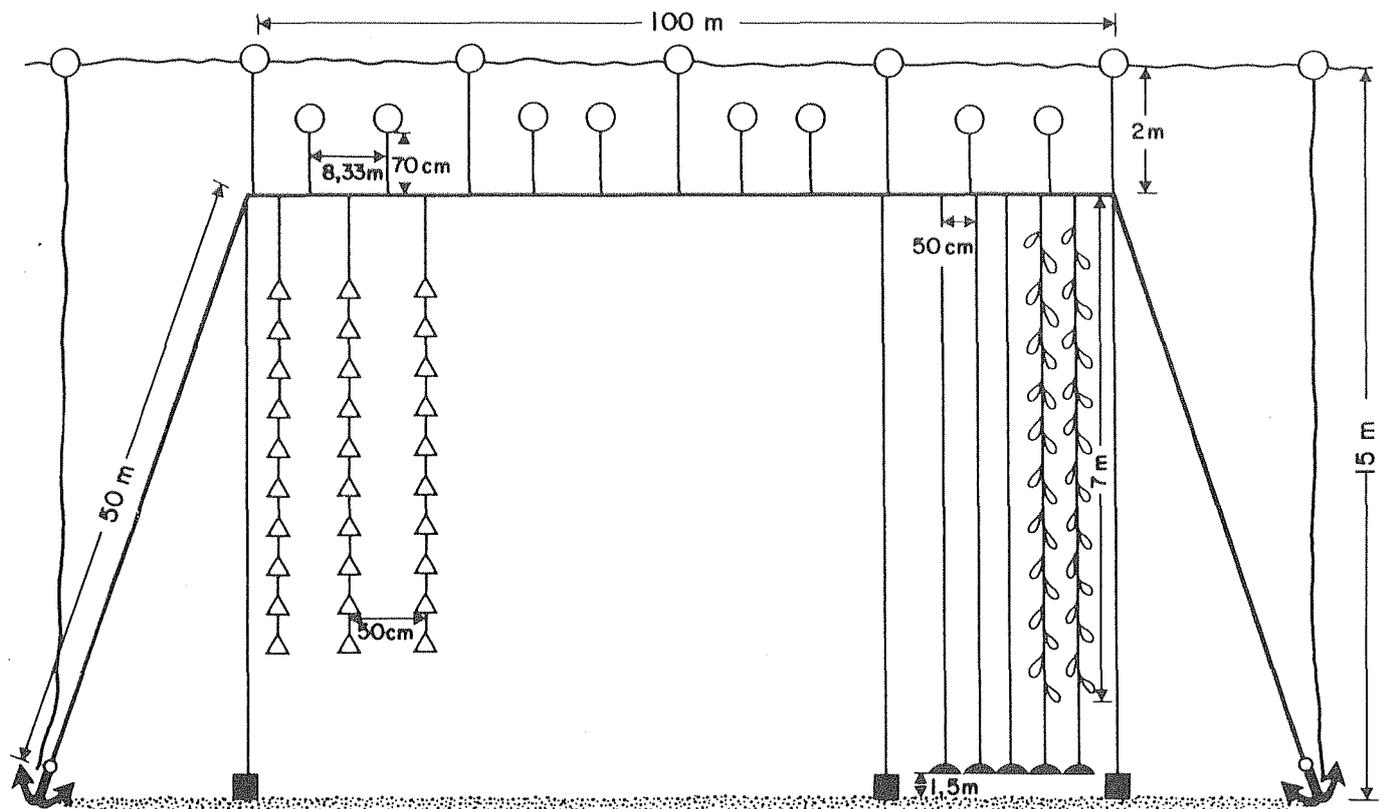


Fig. 4 - Schéma d'un des types de filières utilisées au Japon pour le captage de naissain et l'élevage en panier.

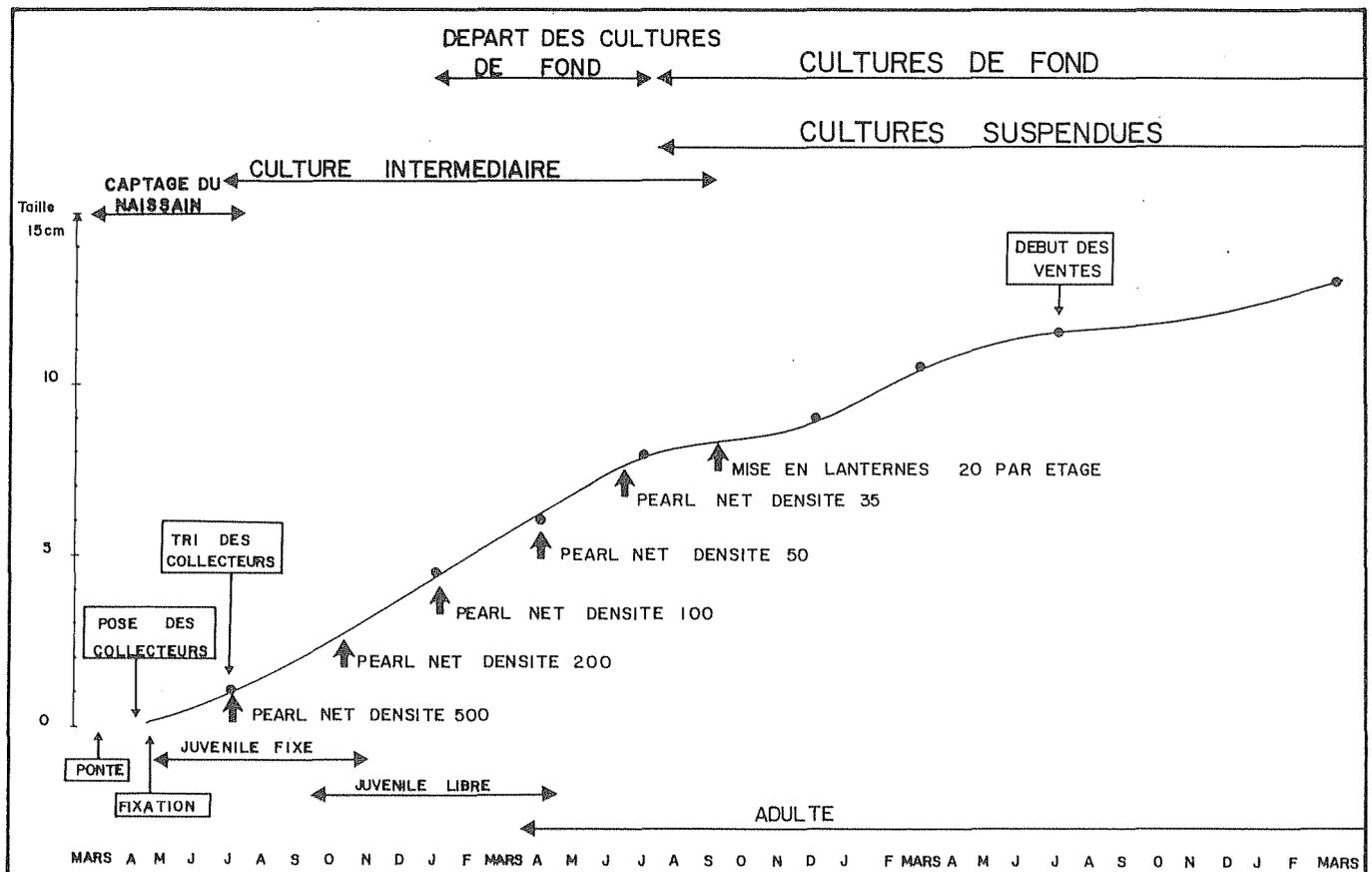


Fig. 5 - Calendrier des opérations en Baie de Mutsu. La courbe de croissance est celle qui est obtenue en élevage en cultures suspendues.

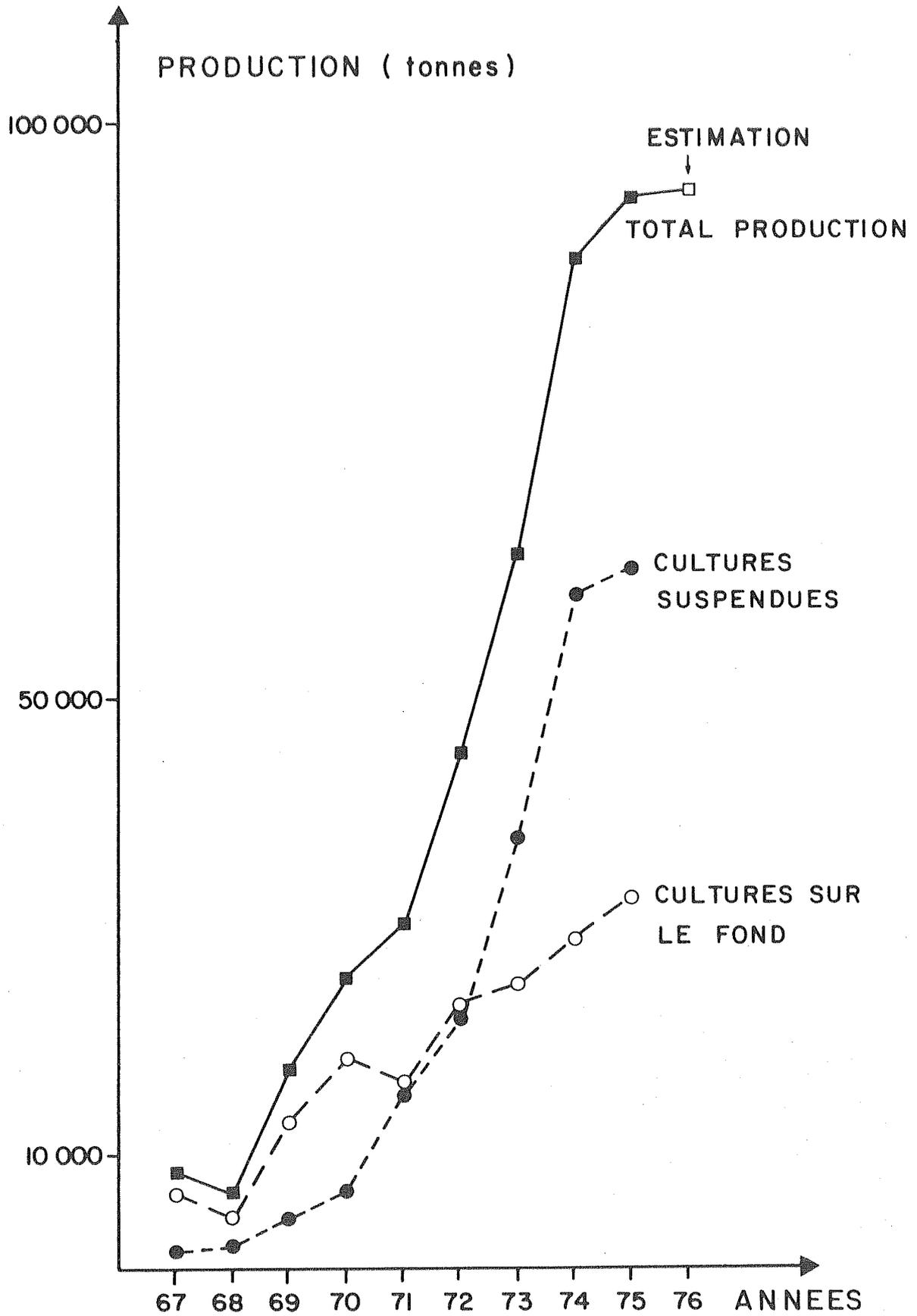


Fig. 6 - Bilan de la production de coquille Saint-Jacques *Patinopecten yessoensis* au Japon.

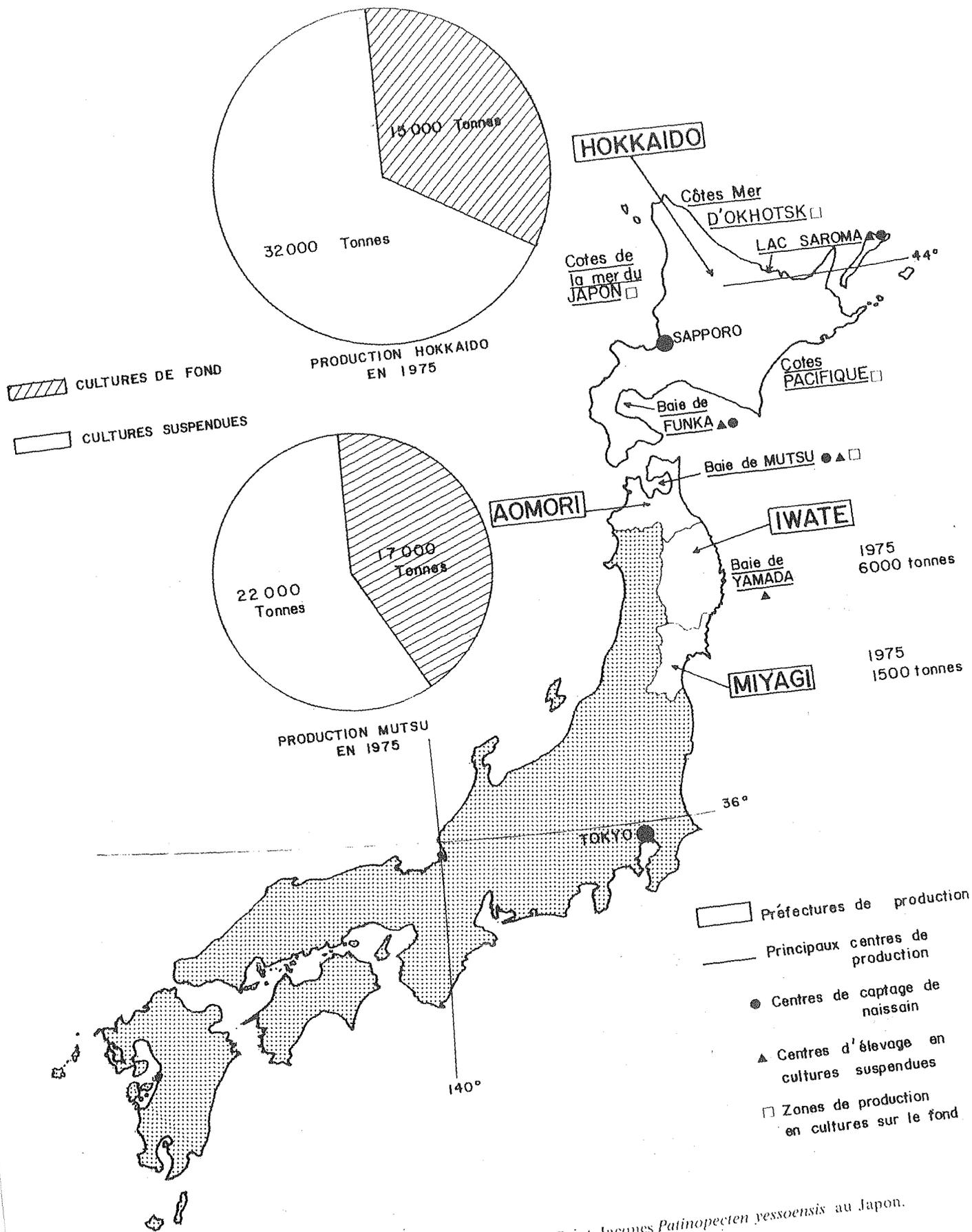


Fig. 7 - Principales zones de production de la coquille Saint-Jacques *Patinopecten yessoensis* au Japon.

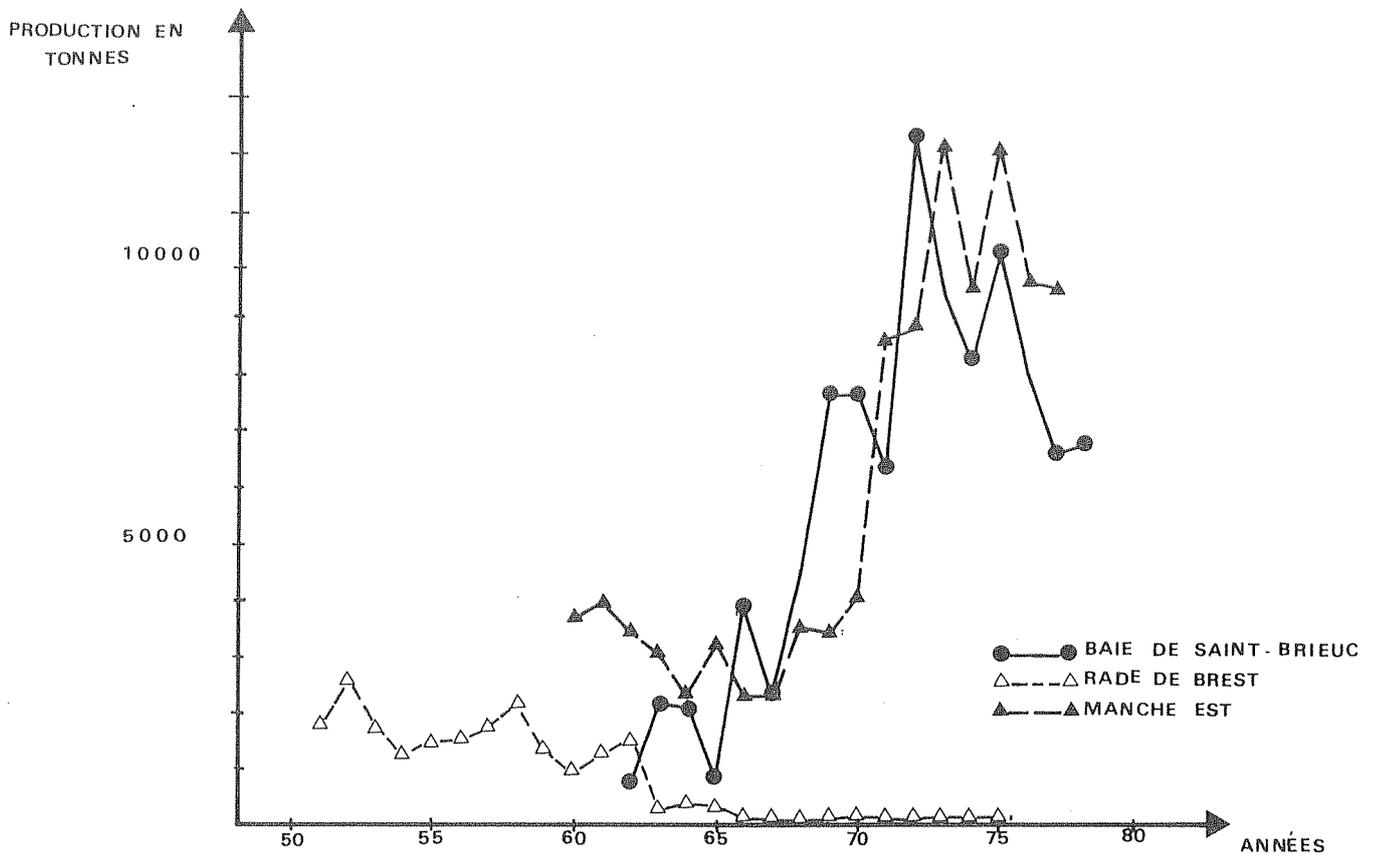


Fig. 8 - Evolution de la production de coquille Saint-Jacques *Pecten maximus* des trois principaux gisements français.

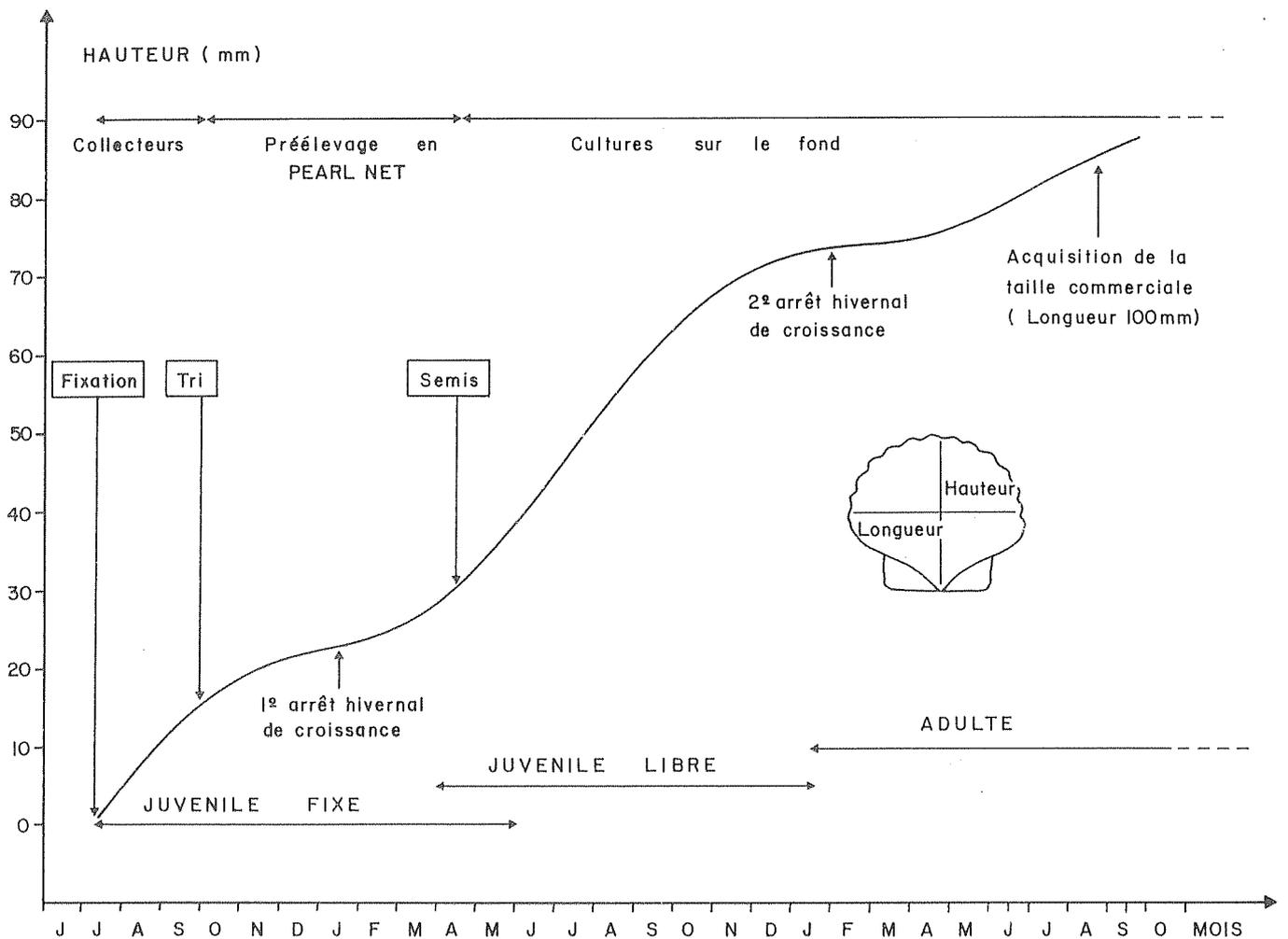


Fig. 9 - Calendrier des opérations de pectiniculture possible en Baie de St Brieuc. La courbe de croissance figurée a été réellement obtenue au cours d'une expérimentation de culture de fond menée à partir de Mars 1977.

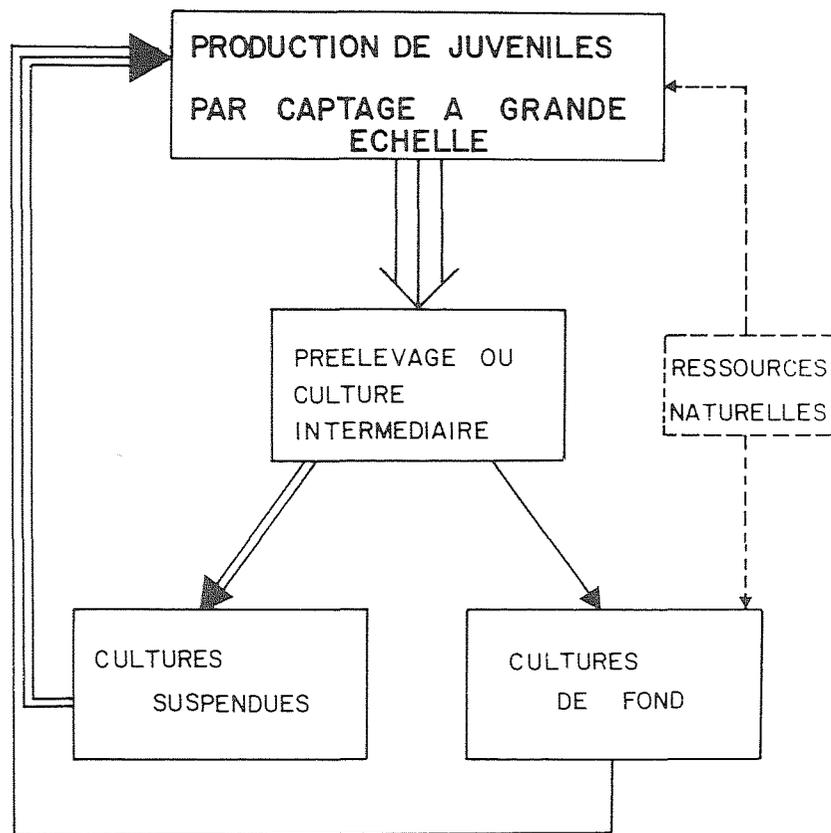


Fig. 10 - Schéma du modèle de développement adopté au Japon.

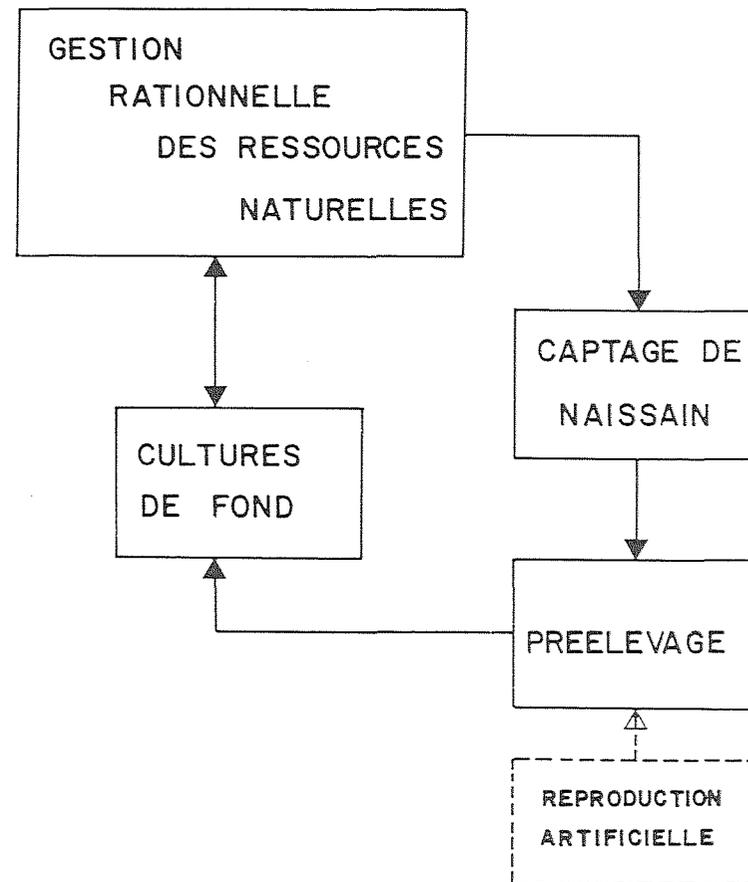


Fig. 11 - Schéma du modèle de développement possible en France.

## PERSPECTIVES DE DÉVELOPPEMENT RÉGIONAL : LA BAIE DE SAINT BRIEUC

R. NICOLAS, E. MORIZE, R. ROHAN

*Comité d'Expansion des Côtes-du-Nord - 22000 SAINT-BRIEUC*

### ABSTRACT

*The application of a model of stock management is difficult because the imperatives of long-term development are often conflicting with short-term interests of the fishermen. That has been the reason for setting up a field group under the responsibility of the Comité d'Expansion des Côtes-du-Nord.*

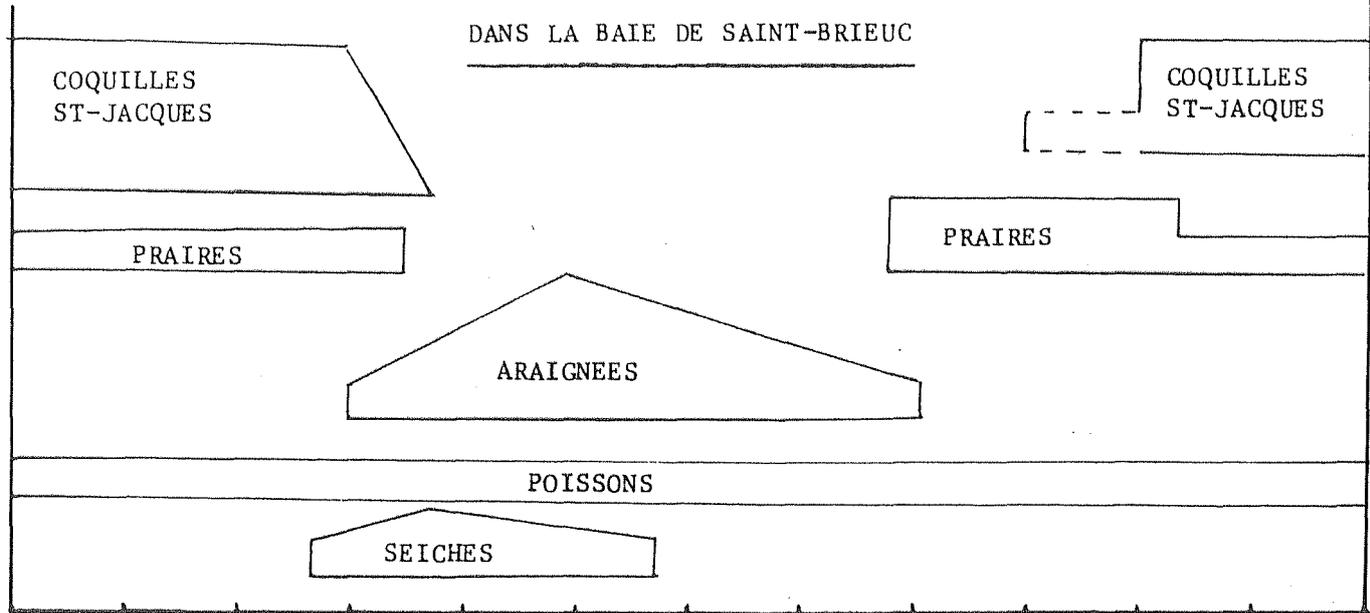
*The document presents two examples of these difficulties to apply the biological results. The first concerns the management of the existing resources with the limitation of fishing effort, the establishment of a catch quota and a non fishing area. The second describes the natural spat collection system adapted to the local environment which has to produce a significant number of juveniles for restocking purpose.*

Le modèle de développement, exposé par D. BUESTEL et dérivé du modèle japonais, prévoit une augmentation et une amélioration du stock naturel, ainsi que sa gestion rationnelle. Mais son application présente de nombreuses difficultés parce que, d'une part, la technique du repeuplement n'en est en France qu'à ses débuts et que, d'autre part, les impératifs du plan de développement rentrent souvent en conflit avec les besoins immédiats des professionnels, ce qui tend à les opposer aux démarches scientifiques. Les différences de langage et d'information s'ajoutant, il se crée un fossé entre ces deux pôles, qui ne se comble que lorsque les scientifiques deviennent des hommes de terrain et que, par ailleurs, une coordination est assurée par des professionnels. Cependant, à ce stade d'organisation, le modèle "intervention scientifique dans la profession" est encore imparfait, en ce sens qu'il lui manque un rouage. Deux exemples permettront de le mettre en évidence.

Dans la fixation de la date d'ouverture de la pêche à la coquille, il y a antagonisme entre le calendrier traditionnel, rempli de fin mars à octobre par d'autres pêches, comme celle de la seiche, du crabe ou du homard, et l'intérêt présenté par un décalage de la saison de la coquille St-Jacques, où l'on valoriserait le produit par des ventes en fin de saison (tabl. 1, 2 et 3).

Dans la possibilité d'augmentation du stock et de son exploitation présentée par les techniques de captage et de repeuplement, les professionnels perçoivent *a contrario* les problèmes de commercialisation qui se poseront. Le réflexe est de penser aux excédents éventuels et leurs conséquences sur les prix et non à une meilleure maîtrise des approvisionnements par un contrôle de la ressource propre.

CALENDRIER DE PECHE  
DANS LA BAIE DE SAINT-BRIEUC



J F M A M J J A S O N D

Pêche saisonnière

- Mollusques : Coquilles et praires
- Crustacés : Araignées, Homard, Tourteaux

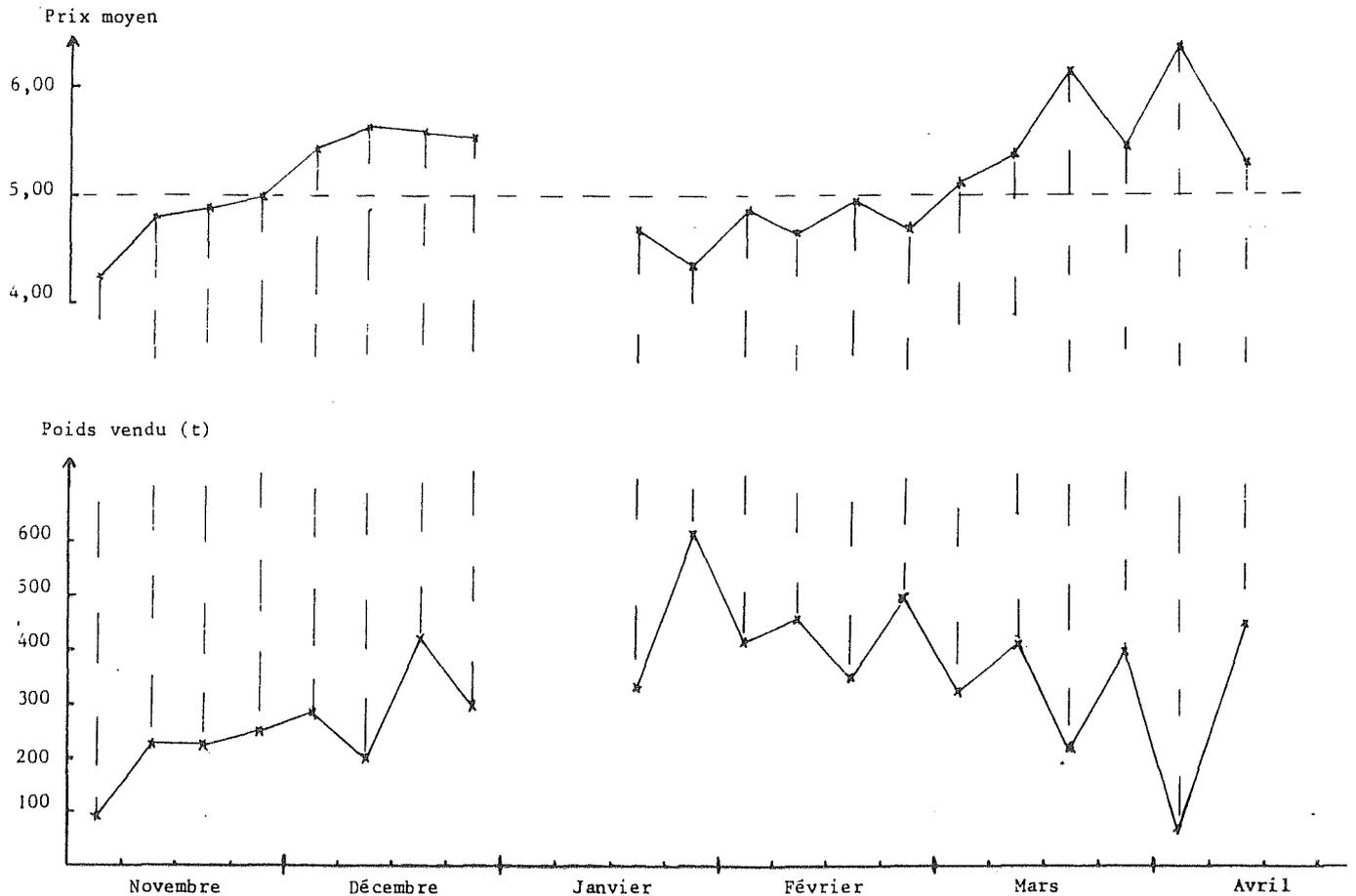
— Pêche d'hiver  
— Pêche de printemps  
— Pêche de printemps  
— Pêche d'été  
— Pêche essentiellement de printemps et d'été

Pêche non saisonnière : poissons, avec un maximum de pêcheurs l'été.

M.J. MATRINGE

Source : "La pêche en baie de St-Brieuc"

Juin 1979.



COQUILLES ST-JACQUES  
Campagne 1978-1979

M.J. MATRINGE

Source : "La pêche en baie de St-Brieuc"

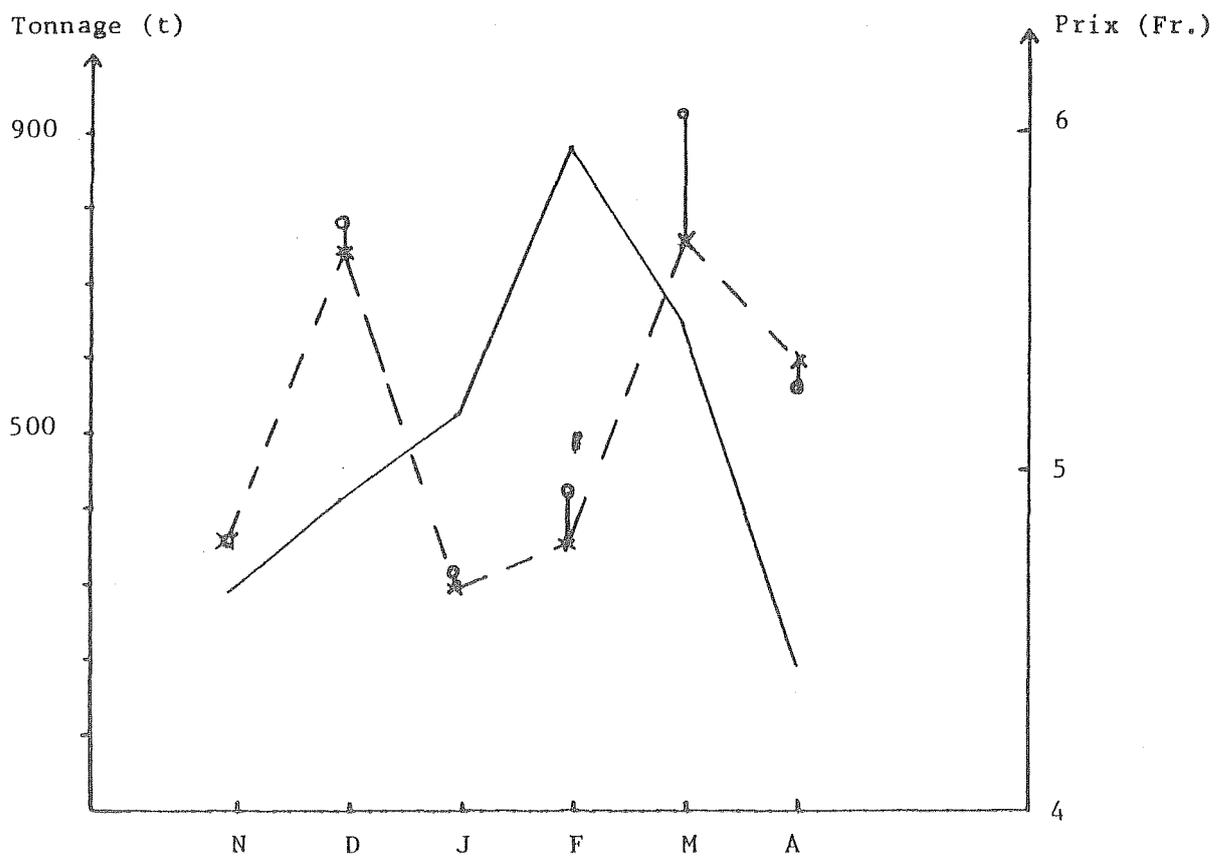
Juin 1979.

VENTES PAR SEMAINE

(Source : criées des C-du-N) ..... Tableau 2

### ACHATS SIEM

MOIS	% du tonnage total	Tonnage	% du Tonnage vendu en criée	Prix moyen d'achat	Prix moyen criée
NOVEMBRE	9,9	292	37	4,71	4,71
DECEMBRE	14,0	410	34	5,43	5,54
JANVIER	18,0	524	55	4,50	4,51
FEVRIER	30,0	877	44	4,60	4,85
MARS	22,0	648	63	5,50	5,84
AVRIL	6,0	180	40	5,17	5,26
TOTAL	100	2 932	46	4,98	5,12



O Prix moyen criée  
 x Prix moyen achat SIEM  
 Ecart entre ces deux prix

— Achats SIEM  
 --- Prix d'achat SIEM  
 (Sec. Chambre de Commerce)  
 M.J. MATRINGE  
 Source : "La pêche en baie de St-Brieuc"  
 Juin 1979.

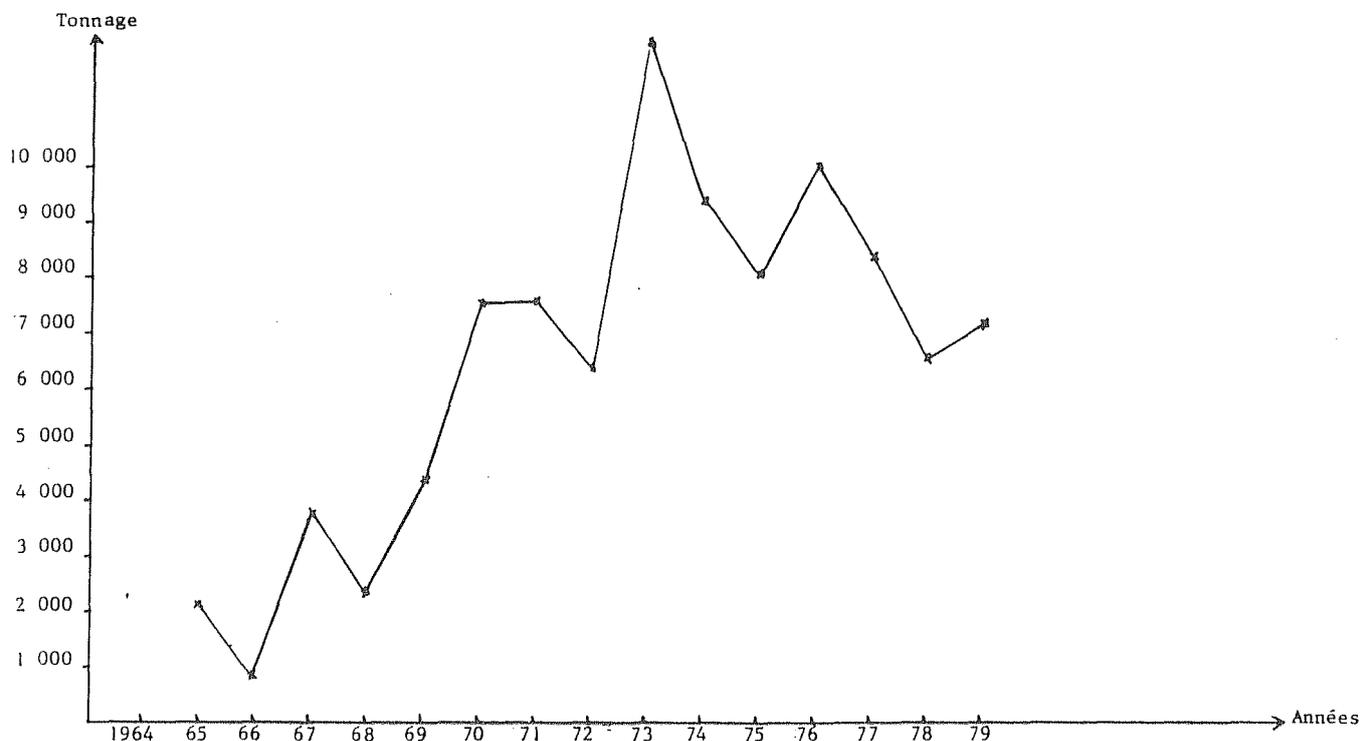
Tableau 3

Ces deux cas illustrent les difficultés rencontrées par les pêcheurs pour avaliser, au stade de la commercialisation, ce que leur apportent les scientifiques. Le rouage manquant est donc une “*structure de terrain*” faisant la liaison entre, d’un côté, les organismes scientifiques qui émettent des idées, cherchent des modèles de gestion et font progresser la partie théorique et, d’un autre côté, un groupe capable de démontrer la compatibilité du modèle de développement avec la structure d’exploitation existante, de façon à lui permettre d’évoluer dans la bonne direction. Le rôle de cette “structure de terrain” est donc de faciliter le passage du stade expérimental au développement proprement dit, avec une phase intermédiaire de prédéveloppement. Elle doit par là résoudre les problèmes techniques qui surgissent lors du passage en “vraie grandeur”, et également surveiller l’action sur le stock.

En 1977, sur une demande du Conseil Général des Côtes-du-Nord au Comité d’Expansion Economique, et en accord avec les professionnels, un plan de développement pour la baie de St. Brieuc a été envisagé. Pour en permettre la mise en pratique, et selon le modèle “intervention scientifique dans la profession” qui vient d’être exposé, il a été créé une équipe de terrain qui comprend actuellement un animateur, un biologiste et deux techniciens. Ce plan de développement prévoit deux étapes.

Dans un premier temps, il s’agit d’établir le niveau actuel de gestion du stock. Commencé dans les années 60, le développement de la baie de St Brieuc a atteint une apogée en 1973 avec une production de 15.000 T (tabl. 4). Corrélativement, la flotte de pêche s’est agrandie, de façon rapide et peu contrôlée, jusqu’à atteindre 400 à 450 bateaux. Cette escalade a amené les pêcheurs à prendre des mesures visant à limiter la pression de pêche : instauration de journées et d’heures de pêche, puis, à partir de 1973, de licences. Malgré ces précautions, il apparaît que l’effort de pêche continue à augmenter et n’est toujours pas adapté aux ressources naturelles qui, elles, fluctuent chaque année (tabl. 5, 6).

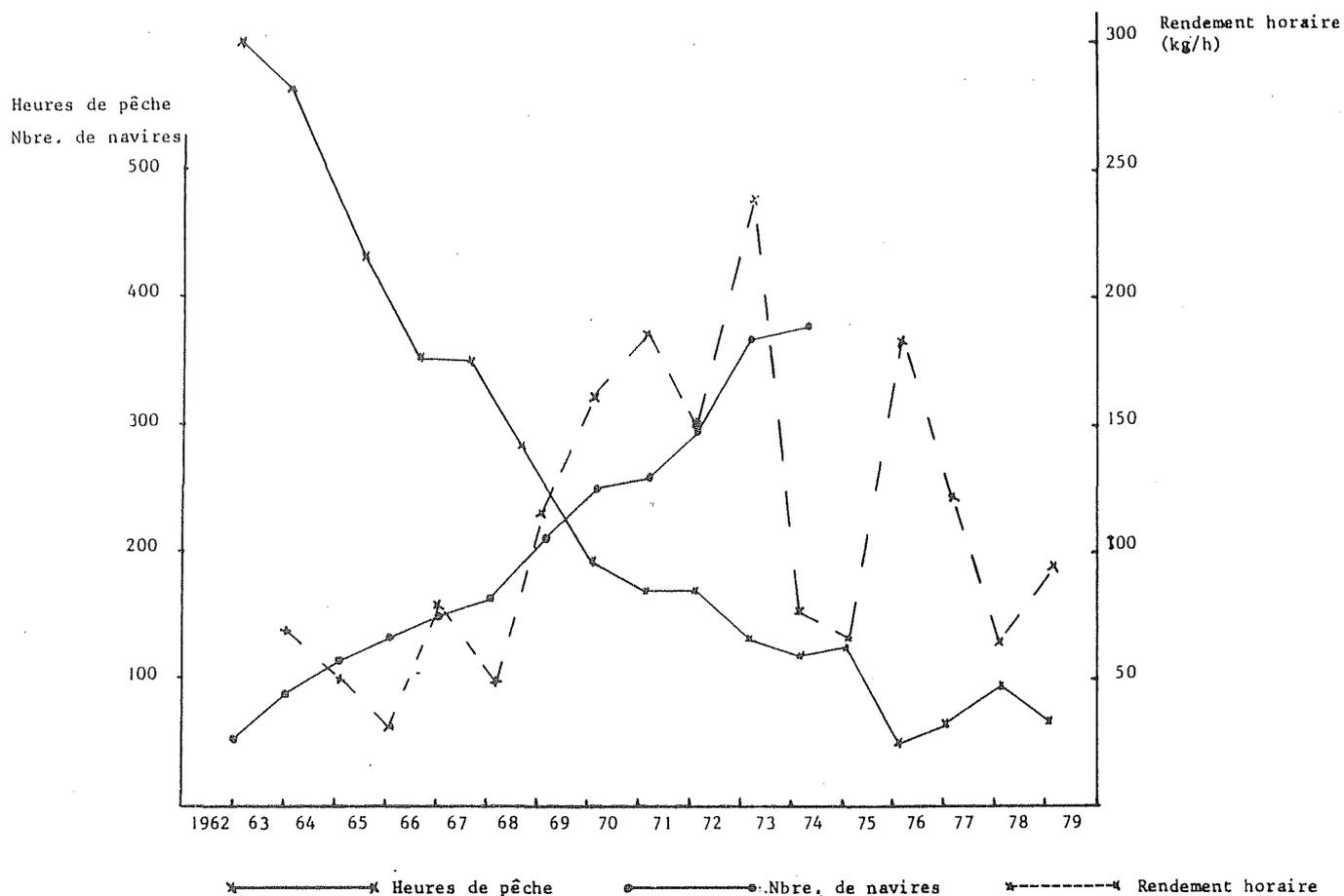
PRODUCTION DE COQUILLES ST-JACQUES  
EN BAIE DE SAINT-BRIEUC



(Source : Direction des Affaires Maritimes de Bretagne-Vendée)

Tableau 4

M.J. MATRINGE  
Source : “La pêche en baie de St-Brieuc”  
Juin 1979.



M.J. MATRINGE  
 Source : "La pêche en baie de St-Brieuc"  
 Juin 1979.

Tableau 5

### GESTION DE LA RESSOURCE DE COQUILLES ST-JACQUES

Dates d'ouverture	Total des heures de pêche	Nombre de navires	Production (t)	Rendement horaire (t)
du 1.10.1962 au 15.05.1963		56	750	
du 1.10.1963 au 30.04.1964	600	90	2 500	70
du 15.10.1964 au 15.04.1965	560	115	2 100	50
du 15.10.1965 au 18.03.1966	430	130	900	30
du 7.11.1966 au 20.04.1967	350	160	2 000	60
du 4.11.1968 au 10.04.1969	260	210	5 500	125
du 3.11.1969 au 23.04.1970	190	250	8 500	170
du 16.11.1970 au 31.04.1971	170	257	7 500	195
du 2.11.1971 au 13.04.1972	170	293	7 000	159
du 6.11.1972 au 12.04.1973	130	368	12 000	260
du 5.11.1973 au 18.04.1974	120	380	9 000	75
du 00.00.1974 au 00.00.1975	126	?	8 000	63
du 3.11.1975 au 26.03.1976	55	?	10 000	182
du 2.11.1976 au 14.04.1977	71	?	8 500	120
du 21.11.1977 au 04.04.1978	100	466	6 500	65
du 6.11.1978 au 6.04.1979	73	466	6 800	93

M.J. MATRINGE  
 Source : "la pêche en baie de St-Brieuc"  
 Juin 1979.

Tableau 6

Ce type de situation serait viable dans un système présentant à la fois une ressource très importante, une possibilité de freiner la ponction et un volant de reproduction, permettant de renouveler le gisement. Mais qu'advient-il si, au contraire survient, une période creuse amenuisant les ressources ?

Cet état de chose, ajouté au fait que la technique de repeuplement ne peut pas encore constituer immédiatement un outil de gestion, parce qu'elle n'est pas pleinement maîtrisée, a conduit à choisir comme premier objectif du plan de développement **le freinage de l'effort de pêche et la stabilisation de la production**. D'ailleurs, le scénario d'une période creuse est précisément celui qui se déroule en ce moment dans la baie, comme l'a indiqué BUESTEL. La reproduction en 1976 a été excellente et le stock qui en a découlé a commencé à être exploité en 1978-1979. Par contre, en 1977 et en 1978, la reproduction a été très mauvaise et les deux saisons à venir exploiteront un stock qui n'aura été renouvelé que marginalement.

ANNÉE REPRODUCTION		RECRUTEMENT AVANT SAISON (T)	STOCK SUR LE FOND AVANT SAISON (T)	PECHE (T)	RESTE (T)
1973	très bonne				
1974	très mauvaise				
1975	mauvaise	25 000	28 000	12 000	16 000
1976	très bonne	2 000	18 000	8 000	10 000
1977	très mauvaise	2 000	12 000	7 000	5 000
1978	très mauvaise	15 000	20 000	7 000 (quota)	13 000
1979	?	2 000	15 000	7 000?	800
1980	?	2 000	10 000	7 000?	3 000
1981	?	x	3 000 + x		

Source : Comité d'Expansion Economique des Côtes du Nord  
"Plan de développement - Etat d'avancement 1978".

Comme il s'est avéré de plus, au cours de sondages en 1978, que la production de 1976 n'avait pas donné le recrutement escompté, il a fallu prendre des mesures pour étaler sur trois ans l'exploitation du stock 1978. Sur la base d'une estimation de sa valeur à 20 000 T, un quota annuel de 7 000 T a été fixé. A cette mesure de protection immédiate s'est ajoutée l'instauration d'une zone interdite à la pêche, destinée à favoriser une reconstitution des réserves. Car il faut, non seulement conserver une certaine densité de coquilles sur le fond, mais encore protéger du dragage celles qui n'ont pas la taille commerciale.

A cette proposition, les professionnels ont réagi de façon mitigée. S'ils ont sérieusement contesté les chiffres avancés en matière de mortalité des jeunes due à la drague, ils ont reconnu que dans la zone de Caffa s'observe régulièrement une forte concentration de petites coquilles, de sorte que cette partie de la baie est considérée comme une frayère. L'idée d'un **cantonnement** étant donc malgré tout jugée favorable à la protection du gisement, elle a été adoptée, peu de temps avant l'ouverture. Deux conditions ont cependant été posées : l'existence d'une surveillance efficace, et celle d'un balisage précis. La condition nécessaire à la réussite de l'opération étant que le cantonnement soit respecté, il fallait obliger au départ les pêcheurs à éviter la zone et ensuite empêcher qu'un petit nombre d'entre eux n'aille piller la réserve au détriment de la majorité.

L'équipe de terrain n'a pu se charger que de la mise en place du balisage, à cause du peu de temps dont elle disposait. Il lui a fallu en quinze jours passer toutes les commandes de matériel et coordonner les opérations de pose des bouées. Elle n'a pas pu assurer son rôle promotionnel et informatif, qui a été tenu par les relais professionnels, tant lors des discussions au sujet du cantonnement, que par la suite, lorsqu'il a fallu prévenir tous les pêcheurs. En leur transmettant les données scientifiques dont découlait la compréhension de l'utilité du cantonnement, ils ont eu une action déterminante. Mais les difficultés qui se sont présentées montrent la nécessité de progresser par étapes et indiquent les efforts qui restent à faire pour instituer une gestion rationnelle dans la baie.

Quoiqu'il en soit, le cantonnement a été accepté et relativement bien respecté ; il reste à en préciser les effets. Se traduiront-ils en termes de prix à la vente, puisqu'en 1979-1980 seront pêchés

des animaux de trois ans ? Y aura-t-il une répercussion non négligeable sur le stock et ses capacités de reproduction ? Dans l'hypothèse de réponses positives, le principe de la réserve entrera dans les mœurs et un pas aura été franchi. Mais il reste encore à éviter une ouverture brutale du cantonnement, qui provoquerait des débarquements massifs de coquilles en un court laps de temps, un effondrement des cours et, par voie de conséquence, un discrédit du principe d'une zone de réserve, en même temps que des relais professionnels, de l'équipe de terrain ou des scientifiques.

Quand, au terme de la première étape, le stock est stabilisé, il reste à l'accroître, ce qui est l'objectif de la deuxième étape. Le passage par une phase de prédéveloppement permet l'accumulation de données techniques, économiques et sociales avant le véritable développement. Car si, au stade expérimental, les problèmes de faisabilité, durée, difficultés et coût des opérations, sont secondaires, ils deviennent primordiaux une fois les données scientifiques acquises. Qu'en est-il dans le cas de la baie ?

**L'action de repeuplement** repose sur le captage de naissain au moyen de collecteurs et sur son prélevage jusqu'à un stade permettant son semis avec de bonnes chances de survie. Les collecteurs doivent être posés quinze jours après la ponte et récupérés à l'automne pour recueillir le naissain fixé, suffisamment tôt pour anticiper les premières tempêtes ou l'ouverture de la pêche. Après avoir été trié, le naissain retourne en mer pour un prélevage en paniers suspendus. La validité de ce processus ayant déjà été démontrée par les scientifiques, il s'agit maintenant de mettre au point le matériel qui permettra de l'appliquer à l'échelle du gisement.

Il existe différents types de collecteurs et seul l'essai en vraie grandeur a permis d'en définir le meilleur. Les filières de fond de 400 m à 300 collecteurs (fig. 1) se sont avérées trop volumineuses, et le choix s'est porté sur les filières flottantes (fig. 2), de 350 m de long et portant 1 200 collecteurs, utilisées par les Japonais. Ce type de matériel autorise également le prélevage, mais présente l'inconvénient de requérir des fonds de 15 m, qui sont rares dans la baie, ou exposés aux intempéries du large, ou encore situés sur les zones de navigation. Il est conservé pour le moment avec des essais d'adaptation aux petits fonds. A cette fin, ont été créées les filières "filet" (fig. 3) : 200 m de long et 600 collecteurs, qui permettent une meilleure organisation de l'espace par rapport aux autres activités, comme la pêche ou la circulation des navires. De plus, dans des zones abritées et peu exploitées, elles pourraient servir au prélevage.

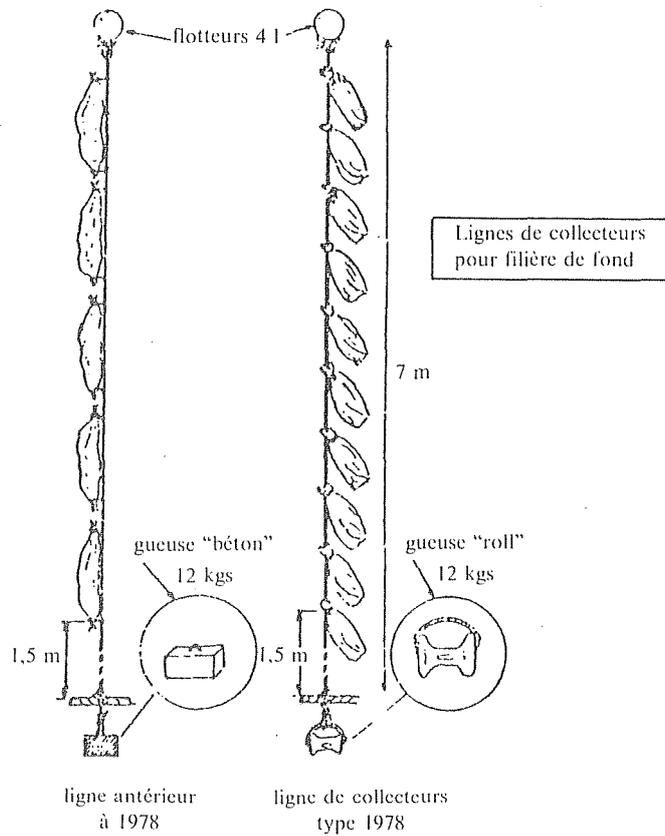
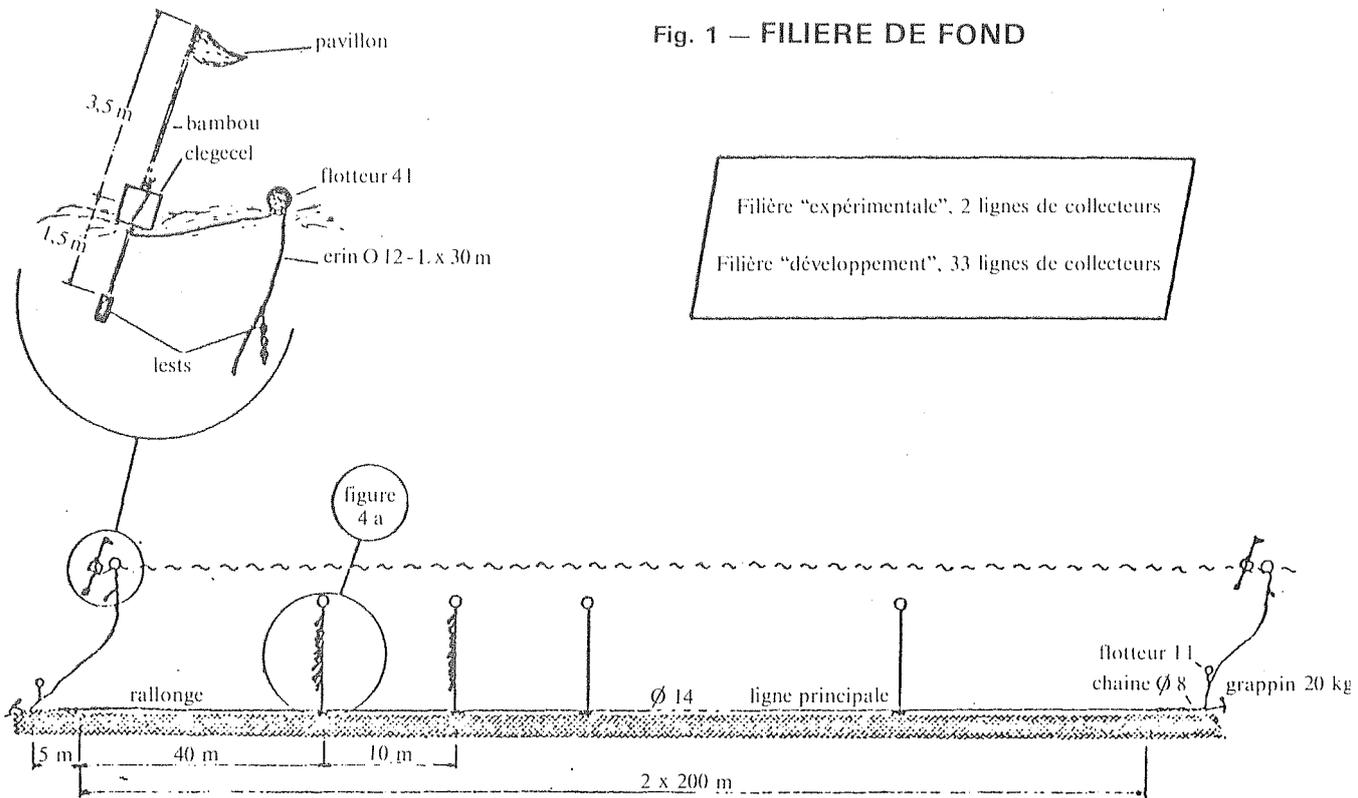
La méthode du tri du contenu des collecteurs a dû être rationalisée dès qu'il a fallu traiter 25 000 à 50 000 collecteurs. Le système employé en rade de Brest pour le pétoncle, et appliqué l'an dernier dans la baie, présente des contraintes très importantes. Il implique l'alternance de tri et de récupération de collecteurs, coûteuse en matériel, en temps et en main-d'œuvre (fig. 4). Avec le concours d'un industriel des Côtes-du-Nord, il a été mis au point une cuve à trois tamis pour le tri continu du contenu d'un grand nombre de collecteurs. D'autres adaptations secondaires par rapport à la phase expérimentale ont été nécessaires, de façon à rendre le système capable de travailler tel quel au stade du développement proprement dit.

A ce stade de prédéveloppement, l'action effective sur le stock peut commencer à être mesurée. En effet, si 50 000 collecteurs recueillent chacun 200 naissains, l'incidence sur le gisement sera de 500 à 1 000 T. De nouveaux travaux scientifiques doivent alors être entrepris pour la jauger précisément. C'est à partir de ce moment-là que les pêcheurs peuvent se rendre compte de l'utilité du repeuplement, même si son efficacité est encore faible. Cette prise de conscience conditionne le passage à l'ultime phase du plan de développement, grâce à un relais assuré par les organismes professionnels, sans lequel le projet est condamné à rester lettre morte.

Ainsi, on voit apparaître ce qui semble être la base d'un plan de développement d'une ressource telle que la coquille Saint-Jacques. Une équipe de terrain s'est mise en place et a établi les premiers ponts entre pêcheurs, scientifiques et économistes. Le peu de connaissances sur les mécanismes de la reproduction limite la gestion des ressources (prévisions possibles sur deux ans au maximum), et rend aléatoire le captage de naissain. De même, les données relatives à la commercialisation des captures ne permet pas de dégager une stratégie claire d'un "plan de pêche".

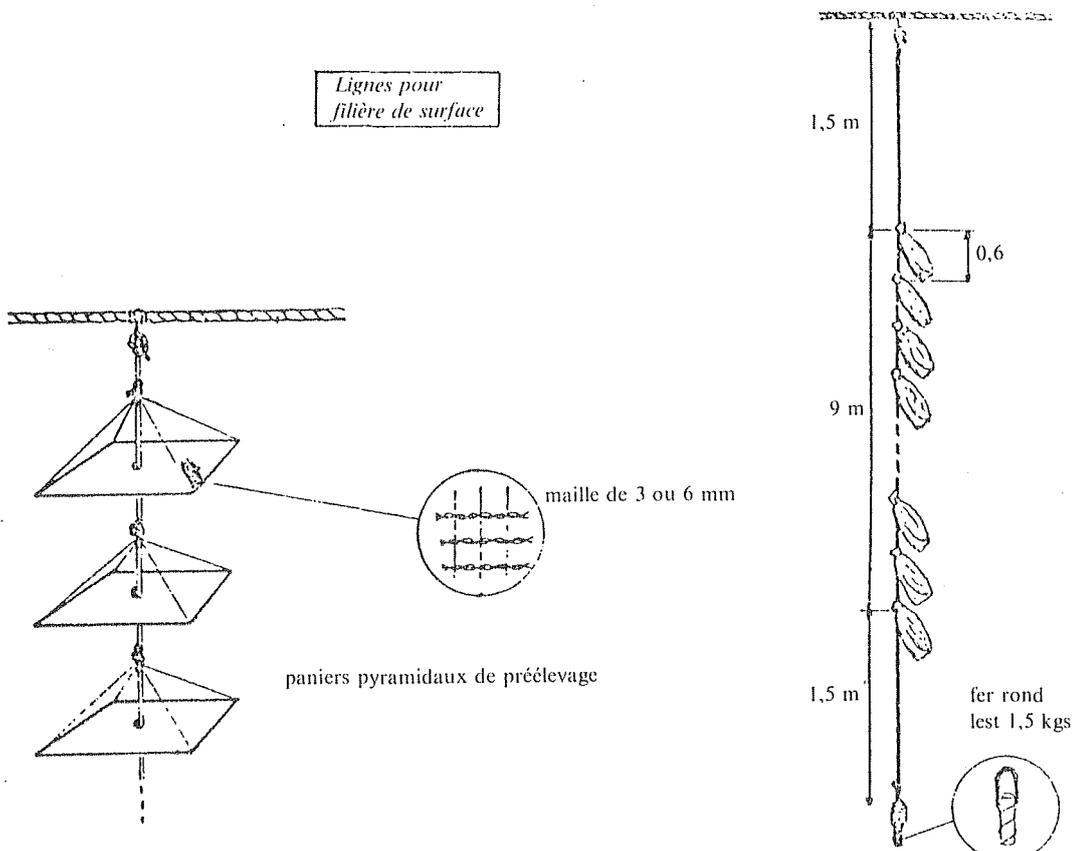
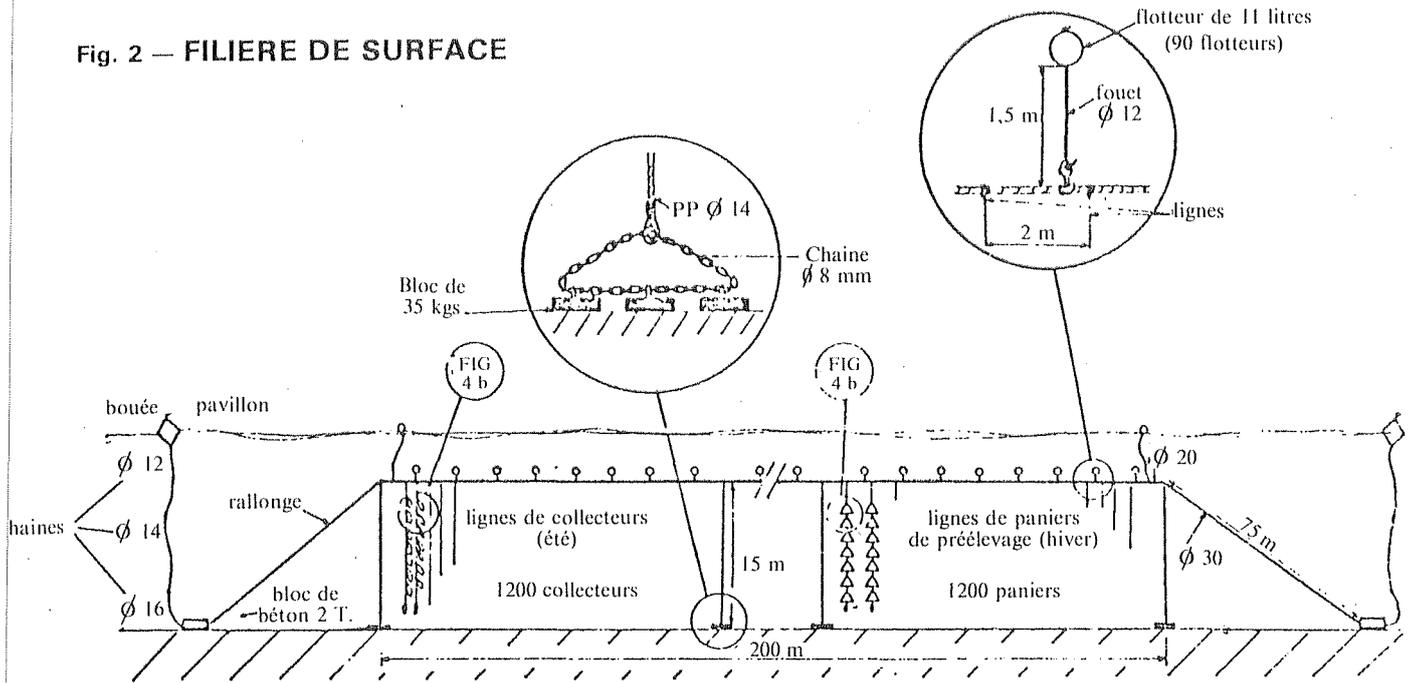
On voit donc apparaître un besoin croissant d'informations, de données à récolter, de contrôles de l'évolution de la pêche, afin qu'il y ait davantage d'éléments de choix au moment des décisions à prendre par les professionnels et leurs organisations représentatives. Mais c'est aussi conclure à une autonomie croissante du gisement puisque les motivations sont dictées par des adaptations aux conditions locales telles que calendrier des pêches, dates de ponte, d'apparition du corail, étendue du gisement.

Fig. 1 — FILIERE DE FOND



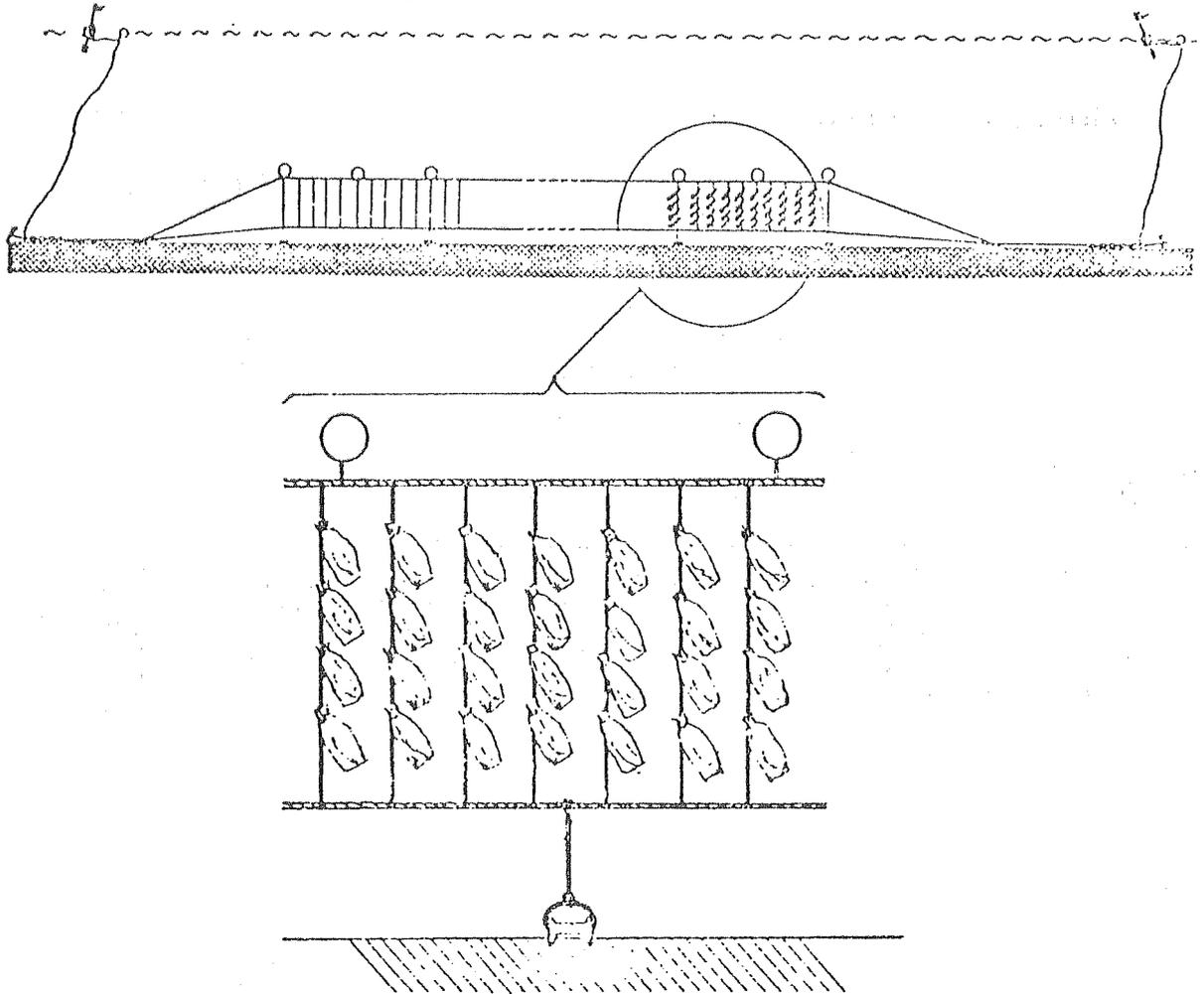
Source : "Baie de St.-Brieuc" Plan de développement - Etat d'avancement 1978.  
Comité d'Expansion Economique  
des Côtes-du-Nord.

Fig. 2 — FILIERE DE SURFACE



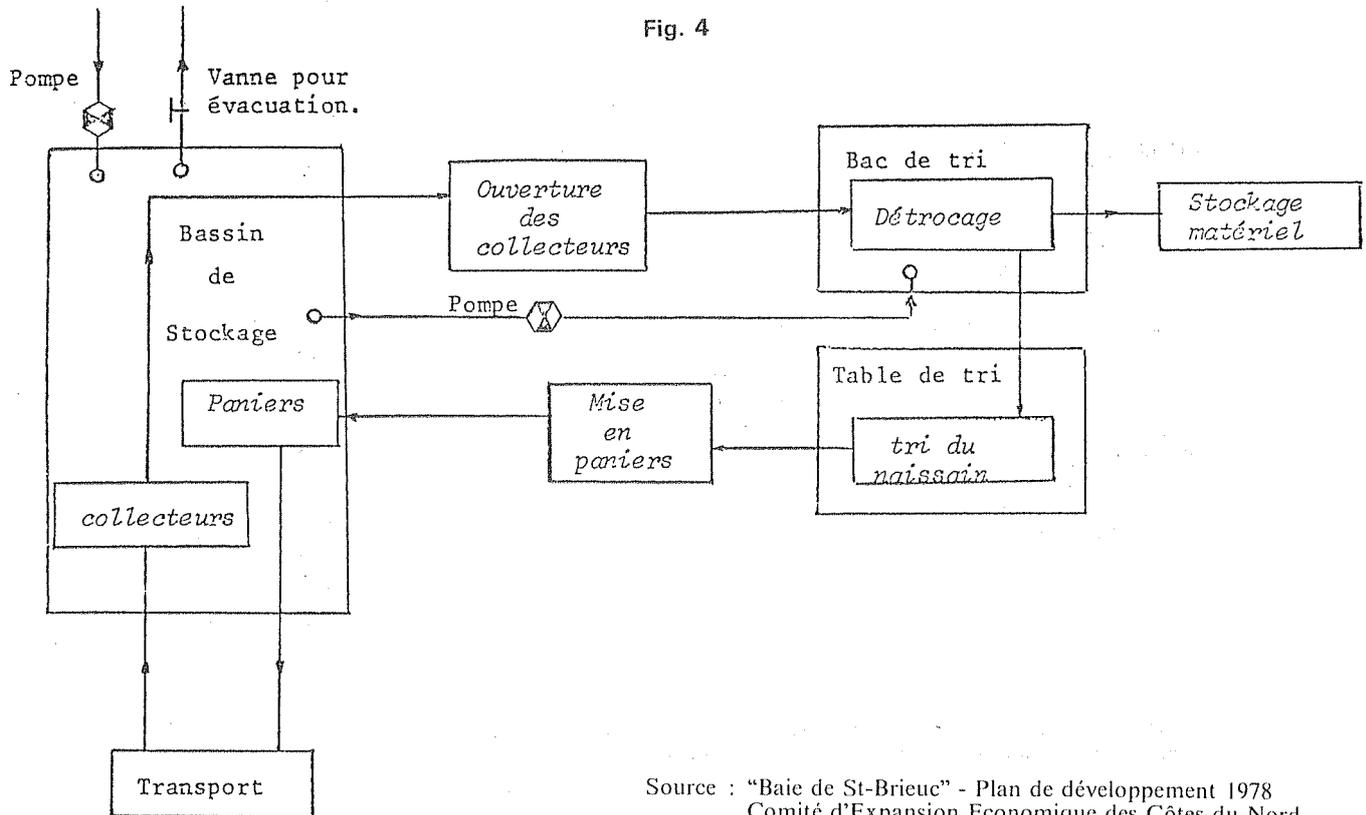
Source : "Baie de St-Brieuc" - Plan de développement : état d'avancement - 1978.  
Comité d'Expansion Economique des Côtes-du-Nord.

Fig. 3 — FILIERE TYPE "FILET"



Source : Baie de St-Brieuc : Plan de développement - Etat d'avancement 1978.  
Comité d'Expansion Economique des Côtes-du-Nord.

Fig. 4



Source : "Baie de St-Brieuc" - Plan de développement 1978  
Comité d'Expansion Economique des Côtes-du-Nord.

## L'AQUACULTURE DES PÉTONCLES ; ÉTAT PRÉSENT ET PERSPECTIVES

D. LATROUITE

I.S.T.P.M. - 12 rue des Résistants - 56470 LA TRINITÉ SUR MER  
en collaboration avec M.L. MUZELLEC\* et D. BUESTEL\*\*

\* Comité Local des Pêches Maritimes - BREST

\*\* Centre Océanologique de Bretagne - BREST

### ABSTRACT

*The aquaculture methods worked out in Japan with japanese scallop Patinopecten yessoensis may find an application for black scallop (Chlamys varia) and queen scallop (Chlamys opercularis) that live in our coastal waters. The studies carried out till now, mainly in Brest and Quiberon were especially devoted to spat collection. Material and methods similar to those used for scallop, Pecten maximus, were improved to handle several thousands of collectors. The methods of forecasting settlement periods were also improved.*

*The operation following spat collection i.e. initial growing and sowing of the spat, observation of its evolution are still at the experimental stage. Preliminary results allow an orientation of the activity towards extensive aquaculture of black scallop and culture of queen scallop.*

Deux espèces différentes appartenant au même genre sont couramment désignées sous le vocable de pétoncle :

- *Chlamys varia* : pétoncle, pétoncle noir, péton...
- *Chlamys opercularis* : pétoncle blanc, pétoncle du large, vanneau, vannet...

Leur valeur gustative n'a rien à envier à celle de la coquille St Jacques, mais leur taille plus modeste, leur moindre abondance et une relative fragilité au transport n'ont pas permis aux pétoncles de jouir auprès de la ménagère des mêmes faveurs que la coquille, en particulier sur les marchés de l'intérieur.

La transposition des techniques japonaises amène à leur accorder un intérêt justifié par l'importance socio-économique qu'elles revêtent localement et par les possibilités d'aquaculture qu'elles semblent présenter.

### Éléments de biologie

• *Pétoncle noir*. Son habitat de prédilection est constitué de fonds de maërl ou de sable vaseux parsemés de pierres ou de coquilles épaves auxquelles il s'attache à l'aide d'un byssus. Ce besoin de se fixer, permanent au cours de sa vie, n'empêche pas le pétoncle de changer de support. Les concentrations en bancs se réalisent essentiellement sur les fonds compris entre le zéro des cartes et 10-15 mètres.

Les études de croissance menées sur des gisements exploités dans les pertuis vendéens (LETACONNOUX et AUDOUIN, 1956) ou en rade de Brest (CONAN et SHAFEE, 1978), aboutissent à des résultats très comparables : 24mm à 1 an, 35mm à 2 ans, 41mm à 3 ans, 45mm à 4 ans, 47mm à 5 ans ; dans les 2 cas le Lx est de l'ordre de 52mm et la capture d'animaux de taille supérieure à 60mm est rare.

Sur le plan sexuel, l'espèce a un gonochorisme apparent et un comportement d'hermaphrodite succesif (LUBET, 1959). Sur nos côtes, la maturation des produits génitaux se réalise en avril-mai. Plusieurs pontes d'amplitude variable se succèdent de juin à fin août. Le repos sexuel intervient à partir de septembre et jusqu'en mars. Les larves ont une vie pélagique de 2 à 3 semaines, à l'issue de laquelle elles cherchent un support pour se métamorphoser.

• *Vanneau*. Cette espèce, plus exigeante que la précédente quant à la stabilité de la température et de la salinité, constitue des gisements beaucoup plus éloignés des côtes. On la pêche à la drague ou au chalut sur des fonds atteignant souvent 50 à 80 mètres. La littérature recèle peu d'informations sur sa croissance en gisement naturel. Les données récentes du captage et de l'élevage en structures suspendues indiquent que la taille marchande de 35mm est atteinte en quelques mois et qu'à 1 an correspondent 50mm, soit 21 grammes. Cette rapidité de croissance est tout à fait remarquable. Comme la coquille St Jacques à laquelle il ressemble, le vanneau est hermaphrodite simultané : sa gonade ou corail est composée d'une partie mâle blanchâtre et d'une partie femelle rouge. La période de reproduction se situe de mai à septembre. Il est surprenant de constater que des animaux nés en été présentent au bout de quelques semaines (taille inférieure à 1 cm) des gonades pleinement développées.

#### Données sur la pêche.

Les statistiques officielles de la Marine Marchande indiquent une production annuelle de l'ordre de 700 à 900 tonnes (fig. 1) ; il n'est pas fait de distinction entre les deux espèces. En 1976, les 875t mises à terre provenaient pour 65 % du quartier de Brest, 13 % du quartier de Cherbourg, 9 % de Morlaix ; les quartiers de St Nazaire, Caen, Lorient, Auray, Camaret et Les Sables d'Olonne apparaissent chacun pour moins de 5 %.

La rade de Brest est actuellement la principale zone productrice de pétoncles. Depuis l'effondrement du stock de coquilles St Jacques (1963) et l'épizootie de l'huître plate (1973), ils constituent la ressource essentielle de la rade. La conservation du stock, et son rehaussement si les techniques en cours d'expérimentation le permettent, y sont d'un grand intérêt.

Les gisements des pertuis vendéens et charentais, autour des îles de Ré et d'Oléron, ont été pendant de nombreuses années les plus productifs de France en pétoncles noirs (fig. 1), de 1956 à 1966, plus de 1100 tonnes en moyenne ont été débarquées annuellement dans le quartier de La Rochelle. L'effondrement des stocks a débuté en 1967 et en 1970, les mises à terre étaient de 5 tonnes. La reconstitution des gisements, si elle est possible, est d'une importance évidente.

L'exploitation du pétoncle blanc est actuellement peu importante et seuls quelques bateaux en font leur activité principale pendant quelques mois de l'année ; l'espèce semble sous exploitée, ce qui est probablement lié à un marché mal développé.

#### Le captage.

Les techniques créées au Japon pour *Patinopecten yessoensis* ont été transposées à notre coquille St Jacques à partir de 1973. Parallèlement à des essais menés à Brest, puis à St Brieuc et Belle Ile, des expériences visant au captage du pétoncle noir sont mises en place en baie de Quiberon. A partir de 1975 cette espèce est également prise en charge en rade de Brest.

*Technique* : Comme pour la coquille St Jacques, le principe repose sur la nécessité pour la larve de se fixer au moment de la métamorphose. Il consiste à lui offrir un support favorable contenu dans une poche grillagée qui retiendra le naissain. Les matériels : collecteurs, lignes, filières, ont fait l'objet de descriptions que l'on trouvera en se référant aux articles de la bibliographie.

*Suivi biologique et prévisions* : Pour des raisons évidentes, il y a tout intérêt à immerger les

collecteurs au moment où un maximum de larves est à la recherche d'un support pour se métamorphoser (fig. 2). Les prévisions peuvent être établies par deux voies différentes et complémentaires :

- le suivi du développement gonadique des géniteurs ; détermination des pontes.
- le suivi des larves dans le plancton ; détermination de la métamorphose. La première voie repose sur l'examen bi-hebdomadaire d'un échantillon d'animaux adultes. L'état de développement de la gonade est quantifié par un indice, RGS ou RGH<sup>1</sup>, calculé en divisant le poids de la gonade par le cube de la taille. Cet indice croît lors des phases de développement et de rematuration et chute brusquement après les pontes. (fig. 3 et 4). Cette méthode est simple et rapide mais elle présente l'inconvénient d'indiquer les pontes sans présager des fixations qui n'interviennent que 2 à 3 semaines plus tard. Divers facteurs, dont la température est sans doute l'essentiel, peuvent intervenir pendant la phase pélagique de la larve et compromettre totalement le résultat d'une ponte.

La seconde voie se propose de suivre le devenir des larves dans le plancton. Cette méthode, utilisée depuis longtemps en ostréiculture, rencontre des difficultés d'application pour le pétoncle et les observations faites à Brest en 1978 montrent qu'elle est actuellement plus du domaine de la recherche que de l'application.

*Résultats* : Les rendements par collecteur sont susceptibles de variations spatio-temporelles importantes. Le niveau du stock de géniteurs et les conditions hydrodynamiques sont responsables des variations spatiales. Les fluctuations annuelles en un même lieu sont liées :

- aux conditions hydrologiques qui garantissent le synchronisme des phases reproductives, et notamment aux écarts thermiques responsables de la survie larvaire.
- à l'abondance des compétiteurs et prédateurs dans le milieu et dans les collecteurs.

**Pétoncle noir** : En baie de Quiberon, le nombre de naissains de taille supérieure à 5mm par collecteur a été de l'ordre de 1000 en 1975, de 3000 en 1976, de 150 en 1977 et de 100 en 1978. Les très mauvais rendements de ces deux dernières années sont dus aux problèmes de prédation (jusqu'à 60 étoiles de mer par collecteur en 1977) et aux conditions hydrologiques très défavorables, en 1978 surtout.

En rade de Brest des fixations importantes non quantifiées ont été observées en 1976. En 1977, une moyenne de 7000 à 8000 naissains récupérables a été obtenue par collecteur. En 1978, pour les mêmes raisons qu'en baie de Quiberon, le rendement est tombé à moins de 500 pétoncles noirs par collecteur.

A St Brieuc, des quantités importantes de *Chlamys varia* ont été observées, mais elles correspondent à des fixations tardives donnant des animaux de 1 à 2mm à l'entrée de l'hiver.

**Pétoncle blanc ou vanneau** : Cette espèce n'a pas fait jusqu'à présent l'objet d'un captage spécifique, mais les rendements observés dans les collecteurs destinés à la coquille St Jacques ou au pétoncle sont fréquemment de l'ordre de plusieurs centaines.

### **Le prélevage**

Cette étape fait suite au dépouillement des collecteurs. Elle a pour but d'amener le naissain à une taille qui garantisse un taux de survie satisfaisant lors du semis sur le sol. Son utilité est présumée, mais sa nécessité n'apparaîtra nettement que lorsque des expériences comparatives auront permis d'évaluer le pourcentage de survie sur des lots d'animaux semés à des tailles différentes.

Quoi qu'il en soit, la technique utilisée actuellement consiste à mettre le naissain après le tri, dans des lanternes japonaises ou dans des paniers (pearl-nets) suspendus sous filière ou sous radeau. Les contraintes qu'impose cette opération sont importantes : nécessité de disposer de matériels et d'installations conséquents, surveillance, entretien et nettoyage, particulièrement astreignants à partir du mois d'avril quand commencent à se poser les problèmes de salissures. Le coût final du naissain se trouve naturellement augmenté par l'ensemble des manipulations.

Dans l'hypothèse où la réussite d'un semis suppose le recours à des animaux de taille supérieure à 15, 20 ou 25 mm, une solution consiste à ne dépouiller les collecteurs que lorsque le naissain

atteint la taille requise ; le dépouillement interviendrait alors non plus en hiver, mais au printemps voire en été. Cette organisation dans le temps n'est pas sans rappeler l'ostréiculture : mise des collecteurs à l'eau en juin-juillet, détroquage à partir de janvier jusqu'en avril-mai, semis du naissain au printemps et remise en état des collecteurs en mai-juin. Cette stratégie présente l'avantage de limiter les manipulations du matériel et des animaux, mais elle suppose d'une part que le site et la technique de captage soient étudiés en tenant compte des tempêtes hivernales et d'autre part que des problèmes de prédation ne se posent pas dans les collecteurs.

### **Aquaculture extensive et repeuplement, premiers essais**

L'apport sur un site de quantités massives de naissains issus du captage, peut être justifié par deux démarches éventuellement complémentaires.

— *Sur un gisement normalement exploité*, on veut augmenter la productivité en réalisant une aquaculture extensive conçue à la manière de l'actuelle ostréiculture en eau profonde. Les opérations de captage et de semis sont réalisées dans la même aire géographique. C'est l'objectif réalisable en rade de Brest où la production annuelle est de l'ordre de 600 tonnes et où le captage donne de bons rendements par collecteur.

— *Sur un secteur a priori favorable où l'espèce est absente*. C'est le cas des pertuis vendéens et charentais où le pétoncle, très abondant il y a quelques années (1510 tonnes en 1965), a disparu pour des raisons parmi lesquelles figurent la surexploitation et l'invasion par les étoiles de mer. Dans ce cas, le captage doit être fait dans une région productrice de naissain, puis transféré.

Les efforts des années passées ont porté essentiellement sur la mise au point de la phase "captage" et les opérations d'aquaculture n'ont pas franchi le stade d'ébauche ou d'expérience préliminaire :

— en décembre 1977, 4 millions de naissains de pétoncle noir de taille comprise entre 4 et 8 mm sont dispersés sur une concession de 7 hectares (densité voisine de 60/m<sup>2</sup>) dans le secteur de Pen al Lann en rade de Brest.

— en décembre 1977, 250 000 naissains de pétoncle noir de 8 à 15 mm fixés sur des coquilles de moules sont immergés autour d'une bouée dans le pertuis breton.

Dans l'un et l'autre cas, les observations faites au bout de plusieurs mois n'ont pas permis de retrouver les animaux.

— en février 1979, 8000 pétoncles blancs de 3 cm sont semés en rade de Brest. Une plongée faite en mai a permis de constater leur présence sans toutefois apporter de données quantitatives sur la survie ; une "dérive" de l'ensemble par rapport au lieu d'immersion a été constatée. Les paramètres à tester, susceptibles d'intervenir dans la réussite des semis, sont nombreux : taille du naissain, opportunité de "le fixer" sur support avant semis, nécessité d'immerger des supports, préparation du sol de la concession... Ils seront réalisés au fur et à mesure des disponibilités en naissains issus du captage. Une série d'essais comparatifs portant sur 350 000 pétoncles noirs de 2 cm sera entreprise à Brest en juillet 1979.

### **Élevage**

Les exigences écologiques du pétoncle, et particulièrement du pétoncle blanc, supposent que l'élevage soit réalisé en terrain non découvrant. Il peut l'être directement sur le fond en utilisant des poches ostréicoles lestées réunies en chapelet, ou en pleine eau dans des lanternes japonaises, ou des paniers, suspendus sous filière ou sous radeau ; c'est alors un prolongement de pré-élevage avec les contraintes que cela suppose, en particulier si la croissance est lente.

Divers essais, plus ou moins durables, ont été menés sur de petits échantillons (fig. 5).

En baie de Quiberon, des pétoncles noirs, mis en élevage dans une caisse grillagée suspendue à 2 mètres du fond, passent entre novembre 1974 et novembre 1975 de 5 mm à 41 mm de moyenne avec un taux de survie de 85 % ; en novembre 1976, ils mesurent 53 mm et la survie est de 35 % ; la forte mortalité intervenue la seconde année est liée en fait à de mauvaises conditions de stockage lors de manipulations.

Des pétoncles blancs, mis en élevage en même temps et dans les mêmes conditions à une taille

initiale de 12 mm (0,35g), atteignent 54 mm (25g) un an plus tard et 62 mm (41g) en juin de l'année suivante après 20 mois d'élevage. Les taux de survie correspondant à ces durées ont été de 85 % et 40 %. La biomasse d'un lot initial de 1000 vanneaux est donc passée de 350g à 21,25kg en 1 an puis à 16,4 kg en vingt mois.

Des observations réalisées sur des périodes plus courtes pour des vanneaux maintenus dans des collecteurs ou dans des structures de pré-élevage à Quiberon, Belle Ile, en rade de Brest ou en baie de St Brieuc, confirment la rapidité de croissance du pétoncle blanc et, en 1979, des animaux conservés en paniers sur des filières flottantes ont été vendus au bout de quelques mois.

### Conclusion

Les techniques d'aquaculture développées au Japon pour *Patinopecten yessoensis* peuvent trouver une application pour les deux espèces de pétoncles de nos côtes. Les études menées en particulier à Brest et à Quiberon ont porté essentiellement sur le captage. Les matériels et les techniques, analogues à ceux utilisés pour la coquille St Jacques, se sont rapidement perfectionnés, ils rendent possible la manipulation de plusieurs milliers de collecteurs. La prévision des périodes de pose s'est affinée, sans pour autant mettre à l'abri d'importantes fluctuations annuelles dans l'intensité des fixations.

Les opérations postérieures au captage-pré-élevage, technique du semi et suivi de son devenir sont encore au stade expérimental. Les observations préliminaires permettent d'orienter les efforts vers des essais de repeuplement et d'aquaculture extensive pour le pétoncle noir, et vers l'élevage pour le pétoncle blanc.

- D. BUESTEL, M.L. MUZELLE, A. BERGERE. Captage de naissain de pétoncles noirs *Chlamys varia* en rade de Brest. Pectinid Workshop Brest 1978.
- H. BRIENNE Le vanneau (*Chlamys opercularis* L.) en Manche Orientale. *Science et Pêche* vol. 1 n° 15 1954.
- G. CONAN et M.S. SHAFEE Growth and biannual recruitment of the black scallop *Chlamys varia* (L) in Larvea area, Bay of Brest. *J. exp. mar. Biol. Ecol.*, 1978, vol. 35, pp 59-71.
- D. LATROUITE et J. LOREC. Résultats des expériences de captage de pectinidés en Bretagne sud. Scallop workshop Baltimore Ireland, 1976.
- D. LATROUITE et S. CLAUDE, W. DESPREZ. Captage de *Chlamys varia* en baie de Quiberon (Bretagne sud). Résultats de 1976 à 1977. Pectinid Workshop Brest, 1978.
- R. LETACONNOUX et J. AUDOUIN. Contribution à l'étude du pétoncle (*Chlamys varia*). *Rev. Trav. Inst. Pêches Marit.* 20 (2) 1956.
- P. LUBET. Recherches sur le cycle sexuel et l'émission des gamètes chez les mytilidés et les pectinidés. *Rev. Trav. Inst. Pêches Marit.* 23 (4) 1959.
- A. LUCAS. Recherche sur la sexualité des mollusques bivalves Thèse d'état, Université de Rennes 1965.
- G.D. PICKETT and A. FRANKLIN. The growth of queen scallops (*Chlamys opercularis*) in cages off Plymouth, South-West England *ICES. CM 1975/K : 25*

Statistique des pêches maritimes

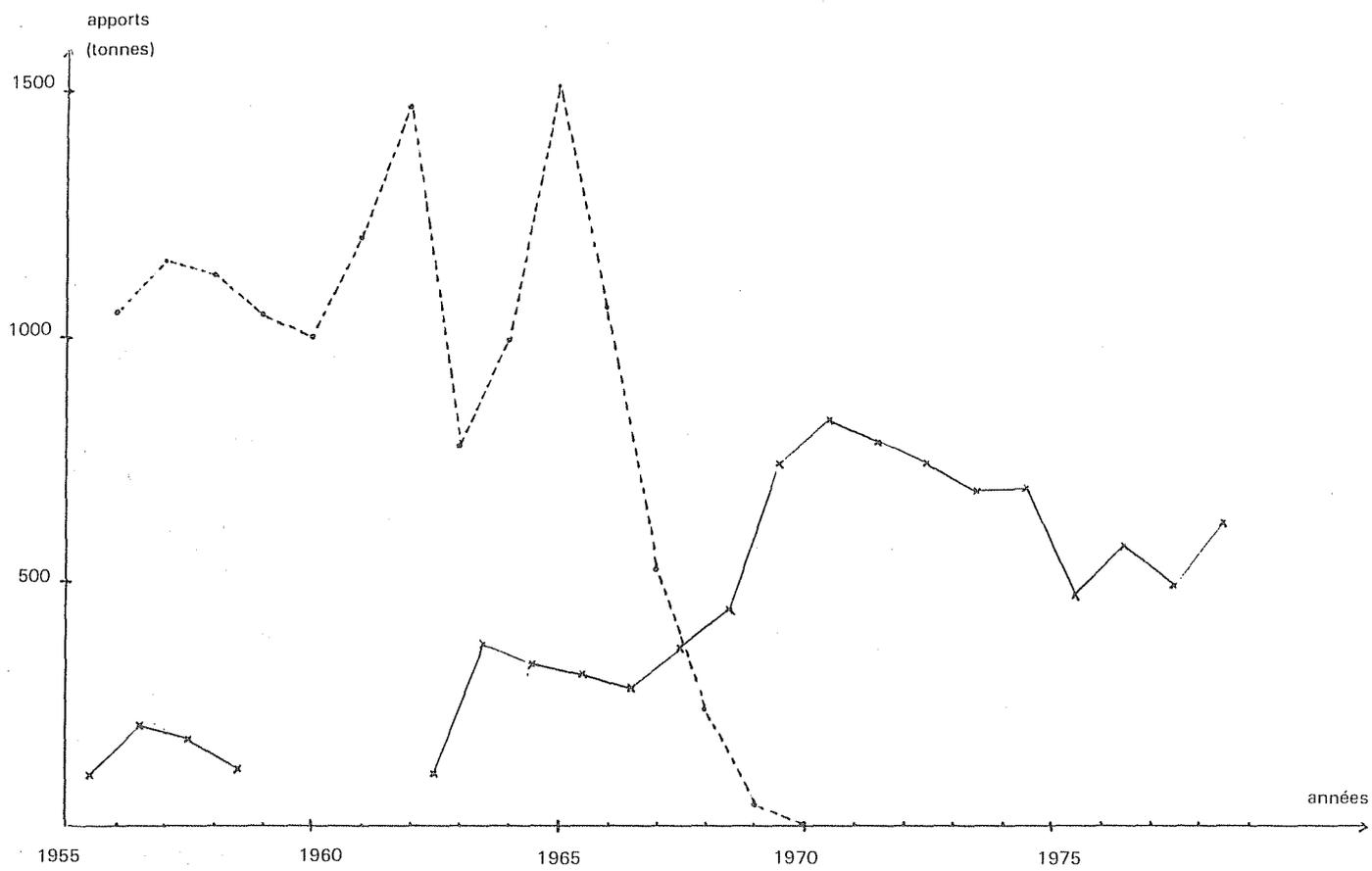


Fig. 1 : Evolution des apports de pétoncles :  
 par année dans le quartier de La Rochelle (—)  
 par campagne de pêche dans le quartier de Brest (-----)

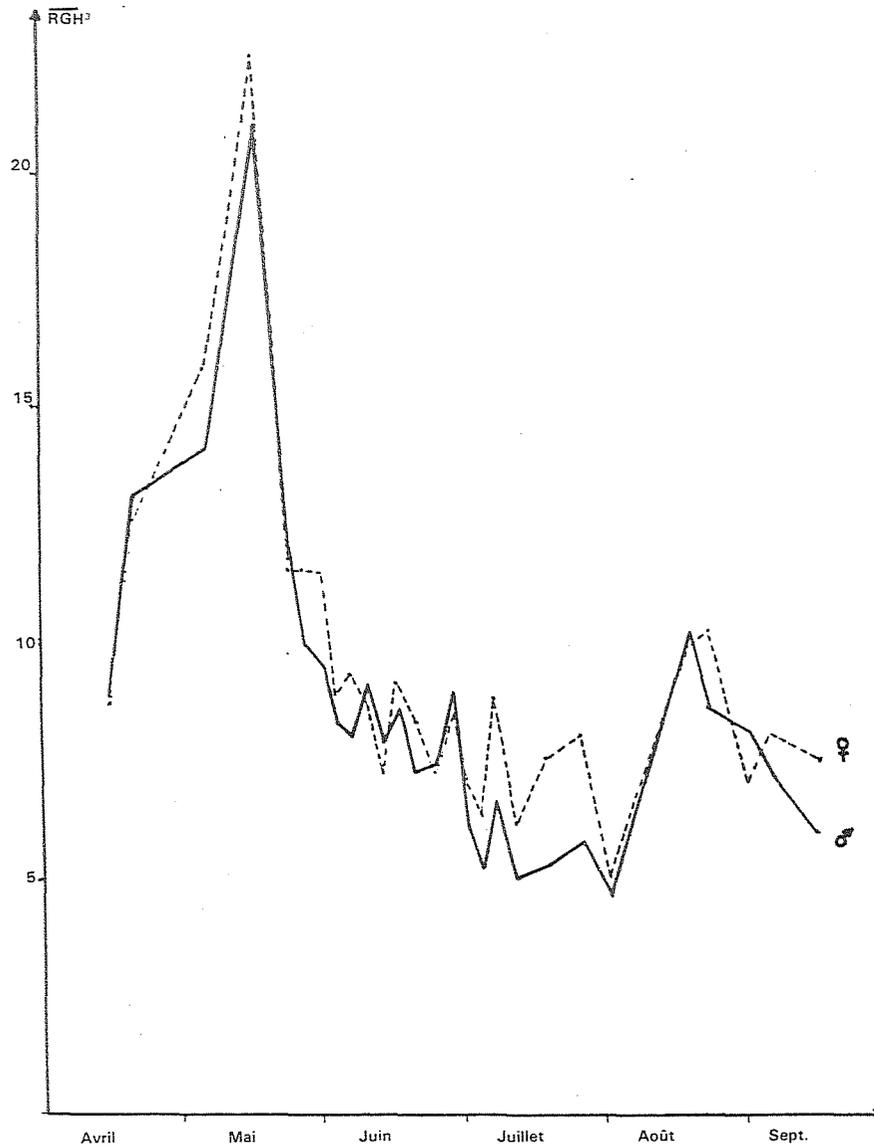


Fig. 2 : Évolution de l'index gonadique du pétoncle noir en baie de Quiberon en 1977.

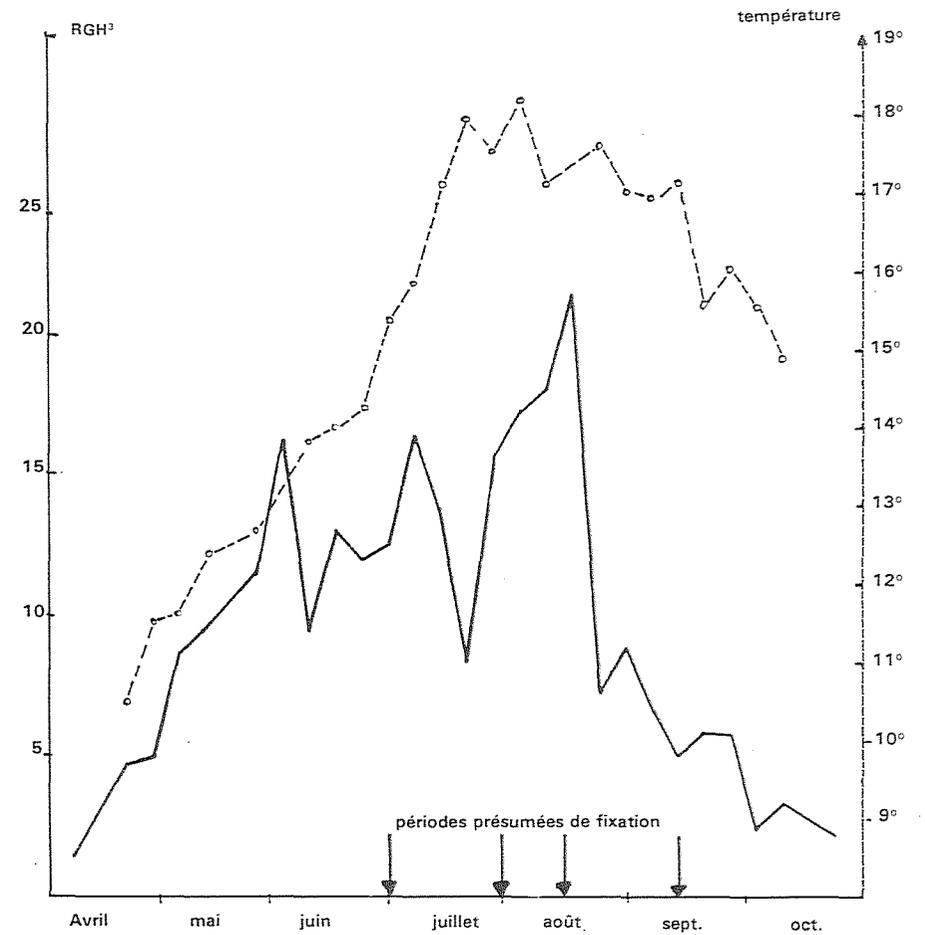


Fig. 3 : Évolution de températures (—) et de l'index gonadique (—) du pétoncle noir en rade de Brest en 1977.

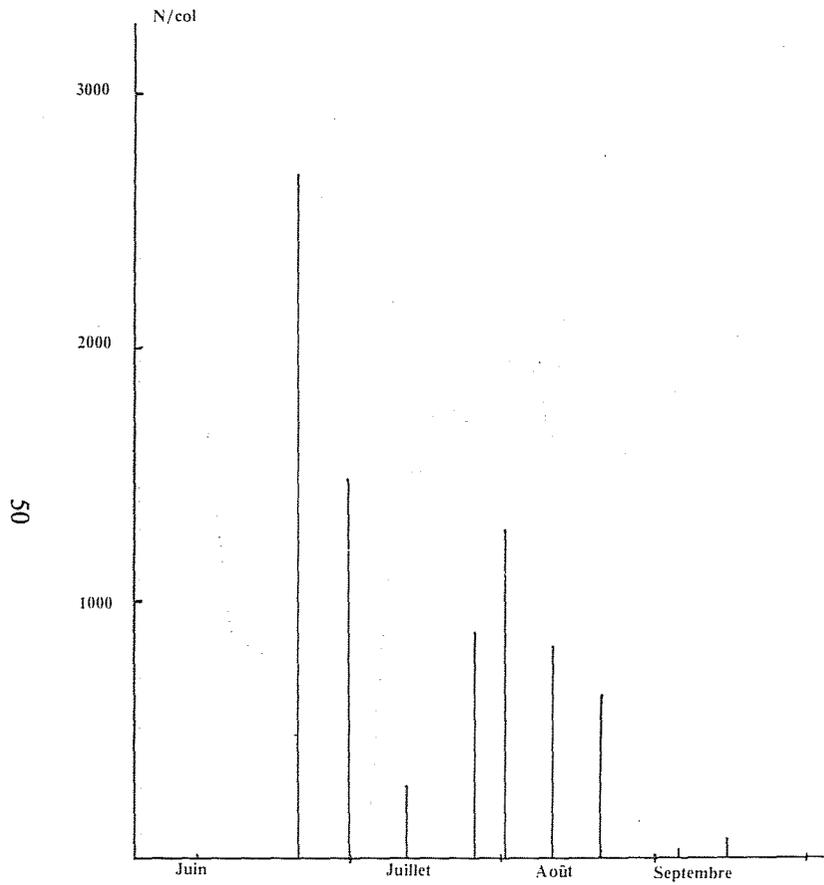


Fig. 4 : Nombre moyen de pétoncles noirs de taille supérieure à 5<sup>mm</sup> par collecteur, en fonction de la date d'immersion des filières (Quiberon 1976).

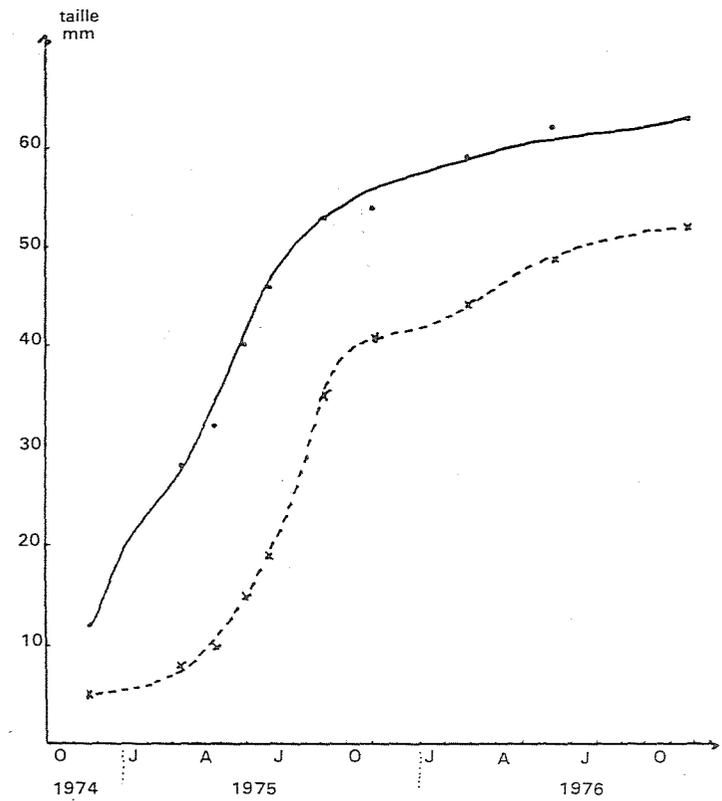


Fig. 5 : Croissance en caisse suspendue en baie de Quiberon du pétoncle noir (—) et du pétoncle blanc (---).

## TECHNIQUES DE REPRODUCTION CONTROLÉE DES MOLLUSQUES BIVALVES POUR LES ÉLEVAGES EXTENSIFS OU LE REPEUPLEMENT : ROLE DES ÉCLOSERIES-NURSERIES

Y. LE BORGNE

*Société Atlantique de Mariculture (SATMAR) - Gateville Le Phare - 50760 BARFLEUR*

### ABSTRACT

*The early life stages of the growth of bivalve molluscs being now controlled, at least for oysters and clams, it is possible to obtain seeds in large amounts and at given times. Reproduction may be obtained at any period of the year and the survival rates range from 5 to 50 %, these values being considerable compared to those of natural reproduction in the sea.*

*However the cost of the spat increases very sharply with size because of energy input (heating, pumping and phytoplankton production).*

*Therefore the feasibility of restocking or extensive rearing is linked to the development of cheap and reliable techniques, making possible the use of rather small hatchery spat (a few mm of size) for ongrowing or direct sowing on the bottom.*

L'aquaculture extensive ou le repeuplement remplacent la pêche pure et simple dont ils dérivent quand on souhaite introduire de nouveaux élevages dans des zones insuffisamment exploitées ou lorsque l'exploitation directe du milieu marin n'est plus possible. Ceci peut se produire pour de nombreuses raisons : développement massif de prédateurs, maladies, épuisement du stock par un effort de pêche trop important, renouvellement du stock compromis par plusieurs années de reproduction insuffisante à la suite de conditions météorologiques ou écologiques défavorables.

### APPLICATIONS ACTUELLES EN FRANCE

Les parcs d'huîtres plates (*Ostrea edulis*) en eau profonde, en baie de Quiberon, en rade de Brest et en Bretagne Nord, sont un exemple du passage d'une exploitation par dragage des bancs naturels à une forme d'élevage extensif avec semis de naissain. L'application des mêmes méthodes à l'huître creuse (*Crassostrea gigas*) n'a pas donné les résultats escomptés surtout à cause de la forme de sa coquille qui roule et s'envase plus facilement que celle de l'huître plate. Cependant des besoins existent également pour d'autres espèces : la palourde (*Venerupis decussata*) ne se rencontre plus en quantités importantes sur nos côtes, la coquille St. Jacques (*Pecten maximus*) est sérieusement menacée et la praire (*Venus verrucosa*) risque de le devenir.

## LES BESOINS EN NAISSAIN

Le point de départ de toutes ces actions est la recherche d'un approvisionnement suffisant en jeunes individus.

Pour l'huître plate, le captage en milieu naturel sur des collecteurs a apporté une solution satisfaisante dans la plupart des cas. Mais il est difficile à pratiquer dans certaines régions et ne permet donc pas d'obtenir des variétés locales comme l'huître "pied-de-cheval" dont les anciens bancs naturels pourraient être reconstitués si l'on disposait d'un nombre suffisant de naissains.

Pour les palourdes et les praires le captage semble exclu même si, après la métamorphose, elles restent longtemps fixées par un byssus. Les espèces numériquement les plus abondantes ont peu de valeur marchande et c'est leur naissain qui viendrait inutilement encombrer les collecteurs, par exemple la "fausse palourde" (*Venerupis pullastra*).

Pour la coquille St. Jacques le captage est théoriquement possible mais plusieurs années d'expérimentation n'ont pas encore apporté la preuve que le procédé était exploitable sur les côtes françaises.

## ROLE ÉVENTUEL DE L'ÉCLOSERIE

Exception faite de cette dernière espèce, pour laquelle les études sont encore embryonnaires, les écloséries industrielles sont capables de manipuler des centaines de millions de larves et de produire des dizaines de millions de naissains. Cependant, lorsqu'on envisage du repeuplement ou de l'élevage extensif on souhaiterait disposer d'animaux suffisamment robustes pour survivre dans des conditions plus rustiques que celles de l'élevage classique, et en nombre suffisamment important pour pouvoir utiliser de vastes surfaces. C'est là que se situe le cœur du problème, car le maintien du naissain en milieu très contrôlé est de plus en plus contraignant et coûteux au fur et à mesure que sa taille augmente. Par exemple, après la métamorphose, la quantité de nourriture consommée par le naissain double chaque semaine.

## LES CONTRAINTES DANS L'UTILISATION DU NAISSAIN

Deux directions s'offrent pour contourner cette difficulté :

1) Réduire le contrôle de certains paramètres tout en assurant les conditions optimales de survie ; c'est le rôle joué par les nurseries.

2) Essayer de transférer les animaux le plus tôt possible dans le milieu naturel en déterminant dans quelle mesure la taille des animaux influe sur leur survie.

Les obstacles au transfert du tout jeune naissain dans le milieu naturel, en eau libre ou en nurserie, peuvent se résumer en trois catégories :

a) *Les obstacles physiologiques* ont été longtemps considérés comme insurmontables. WALNE déclare ainsi que "le naissain d'*Ostrea edulis* de 5 à 10 mm. ne peut être placé en extérieur en février ou mars sans subir une mortalité considérable". Or il s'est avéré que, dès après la métamorphose c'est-à-dire à une taille d'environ 400  $\mu\text{m}$ , le naissain d'huîtres ou de palourdes pouvait être transféré dans une eau non chauffée et non filtrée. En hiver, des écarts de température de 15 à 20° C ont été subis sans dommage par des animaux passant de l'éclosérie à la nurserie.

b) *Les obstacles de nature physique ou mécanique* sont beaucoup plus importants : il s'agit surtout de l'envasement ou des salissures qui étouffent les jeunes individus. Si le naissain est de très petite taille, sa manipulation et sa rétention demandent qu'on utilise des matériaux à maille très fine (tamis, filets) qui se colmatent très vite. Pour les huîtres, le problème est partiellement résolu en les fixant sur un support de grande taille lors de la métamorphose : coquille ou fragment de coquille de bivalves, morceaux de plastique, etc... Dès lors, seule la taille du support est à prendre en considération pendant les manipulations, mais les risques de trouver les naissains soudés par 2, 3 ou davantage sont importants et il faut envisager un détroquage.

— Pour les pectinidés on peut fournir des surfaces auxquelles ils s'attachent temporairement par le byssus : filets verticaux, fibres dans un sac, pour éviter l'entassement et permettre un élevage en surélévation du sol.

— Pour les palourdes l'envasement est moins problématique mais le suivi d'animaux très petits est difficile.

c) *La protection contre les prédateurs* joue également un rôle fondamental dans la survie et la réussite des semis de naissain. Il faut donc les éliminer préventivement ou les empêcher d'avoir accès aux naissains. Dans la majorité des cas la prédation est exercée par des crabes, qui peuvent être arrêtés par des filets, des barrages ou éliminés par des casiers. Les huîtres fixées sur un support sont également moins vulnérables que celles qui sont libres, car elles ne peuvent être attaquées que d'un seul côté.

Une solution efficace concernant les trois points examinés réside dans l'utilisation des nurseries pour assurer la transition entre l'écloserie et le milieu naturel peu protégé. Le terme de **nurserie** peut s'appliquer à partir du simple démarrage en poche ostréicole, de maille de 2 mm. en zone protégée, jusqu'aux bassins spécialement aménagés avec circulation forcée de l'eau par pompage, en passant par les casiers flottants pour lesquels la circulation de l'eau est assurée par les courants de marée ou l'agitation des vagues.

Il existe actuellement des tissus en fil de polyester très solides avec des vides de mailles allant de quelques centièmes de millimètres à plusieurs millimètres. Le choix de cette maille ayant été fait en fonction de la taille du naissain à élever, il convient de maintenir la circulation de l'eau à travers le système, en brossant au besoin la maille, même quotidiennement si c'est nécessaire.

Une nurserie basée à terre, avec une infrastructure importante et donc plus onéreuse, présente l'avantage de permettre à une seule personne d'assurer l'entretien d'une installation contenant 10 à 20 millions de naissains en grossissement. Les tailles minimales de passage en nurserie retenues pour les principales espèces produites en écloserie sont de l'ordre du millimètre sur des mailles de 0,7 mm. En effet des tailles inférieures feraient appel à des mailles de 500 $\mu$ m et moins, pour lesquelles le passage continu d'une eau non filtrée à un fort débit est problématique. La survie dans de telles installations varie entre 80 et 100 %, pour des individus de 1 mm, même en plein hiver quand les températures sont voisines de 0°C. Il va de soi que dans ces conditions la nurserie ne sert pas à la croissance mais au stockage des produits de l'écloserie. Celle-ci recommence dès que les températures atteignent 7 à 8°C, si la richesse nutritive de l'eau le permet.

## ASPECTS ÉCONOMIQUES

Les principaux facteurs intervenant dans le bilan économique d'un élevage ou d'un repeuplement sont le **prix d'achat du naissain** et **sa survie**. Ces deux facteurs jouent en sens contraire, puisque les chances de survie, mais également le coût, augmentent avec la taille des animaux. D'autre part, les données concernant la survie en mer du très petit naissain sont encore très fragmentaires. Les possibilités de production d'une écloserie donnée varient aussi avec la taille à laquelle le naissain quitte l'écloserie.

Dans la pratique, tous les cas peuvent se présenter : Une écloserie de la côte sud de Long Island aux U.S.A., travaillant sur le clam *Mercenaria mercenaria* (la Blue Point Oyster Company) a pu semer pendant l'été 1978 sur ses parcs en eau profonde plusieurs milliards de postlarves. Le rôle de l'écloserie se limite ici au déclenchement de la ponte et au suivi de l'élevage larvaire jusqu'à la métamorphose, c'est-à-dire une dizaine de jours pour chaque lot. La rotation des élevages de l'écloserie peut alors être très rapide et la production larvaire est poussée à son maximum, car la production de nourriture phytoplanctonique ne devient plus un facteur limitant. Les clams font ensuite l'objet d'une exploitation très mécanisée par des dragues remontant les coquillages à la surface à l'aide d'un tapis roulant. L'élevage sur les parcs devant durer 3 ou 4 ans, il est trop tôt pour se prononcer sur son efficacité, mais l'opération serait rentable si la survie atteignait seulement 1 % pour les postlarves semées.

Les écloséries de la côte nord de Long Island qui élèvent l'huître *Crassostrea virginica*, sont également obligées de réensemencer leurs parcs car la reproduction naturelle ne s'y fait plus depuis

quelques années, et elles font appel à un stade intermédiaire de nurserie. La compagnie Flowers fixe les larves sur des particules de clams broyées et calibrées à 3-4 mm. Aussitôt que la métamorphose a eu lieu, les particules de coquilles garnies de naissain sont mises dans une nurserie flottante, et les semis ont lieu quelques mois plus tard quand le naissain atteint 1 cm. Un minimum de 60 millions de naissains sont ainsi placés chaque année sur les concessions en eau profonde. Les écloséries de la région ont ainsi non seulement permis de continuer les activités ostréicoles compromises par l'insuffisance de reproduction naturelle, mais elles ont si bien réussi que ce qui leur fait défaut actuellement ce sont de nouvelles surfaces disponibles pour l'ensemencement.

Si l'on veut concrètement calculer le prix de revient du naissain sortant de l'éclosérie, une méthode approximative est de rapporter les frais de fonctionnement à la production annuelle. Dans le cas de la Société Atlantique de Mariculture, qui emploie dix personnes dont trois biologistes, ces frais atteignent F 1.200.000. (dont 15 % d'énergie). En supposant la production pratiquement ininterrompue pendant neuf mois et avec des cours actuels du naissain pour les huîtres ou les palourdes) de 3 à 7 centimes pour des tailles de 2 et 8 mm respectivement, on constate que l'équilibre financier est assuré à partir d'une production mensuelle de 5 millions d'unités. Cependant, si le naissain était utilisé à la taille de 1 mm, la production mensuelle pourrait être multipliée par 2 ou 3, ce qui diminuerait d'autant le prix de revient du naissain et le mettrait à un niveau inférieur à 1,5 centime par unité.

## CONCLUSION

Les écloséries de mollusques bivalves, associées à des nurseries ou à des techniques d'élevage et de protection du jeune naissain, ont donc un rôle très important à jouer dans l'élevage extensif ou le repeuplement. Indispensables pour la propagation de certaines espèces comme les vénérédés : palourdes, praires, elles sont très utiles pour la stabilité du recrutement des autres : huîtres, coquilles St. Jacques. Pour les palourdes et les huîtres des efforts importants ont été faits depuis de nombreuses années et les applications sont déjà en cours. Pour la coquille St. Jacques qui demande des techniques de production légèrement différentes, il faudra compléter les premiers essais par une expérimentation approfondie, tous les stades d'élevage ayant déjà pu être réalisés à petite échelle.

## ÉTAT DES CONNAISSANCES SUR L'ORMEAU (*Haliotis tuberculata*)

J.C. COCHARD, J.P. FLASSCH

CNEXO - Centre Océanologique de Bretagne - B.P. 337 - 29273 BREST CEDEX

### ABSTRACT

*Due to the lack of regulation allowing commercial exploitation of abalone (*Haliotis tuberculata*), French research was directed towards a half extensive aquaculture starting from hatchery juveniles and using the natural production of macrophyte algae of rocky intertidal areas.*

*Spat is produced in the Argenton hatchery (Western Brittany) with an original high density technique (4 000 juveniles of 8 months/m<sup>2</sup>). About 55 000 juveniles are produced each year and immersed in habitats of 3 types.*

*Extensive growing in quarry-stone heaps was tested first. Growth was good (17 mm per year) but recapture rate was low (3 per cent) and control is difficult. Research were then carried out on artificial habitats in which juveniles should be better protected and easier to observe. Prototypes of habitats made with a pile of concrete slotted plates were tested in two locations. 10 months later, survival rate ranged from 50 to 100 per cent and growth from 1.3 to 1.9 mm per month. A second type of habitat made with concrete pipes closed at each extremity with plastic netting are now tested.*

*The aim is to obtain a survival rate of 80 per cent after 2 or 3 years, when abalones reach the commercial size.*

Les ormeaux du genre *Haliotis* se rencontrent le long des côtes rocheuses tempérées et tropicales de tous les continents. Leur pêche constitue une activité importante dans des pays tels que le Japon, les U.S.A., le Mexique, l'Australie, la Nouvelle Zélande et l'Afrique du Sud. Le caractère aléatoire du recrutement et les mœurs sédentaires des ormeaux en font des espèces sensibles à la surexploitation. C'est pourquoi certains pays ont conçu des programmes de repeuplement, le plus avancé en ce domaine étant le Japon.

En France la réglementation actuelle permet la capture de l'ormeau *Haliotis tuberculata* uniquement à pied. L'espèce a une répartition bathymétrique de +1 à -15 m et seule une faible partie de la population est accessible. Aucune exploitation commerciale n'est possible dans ces conditions malgré un important marché potentiel. L'aquaculture de l'ormeau doit donc pouvoir s'orienter, soit vers l'élevage, soit vers le repeuplement dans le cas d'une pêche professionnelle contrôlée. L'obtention d'individus de taille commercialisable demande environ quatre ans. Seuls les premiers stades de la production peuvent être menés en éclosion, le grossissement ultérieur doit se faire dans le milieu naturel avec une intervention humaine la plus réduite possible.

## 1. — LA PRODUCTION DU NAISSAIN.

Les premiers essais de reproduction artificielle en laboratoire, commencés en juillet 1973, ont permis la création, dès 1976, d'une **unité de production expérimentale de naissain** à Argenton (Finistère Nord), destinée essentiellement à produire des juvéniles d'un an pour les essais sur le terrain.

### 1.1. — Les techniques utilisées.

— *La première est dérivée des méthodes japonaises* (FLASSCH *et al.*, 1974 ; FLASSCH et WOTTELLIER, 1977). Les larves véligères se fixent sur des collecteurs verticaux en PVC transparent colonisés par l'algue unicellulaire *Platymonas suecica*. Cette algue progressivement remplacée par une population naturelle de diatomées benthiques sert de nourriture de base aux postlarves. Lorsque les animaux ont atteint 4 à 5 mm, ils sont enlevés des collecteurs et sont élevés sur le fond des bacs, le phytoplancton est remplacé par l'algue macrophyte *Rhodymenia palmata* hachée.

Le rendement par bac de 1m<sup>2</sup> est en moyenne de 2 900 ormeaux de 6 mois (surface des collecteurs : 10,6m<sup>2</sup>), mais les résultats sont très variables (0 à 11 000) du fait de l'instabilité de la culture d'algues phytoplanctoniques.

— *La seconde technique a été mise au point en 1977 et 1978*. Les véligères se fixent directement sur les parois des bacs d'élevage colonisées par *P. suecica*. Entre le 15<sup>ème</sup> et le 100<sup>ème</sup> jour d'âge, les postlarves sont nourries d'un aliment composé "complémenté" par la population algale qui se développe dans le bac. Pour la suite de l'élevage, *Rhodymenia palmata* constitue le seul apport alimentaire ; cette espèce a permis d'obtenir les meilleurs résultats en laboratoire.

Ce type d'élevage est plus facilement contrôlable, la production moyenne est supérieure (4 000 ormeaux par bac de 1m<sup>2</sup>) et a une variabilité plus faible (1 500 à 7 000 individus/m<sup>2</sup>).

Les ormeaux atteignent 9 mm à 6 mois, ils sont gardés en élevage jusqu'à 1 an, la taille moyenne est alors de 20 mm environ.

### 1.2. — La production.

La production de jeunes ormeaux pendant les trois années d'activité de l'écloserie s'établit comme suit.

Année	Nombre d'individus	Cycles de production
1976	59 900	2
1977	57 000	2
1978	37 000	1

L'augmentation de la productivité permet d'envisager l'obtention de 100 000 ormeaux d'un an dans les mêmes installations.

## 2. — LE GROSSISSEMENT DANS LE MILIEU NATUREL.

L'idée de départ était d'utiliser des espaces entièrement libres, riches en *Rhodymenia palmata*. Le choix de la zone intertidale présente en outre l'avantage de faciliter l'intervention humaine et de permettre une croissance plus rapide du naissain (FORSTER, 1967). Les essais sont effectués en collaboration avec trois coopératives :

- la Coopérative aquacole du Meneham à Kerlouan, depuis 1975,
- la Coopérative du Trégor à St-Jean-du-Doigt, depuis 1977,
- la Coopérative Ourmel à Landrellec, depuis 1979.

### 2.1. — L'élevage en buttes de moellons.

#### 2.1.1. — Les buttes :

Etant donné les inconnues biologiques et technologiques de ce type d'élevage, il est apparu raisonnable dans un premier temps de se rapprocher le plus possible des conditions naturelles.

A cet effet, le naissain a été placé dans des talus de moellons de carrière disposés quelques mois plus tôt perpendiculairement à l'action de la houle dominante afin d'éviter un ensablement important.

### 2.1.2. — Résultats :

En juin, juillet et septembre 1976, un total de 16 660 ormeaux de taille moyenne, égale à 19,3 mm, a été immergé dans la moitié inférieure du parc, dit Ar Pont, à Kerlouan (700 m<sup>2</sup>). Cette partie découvre par des coefficients de 90 à 100.

La pêche en octobre 1977 a donné les résultats suivants :

- 502 animaux recapturés à la taille moyenne de 64 mm, le poids total est de 24,3 kg ;
- la croissance annuelle est de 17 mm ;
- 13 % des captures proviennent de la partie supérieure du parc ;
- 2 individus ont été repris hors des limites de la concession ;
- 200 coquilles vides ou cassées ont été retrouvées sur le parc.

Le déplacement des ormeaux a donc été relativement faible à l'intérieur du parc et insignifiant à l'extérieur. Il est peu vraisemblable que le faible taux de recapture (3 %) soit dû à la fuite des ormeaux ou à la prédation par des crabes compte tenu du faible nombre de coquilles cassées. Par contre il est plus probable que le protocole d'immersion groupée soit à l'origine d'une concentration de prédateurs pélagiques au moment où le naissain était à la recherche de la nourriture ou d'un habitat mieux adapté.

Il a donc fallu s'orienter vers une technique d'immersion assurant d'abord une protection efficace des jeunes ormeaux au moins pendant une partie du grossissement. L'habitat devait répondre à une caractéristique essentielle de l'éthologie de l'ormeau lequel recherche toujours un abri dont les dimensions sont les plus proches de sa taille à un moment donné.

### 2.2. — Les "ruches" à ormeaux :

Les "ruches" sont composées d'un empilement de quatre à cinq plaques de béton moulé, rectangulaires, creusées à leur face inférieure de loges de 8, 12 ou 30 mm de largeur suivant le cas. Le rebord qui détermine un espace entre deux plaques présente des échancrures dont les dimensions sont prévues pour permettre le passage des algues épaves apportées par le courant et pour limiter la fuite du naissain. Les ormeaux peuvent passer d'une plaque à l'autre sans sortir de l'habitat par des trous percés au fond des loges, ils peuvent ainsi rechercher les fentes les mieux adaptées à leurs dimensions. Enfin des barres métalliques traversent les éléments assurant la cohésion de l'ensemble et améliorant la tenue à la mer.

L'expérimentation de ce type de matériel réalisé en collaboration étroite avec les membres des deux premières coopératives associées visait surtout à déterminer la charge optimale par "ruche" à l'ensemencement et à évaluer la croissance et la survie au cours du temps. Les immersions en habitats prototypes ont eu lieu en mai 1978 à Kerlouan et en juillet 1978 à St-Jean-Du-Doigt.

Les deux séries expérimentales présentent des différences notables :

— Les "ruches" de St-Jean sont réalisées à l'aide d'un sable très grossier, et dès lors les échancrures des plaques ont des dimensions très variables. La sortie du naissain est beaucoup plus facile qu'à Kerlouan.

— Les habitats sont placés entre les buttes de moellons. Ils reposent sur un sol sableux à Kerlouan et sur de la blocaille bien colonisée par des algues à St-Jean-du-Doigt.

### 2.3. — Résultats.

Les données présentées dans les trois tableaux suivants sont encore très fragmentaires. Elles ne permettent que d'exprimer des hypothèses sur le déroulement de l'expérimentation. Il est nécessaire d'attendre la fin de l'expérience pour tirer des conclusions définitives.

		Kerlouan	St-Jean-du-Doigt
Taille moyenne à l'immersion		20,2 mm	18,4 mm
Nombre de "ruches" contrôlées		8	14
Durée du séjour sur le parc		308 jours	248 jours
Croissance mensuelle		1,3 mm	1,9 mm
% recapture	minimum	50	18
	maximum	83	100
	moyen	60	55,5

TAB. 1 : Recaptures et croissance.

Nombre d'animaux au départ	100	200	300	400
% recapture	68,8	52,7	58,2	54,8
Nombre de ruches	5	6	7	4

TAB. 2 : Recaptures en fonction du nombre d'animaux au départ (taille moyenne à l'immersion : 18,8 mm).

JO	J57	J248	Retours
100	53	64	11
200	42	48	6
200	138	140	2
400	156	184	28
400	200	154	—

TAB. 3 : Evolution des effectifs à Saint-Jean-du-Doigt au cours du temps (nombre d'ormeaux).

Cependant les données du tableau 1 permettent d'ores et déjà de considérer ces premières ruches comme des structures d'élevage assez performantes. Les croissances observées sont du même ordre que celle obtenue par les techniques des buttes qui est en moyenne de 1,4 mm par mois en deux ans. Il faudra cependant attendre la confirmation de ces résultats sur des animaux approchant de la taille commerciale.

L'étude des tableaux 2 et 3 permet en outre d'émettre une hypothèse sur le comportement des ormeaux dans ce type d'habitat. On constate en effet (tabl. 2) que le pourcentage de recapture ne semble pas lié au nombre d'animaux introduits par habitat.

D'autre part, à St-Jean-du-Doigt, on observe une augmentation des effectifs à l'intérieur de quatre des cinq ruches qui ont été contrôlées deux fois et on trouve fréquemment des jeunes ormeaux dissimulés dans les pierres sur lesquelles reposent les habitats. Ce phénomène ne s'observe pas à Kerlouan où le sol est sableux et plus découvert, ce qui pourrait limiter la fuite du naissain et empêcher son retour.

En outre, les différences de croissance observées dans le tableau 1 peuvent s'expliquer par le fait qu'à St-Jean-du-Doigt les ormeaux peuvent se nourrir facilement à l'extérieur, alors qu'à Kerlouan ils doivent se contenter des algues épaves.

Précisons enfin que la mortalité à l'intérieur des ruches apparaît insignifiante. Les quelques coquilles vides trouvées proviennent d'animaux écrasés entre les plaques au cours des manipulations.

Il semble donc que l'on ne puisse assimiler les recaptures dans les "ruches" à une évaluation de la survie. Il y a vraisemblablement un échange entre le milieu extérieur plus riche en nourriture et les "ruches" qui constituent un abri efficace bien adapté à l'ormeau. Si cette hypothèse se vérifiait, les ruches constitueraient un outil intéressant à la fois pour l'élevage extensif et pour le repeuplement.

### 3. — L'ÉLEVAGE EN BUSES DE BÉTON.

La fabrication artisanale des ruches est une charge de main d'œuvre considérable pour les exploitants, et la mise en route d'une fabrication industrielle est pour le moment très coûteuse. C'est ainsi que l'on a cherché sur le marché un matériel pouvant convenir à l'élevage de l'ormeau, la nourriture de ces derniers devant être constituée d'algues épaves.

Le choix s'est porté sur des buses de béton de prix modique qui ont été fermées par un grillage à leurs deux extrémités. La sortie du naissain est impossible, on peut ainsi évaluer la mortalité naturelle et éviter les risques de prédation courus par les ormeaux à l'extérieur des ruches. Ce type de structure est à l'essai depuis le début de l'année 1979. Il semble cependant que les densités d'élevage requises pour rentabiliser ces structures imposent le nourrissage périodique par des algues récoltées à proximité. Cette technique s'apparentera donc plus à un élevage semi intensif en milieu naturel.

### CONCLUSION.

Les techniques de production de naissain d'ormeaux sont dès à présent bien maîtrisées.

S'il n'est pas possible de tirer des conclusions définitives sur les performances des structures d'élevage en milieu naturel, on peut cependant admettre que les ruches à ormeaux constituent une protection efficace contre la prédation. La poursuite des essais sur ce type d'habitat pourra se faire dans deux directions sensiblement différentes. Il s'agit soit d'empêcher totalement la sortie du naissain par une fabrication plus soignée des habitats, soit, au contraire, de favoriser les échanges avec l'extérieur par exemple en pratiquant des ouvertures plus longues et en associant les ruches à des buttes de moellons de carrière. Dans ce dernier cas, l'habitat pourrait faire office de structure relais pour le repeuplement.

FLASSCH, J.P., Y. KOIKE, M. L'HERROUX, C. AVELINE, 1974. Production artificielle de naissain de mollusques, *Ostrea edulis*, *Haliotis tuberculata*. *Inf. Tec. Inst. Invest. Cient.*, 14, 71-80.

FLASSCH, J.P. et E. WOITTELLIER, 1977. L'élevage de l'ormeau, *Haliotis tuberculata* L. 1 - Action d'un régime alimentaire d'algues phytoplantoniques sur la croissance post-larvaire. 3rd *Meeting of the ICES Working Group of Mariculture. Actes de colloques du CNEXO*, 4 : 287-305

FORSTER, G.R., 1967. The growth of *Haliotis tuberculata* : results of tagging experiment in Guernsey 1963-1965. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, 47 : 287-300.

## DISCUSSION GÉNÉRALE MOLLUSQUES

La discussion a porté sur les aspects complémentaires du repeuplement d'un milieu en une espèce donnée, et de la gestion rationnelle de cette ressource. Cette complémentarité d'actions a conduit à préciser les limites des opérations de repeuplement, de leur application et de leur finalité. Celles-ci ont pour but de permettre une exploitation rationnelle du stock, et non de reconstituer la population primitive, antérieure à la pêche.

Le premier facteur fixant l'envergure des opérations de réensemencement est *le milieu lui-même* et sa capacité d'accueil du fait de l'éventuelle présence de prédateurs, de la qualité de ses eaux, de la disponibilité en nourriture et des autres espèces qui l'habitent.

L'évocation de cette dernière notion a fait porter la discussion sur un second facteur. La *compétition entre espèces* présentes sur le fond se traduit non seulement en termes de "seuil" pour les densités de semis, mais aussi en termes de "lutttes d'influence" entre les exploitations auxquelles ces espèces donnent lieu. La compétition entre différentes activités de pêche ou d'élevage extensif est ainsi évoquée. L'exemple de la coquille St-Jacques et de l'huître en baie de St-Brieuc est cité : compétition pour la réservation de l'espace.

A partir de ces premières remarques, une autre limite à l'intensité de l'effort de repeuplement est introduite : celle imposée par *l'espèce elle-même*. Le marché qu'elle représente, mis en relation avec le coût de la production du naissain (cas de la praire), le coût des habitats artificiels (cas de l'ormeau), ou avec les problèmes administratifs d'exploitation qu'elle pose (cas de l'ormeau encore du fait du contrôle), fixe pour sa part le niveau acceptable de *l'investissement* à consentir.

Toutes ces considérations ont conduit à un certain nombre de conclusions :

- *Chaque opération de repeuplement est un cas particulier* et son échelle est déterminée par l'ensemble des facteurs limitants évoqués.

- *La gestion des stocks*, à laquelle conduisent les repeuplements effectués, reste largement tributaire des aléas du milieu : épizooties, niveau annuel du recrutement dans le cas des opérations de captage de naissain. Elle doit prendre en compte la possibilité d'alternance entre "bonnes" et "mauvaises" années.

- La complexité de la démarche, confrontée à une activité économique préexistante exercée par les populations littorales, pose *un problème d'ordre social*. En effet, les quelques marins pêcheurs présents se montrent très partagés sur l'attitude à adopter vis-à-vis du repeuplement et de sa mise en pratique. Un effort est consenti de leur part pour limiter la pêche, mais ils se montrent souvent sceptiques et demandent quelle est, dans les travaux des scientifiques sur le terrain, la part directement utilisable par la profession.

La discussion s'est terminée sur un rapide inventaire des opérations de peuplement en mollusques envisagés sur le littoral méditerranéen.

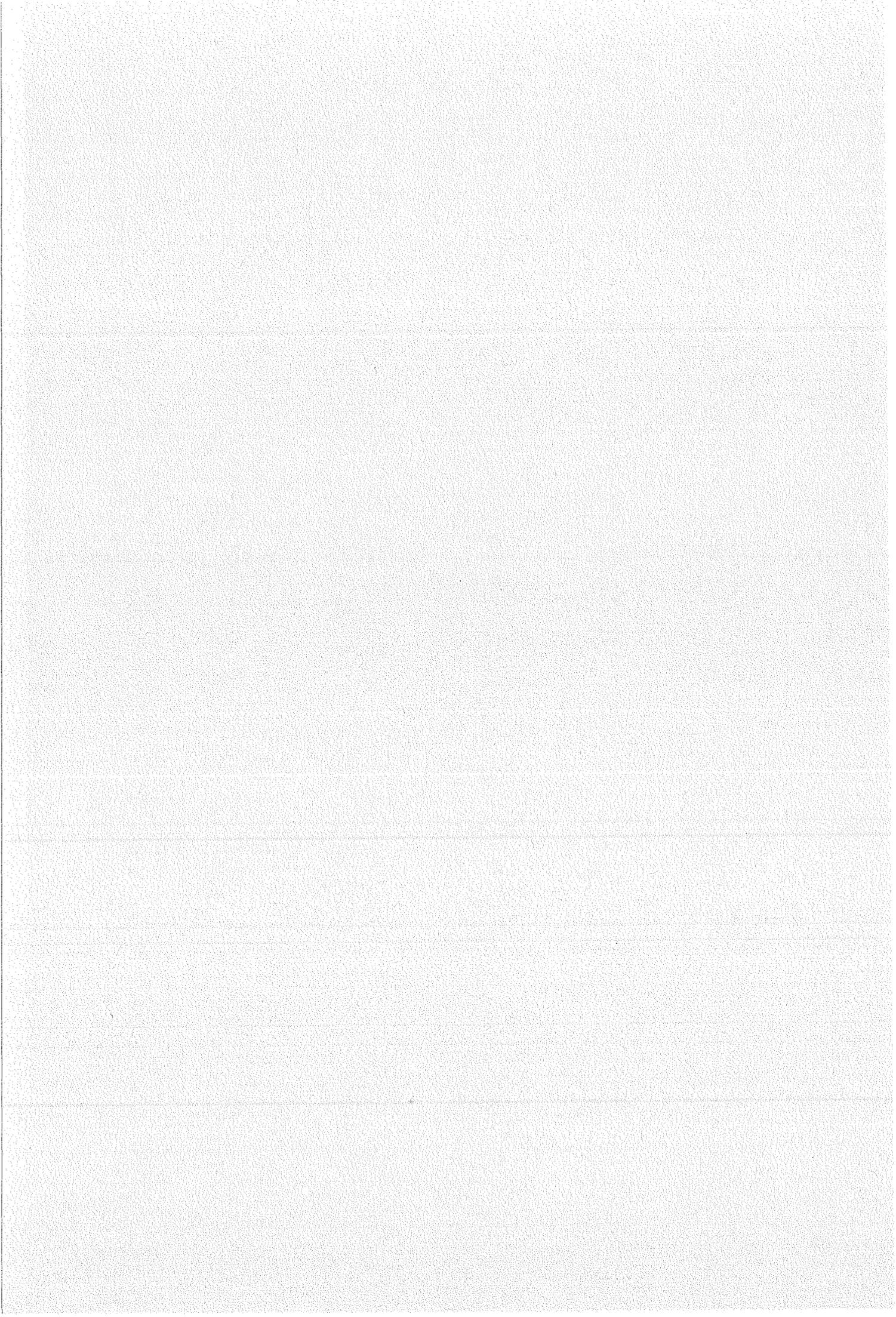
SESSION II

**CRUSTACÉS**

*Président :*

D. REYSS

(CNEXO)



## RECENT MARICULTURE TECHNIQUES IN JAPAN

par

Yutaka UNO

*Laboratory of Mariculture Ecology - Tokyo University of Fishery*

### RÉSUMÉ

*La production de produits de la mer au Japon continue à augmenter régulièrement, atteignant 10 millions de tonnes en 1972. Les produits de l'aquaculture marine représentaient environ 9,8 % du total en quantité et environ 19 % en valeur en 1976.*

*La production aquacole consiste principalement en sérioles, crevettes japonaises, huîtres et huîtres perlières, porphyra, etc... Récemment, les techniques de production de masse de crevettes, daurade japonaise, coquille St-Jacques et ormeau ont enregistré des progrès importants, conduisant les organismes nationaux ou préfectoraux à mettre en place les installations permettant une production de masse de ces espèces pour rétablir ou augmenter les ressources marines des zones peu profondes. Après de nombreuses études de faisabilité, ces établissements produisent actuellement plus de 200 millions de larves (poissons, mollusques, crustacés) destinées à repeupler la mer côtière.*

*Le repeuplement des zones naturelles "ouvertes" implique une connaissance écologique approfondie de la distribution, des migrations et de l'habitat de ces espèces.*

*Cette communication permettra d'expliquer les récentes études en matière d'aquaculture marine, incluant le repeuplement, et de discuter certains aspects ainsi que les perspectives d'avenir.*

The changes in annual catch by fisheries type during the last ten years in Japan are shown in figure 1. Japan's fisheries continued to develop steadily with production reaching 9,900 million tons in 1971. The catch level of 10 million tons was achieved in 1972, and maintained from 1973-1975. Comparing 1976 production with 1966's, production increased by about 1.5 times or 3,55 million tons during those ten years (Table 1).

Production by shallow sea culture is about 9.8 % of the total in quantity and about 19.0 % in value. Production by culture in shallow coastal waters mainly consists of yellowtail, Kuruma shrimps, oyster, scallop, pearl oyster, Nori (*Porphyra*), Undaria, etc..., and annual production for the same period is shown in Tables 2 and 3. Quite a few species of aquatic animals are commercially cultivated. Among them, production by culture of yellowtail, oyster, pearl oyster, scallop, undaria and nori has been stagnant, in spite of the continued development of culture techniques for these species, because of the narrowing down of the culture grounds due to pollution and reclamation of the foreshore. Production of Kuruma shrimp, abalone and red sea bream has been increasing and the scale of culture of these species is expected to continue to expand.

Recently, mass production techniques for Kuruma shrimp, red sea bream, scallop and abalone have made great progress. National and prefectural governments have established facilities for seed production of these species to restore and increase the marine resources in their areas (Fig. 2).

After many feasibility studies, they now produce at least more than 200 million larvae per year including both fish and shellfish to stock the open sea (mainly shallow waters) with them. In order to restock the fenceless natural environment effectively much ecological knowledge is needed about the distribution of the species to be restocked. In this respect, I would like to explain the summarized results of studies concerning Kuruma shrimp *Penaeus japonicus* which is a sedentary shrimp species, not a wandering species such as *P. setiferus* and *P. orientalis*.

Through the development of indoor culture techniques for the mass production of postlarvae and many trials for the restocking of this species, it has been possible to gain some understanding of their life cycle as shown in Fig. 3 and Table 5. During the juvenile stage they remain in tidal estuary areas where there are many pools offering a plentiful supply of foods and some protection from predator fished.

Principles for restocking :

1. Life history stage principle

Restocking should be carried out at the same phase of life history as corresponds to natural life cycle of shrimp, especially in relation to habitat and food.

2. Protection principle

Postlarvae should be released in an area where they have some protection from predators.

3. Dispersion principle

They should be distributed as sparsely and homogeneously as possible.

It is very important to check out the above mentioned ecological factors for the specific species as a base for reasonable restocking activity but this requires much time, many researchers and a sufficient budget.

Hatchery production abbreviates the pelagic life stages (Fig. 3) and the survival rate can be increased to ca. 50 % compared with the very low natural survival rate.

Next, I would like to give an actual example of restocking. Fig. 4 and 5 are a summary of the results monitored by Yamaguchi prefecture Fish. Res. St. The releasing trials were carried out between 1972 and 1974. In each trial about 2 million pieces were used for restocking and in total 27 million postlarvae. (12 mm in total length, 0.01 g in body weight) were released during three years. In Omi Bay, Yamaguchi Pref., released postlarvae reach a size of 10 cm and are caught in the sound by set-nets after two and half months and individuals measuring more than 14 cm are caught offshore by small trawls up to November.

It has been established that released larvae move to offshore areas as they grow larger based on the results of tagging experiments as shown in Fig. 4. After restocking trials, mortality among the released larvae occurs in the following steps.

1. 24 hours after being released,
2. 2-4 weeks after releasing up to a size of ca. 3 cm : mortality is estimated at max. 3.5 %/5 days,
3. 2 months, up to a size of ca. 10 cm : mortality is estimated at 3.5 %/day. During this period, the growth rate has been measured as 1-2 mm/day in summer.

Finally, 6-7 % of the restocked larvae survive to reach a size of 10-14 cm and are caught by set nets or small trawls, but recapture rate varies greatly according to the conditions in each releasing area.

The economic effect on the fishing yield in the case of restocking with Kuruma shrimp larvae was investigated by Dr Hasegawa in relation to one farming fishery trial at the pilot farm of Saijo, Shikoku Is. in 1971. The natural mortality of the shrimp was estimated at 3-4 percent per day and this rate remained stable from seedling size (10-13 mm) to commercial size. Growth was very rapid and larvae stocked in June reached commercial size in September and were recaptured by gill nets

and small trawls in the fishery grounds near and off the releasing sites in the tidal area. The results are summarized in Table 5.

As already mentioned, for fish farming of a specific species, the basic thing is to establish the mass production of seed. There are two methods for this. One is the natural seed collecting method. In the case of species such as scallop, oyster and yellowtail, the juveniles are collected in the open sea. It is possible to obtain large numbers of spats or juveniles of each species every year. In order to assure the stability of the quantities collected by this method, it has become clear recently that one of the main factors of successful natural collection, especially in semi enclosed waters with a fixed current pattern, is the building up of the natural parent population to a certain level by culture, restocking, etc. Once the parent population has been increased up to this level yearly spat collection can be expected to achieve a good degree of stability. One of the relatively clear examples of this is the case of scallop spat collection in Mutsu Bay as shown in Fig. 6. It can be seen that once the density of larvae with size of larger than  $200\ \mu\text{m}$  in shell length has reached more than 100 inds./ $\text{m}^3$ , the number of spat collected yearly achieves stability at about more than 4 000 spats per collector. The density of larvae corresponds very closely to the numbers of the parent population.

The other method for mass production of seed is culture in tanks. In case of red sea bream, flatfish and abalone, the seed cannot be collected in the open sea, therefore, juveniles are reared artificially in tanks. Recently, the techniques in this field have made great progress, especially those for red sea bream and about a million juveniles 3-4 cm in length can be produced in one hatchery facility.

Now, I would like to explain the techniques used in relation to the food supply system. Fukusho et al. carried out experiments for mass production employing 100 ton tanks and the results are shown in Fig. 7 and Table 6. They have established a practical technique for the mass production of red sea bream and can produce  $62 \times 10^4$  juveniles per tank. Through such practical rearing and filed work, some knowledge has been aquired concerning the life history of the species as shown in Table 7. The differentiation of trophic migration and food habit are shown in Fig. 8 and 9. This information will be very effective in working out a reasonable restocking plan in the next stop of sea farming.

Beginning in 1972, the phenomenon of mass mortalities of hanging scallop has been experienced in all the major scallop culture areas as shown in Fig. 10. This phenomenon began in the southernmost culture areas which also happened to be practically enclosed bays of relatively small area. However, in 1975 the same phenomenon appeared in Mutsu Bay and spread north to Funka Bay in 1977 in spite of this bay being one of the largest and most open embayment areas. Following the mass mortality of cultured scallops ecological studies have been made in all major culture areas. It has been found that there is a limit to total potential production in each area. In the case of Mutsu Bay, the limit for production by bottom culture may be about 20,000 tons and by hanging culture somewhat less than 30,000 tons as shown by the data contained in Fig. 11. Studies carried out to investigate the causes of this phenomenon have clearly shown that there is a maximum density for scallop culture above which such mortality tends to occur. This is shown in Fig. 12 where it can be seen that after reaching a certain culture density no increase in production is possible.

Concerning the future research problems in the field of large scale mariculture, they are as follows :

1. Development of effective restocking methods particularly the improvement of the natural habitats by using man-made reefs, etc...
2. The theoretical and practical methods for calculating the potential capacity of the culture and restocking areas.
3. Exploitation of mass culture techniques for new species. Compared with traditionnal style mariculture such as oyster culture, the recent advances in technology are the mass culture of Kuruma shrimp, abalone and red sea bream. Now, having developed large scale mariculture for coastal and off-shore waters, there remains some unexploited areas for mariculture, like the culture of oceanic species such as tuna.

million tons

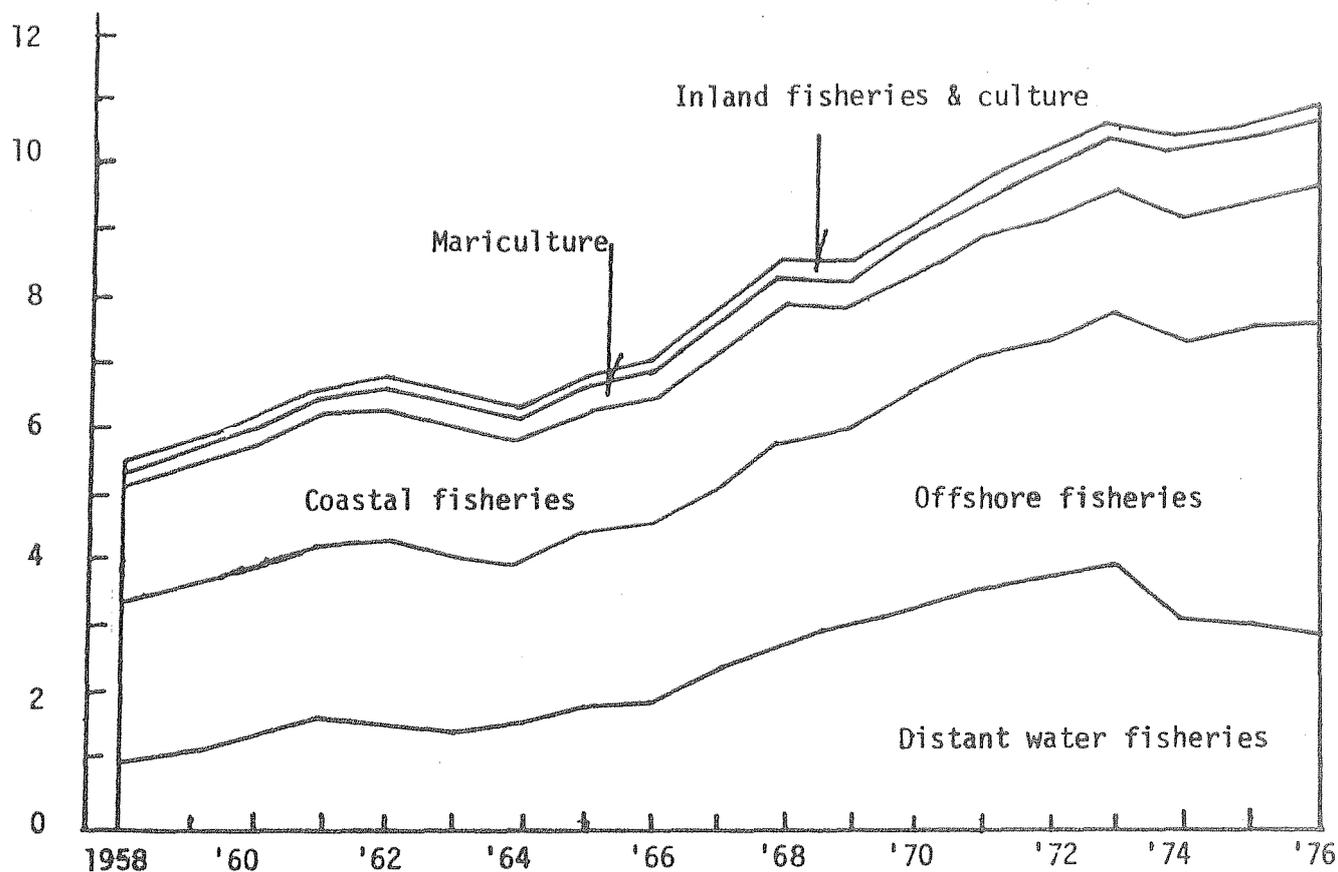


Fig. 1. Changes in annual fisheries catch by type of fisheries (Japan Fisheries Ass. 1977).

Tabl. 1: Quantity and value by type of Fisheries  
Quantity : metric tons ; value : million yen (1976).

Type, Fisheries	Quantity	Value
Distant waters	2,948,990	520,930
Offshore waters	4,656,193	662,830
Coastal waters	2,000,100	586,480
Mariculture	849,909	293,340
Inland fisheries & culture	200,711	122,560
Total	10,655,903	21,861,140

Tabl. 2. Major species for mariculture

Fin-fish (10 species)		Shellfish (9 species)	
Yellowtail	<i>Seriola quinqueradiata</i>	Spiny lobster	<i>Panulirus japonicus</i>
Red sea bream	<i>Pagrus major</i>	Blue crab	<i>Neptunus tribuberculatus</i>
Black sea bream	<i>Acanthopagrus</i>	Kuruma shrimp	<i>Penaeus japonicus</i>
Jack mackerel	<i>Trachurus japonica</i>	Ascidian	<i>Holocynthia roretzi</i>
Caranx	<i>Caranx delicatissima</i>	Scallop	<i>Patinopecten yessoensis</i>
Puffer	<i>Fugu rubripes</i>	Oyster	<i>Crassostrea gigas</i>
Filefish	<i>Monocanthus cirrhifer</i>	Pearl	<i>Pinctada martensii</i>
Sea bass	<i>Lateolabrax japonicus</i>	Abalone	<i>Haliotis discus hannai</i> , <i>H. discus discus</i> <i>H. gigantea</i> , <i>H. sieboldii</i> , <i>H. diversicolor aquatilis</i>
Parrot fish	<i>Oplegnathus fasciatus</i>		
Flatfish	<i>Paralichthys olivaceus</i>		
Algae (3 species)			
	Nori		<i>Porphyra tenera</i>
	Undaria		<i>Undaria pinnatifida</i>
	Laminaria		<i>Laminaria japonica</i>

Tabl. 3. MARICULTURE PRODUCTS BY SPECIES

(AFTER STATISTICS OF FISHERIES, 1977, MINISTRY OF AGRICULTURE/ FOREST AND FISHERIES)

FINFISH

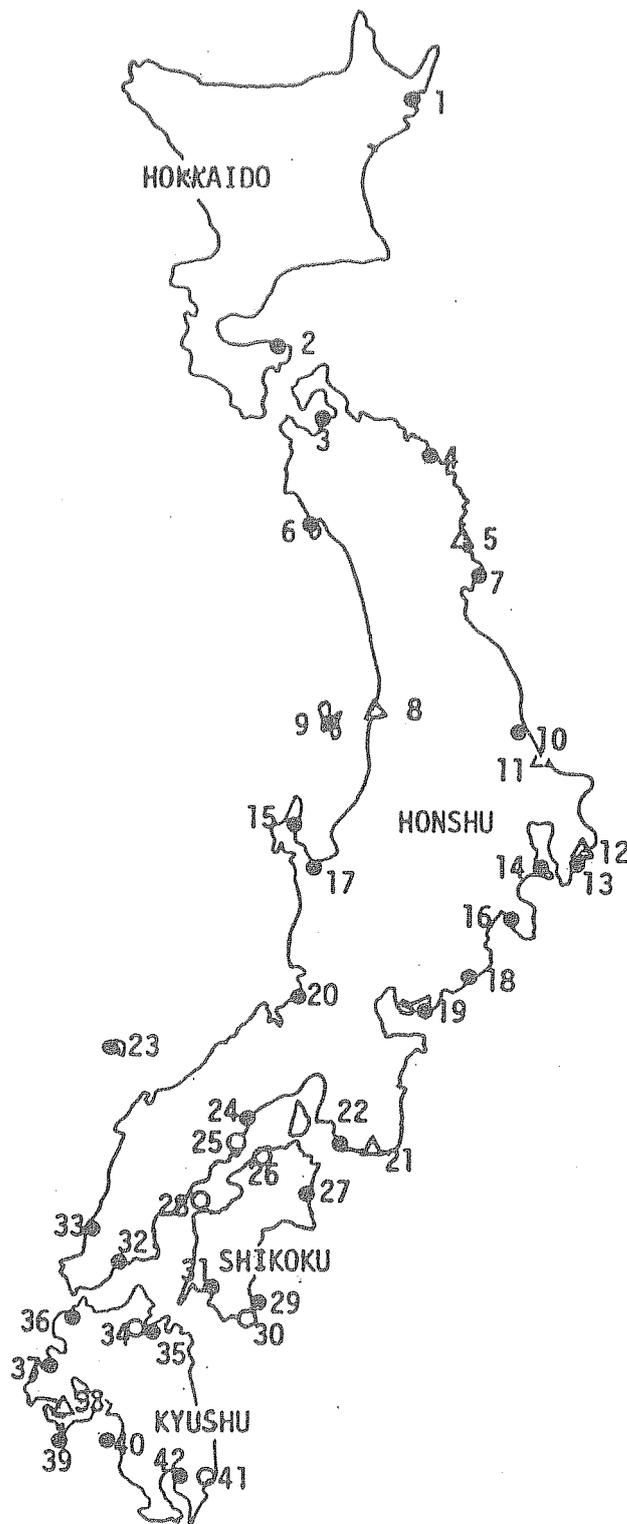
Year	Total	Seriola	Red sea bream	<i>Eyynnis japonica</i>	Jack mackerel	Filefish	Caranx	Fugu	Black sea bream	Others
1960	284,828	1,431	-	-	-	-	-	-	-	-
1961	322,498	2,036	-	-	-	-	-	-	-	-
1962	362,897	4,470	-	-	-	-	-	119	-	25
1963	389,987	5,038	-	-	-	-	-	118	-	60
1964	362,992	10,321	-	-	-	-	-	113	-	112
1965	379,697	14,779	-	-	-	-	-	91	-	105
1966	405,197	16,875	-	-	-	-	-	75	-	270
1967	470,133	21,169	-	-	-	-	-	46	-	313
1968	521,942	31,777	-	-	-	-	-	63	-	354
1969	473,292	32,613	-	-	-	-	-	52	-	481
1970	549,081	43,300	460	5	2	63	36	26	2	16
1971	608,682	61,743	971	23	24	44	43	21	1	41
1972	647,905	76,913	1,298	95	112	149	15	15	13	113
1973	790,973	80,269	2,606	58	348	253	30	17	9	179
1974	879,758	92,684	3,414	85	628	51	48	8	4	158
1975	772,741	92,352	4,303	126	923	17	22	11	6	236
1976	849,908	101,619	6,453	125	721	10	69	11	61	187

SHELLFISH

Year	Spiny lobster	Kuruma shrimp	Neptunus	Octopus	Ascidian	Others	Scallop	(Bivalve) Oyster	Pearl	Others
1960	15	97	-	-	-	-	-	182,779	48	-
-	20	85	1	-	-	-	-	172,895	80	-
-	16	125	-	145	-	-	-	203,594	69	-
-	8	179	4	371	-	-	-	240,144	80	-
-	10	154	3	787	-	-	-	240,564	85	-
65	9	96	2	623	-	-	-	210,603	99	-
-	13	212	9	190	47	-	-	221,139	118	-
-	14	305	11	117	203	-	-	232,200	125	-
-	11	311	15	77	167	-	-	267,388	112	-
-	2	295	1	50	102	-	-	245,458	97	«
70	0	301	0	109	94	-	5,675	190,799	85	4
-	0	306	1	98	339	-	11,165	193,846	49	5
-	0	454	1	68	1,118	-	23,162	217,373	42	42
-	-	653	0	56	4,678	-	39,372	229,899	34	298
-	-	911	5	54	5,036	-	62,673	210,583	30	132
75	-	936	0	41	6,313	-	70,256	201,173	30	114
-	-	1,042	-	42	8,390	16	64,909	226,286	34	73

ALGAE

Year	Porphyra	Undaria	Laminaria
1960	100,457	-	-
-	147,379	-	-
-	154,631	-	-
-	144,531	-	-
-	111,851	-	-
65	140,753	12,537	-
-	128,440	37,809	-
-	157,550	58,080	-
-	144,969	76,698	-
-	134,320	59,821	-
70	231,464	76,698	282
-	244,946	94,350	666
-	217,906	105,678	3,338
-	311,410	113,159	4,648
-	339,314	153,762	10,177
75	278,127	102,058	15,696
-	291,050	126,723	22,087



- : Seto Inland Sea Fish Farming Center Facility
- : Prefectural Facility
- 1 : Others

1. Kushiro (Hokkaido : E,P)
2. Shikabe (Hokkaido : H,E)
3. Moura (Aomori Pref. ; Pe, H)
4. Miyako (Iwate ; H)
5. Mone (Miyagi ; H, Pe, 0)
6. Toga (Akita ; H)
7. Ojika (Miyagi ; H, Pa)
8. Murakami (Niigata ; H, Pa)
9. Mano (Niigata ; H, Pa)
10. Isozaki (Ibaragi ; H)
11. Tokaimura (Ibaragio ; Pr, Pa)
12. Ubara (Chiba ; H)
13. Chikura (Chiba ; H, Pg, C)
14. Misaki (Kanagawa ; H, Pr, Pg)
15. Notojima (Ishikawa ; Pa, Pg, N, Pr)
16. Numazu (Shizuoka ; Pg, Pr, Pu, H)
17. Himi (Toyama ; Pg, H)
18. Hamaoka (Shizuoka ; Pg, Pr, Pa)
19. Atsumi (Aichi ; Pr, H, A)
20. Katami (Fukui ; N, Pg, Pr, H)
21. Shirahama (Wakayama ; Pa, C, Pu, Pg etc)
22. Tanabe (Wakayama ; Pa, Pg, H etc)
23. Urago (Shimane ; Pg, Pr, H)
24. Ushimado (Okayama ; Pr, N, Pg etc)
25. Tamano (Okayama ; Pg, Pr, N)
26. Takamatsu (Kagawa ; Pr, S, Pg)
27. Asakawa (Tokushima ; Pg, H, Pr)
28. Kakatajima (Ehime ; Pg)
29. Komame (Kochi ; Pg, S)
30. Komame (Kochi ; S, Pg)
31. Shitabe (Ehime ; Pr, Pg, H)
32. Aio (Yamaguchi ; Pr, Pu, A)
33. Nagato (Yamaguchi ; Pg, A)
34. Kamiura (Oita ; Pg, Pr, H)
35. Kamiura (Oita ; Pg, Pr)
36. Genkai (Fukuoka ; Pg, Pr, H)
37. Chizei (Fukuoka ; Pg, Pr, H)
38. Sasebo (Saga ; H, Pg, Pr)
39. Nomozaki (Nagasaki ; Pg, H)
40. Ushibuka (Kumamoto ; Pg, Pr, H)
41. Shibushi (Kagoshima ; Pr, Pg, H)
42. Tarumizu (Kagoshima ; H, Pr, Pg)

- E : *Erimacrus isenbecki* and *Paralithodes camtschatica*
- H : *Haliotis* spp.
- Pe : *Patinopecten yessoensis*
- Pa : *Paralichtys olivaceus*
- C : *Caranx delicatissim*
- Pg : *Pagrus major*
- Pu : *Fugu rubripes*
- N : *Neptunus trituberculatus*
- Pr : *Penaeus japonicus*
- A : *Plecolossus altivelis*
- S : *Seriola quinqueradiata*

Fig. 2. Map of hatcheries in Japan for mariculture (1978).

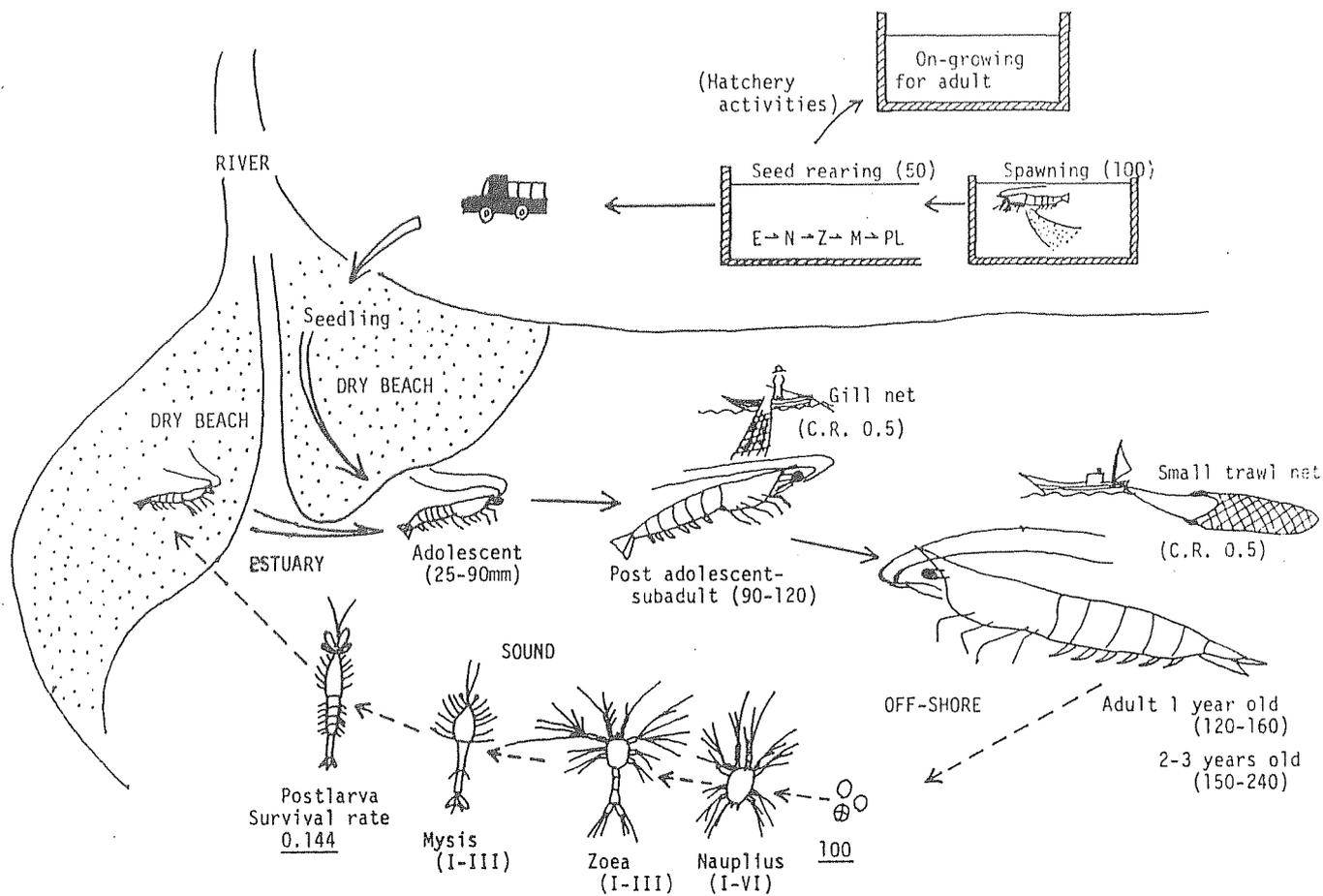


Fig. 3. Diagrammatical drawing of life cycle in *P. japonicus*.

Tabl. 4. Life history phase of *Penaeus japonicus* (Kurata, 1972)

Phase	Beginning from	Duration in days a)	Approx. BL (mm) Male Female	Life form	Habitats
Embryo	Fertilization	0.6	0.24b)	Planktonic	Off-shore
Larva	Hatching	14-15	0.35-5.0	do	do
Juvenile	Metamorphosis	30	5-25	Planktonic-benthic	Off-shore
Adolescent	Development of secondary sex characteristics	60	25-90 c) 25-110 d)	Benthic	Estuary sound
Subadult	Onset of gonad maturation	?	90-100 e) 110-125 e)	do	Sound off-shore
Adult	Completion of gonadal maturation	?	100-220 f) 125-262	do	Off-shore

- a. Approximate number days in summer.
- b. diameter of egg.
- c. minimum size with jointed petasma.
- d. minimum size with stopper.
- e. minimum size with ripe gonad.
- f. maximum size ever found.

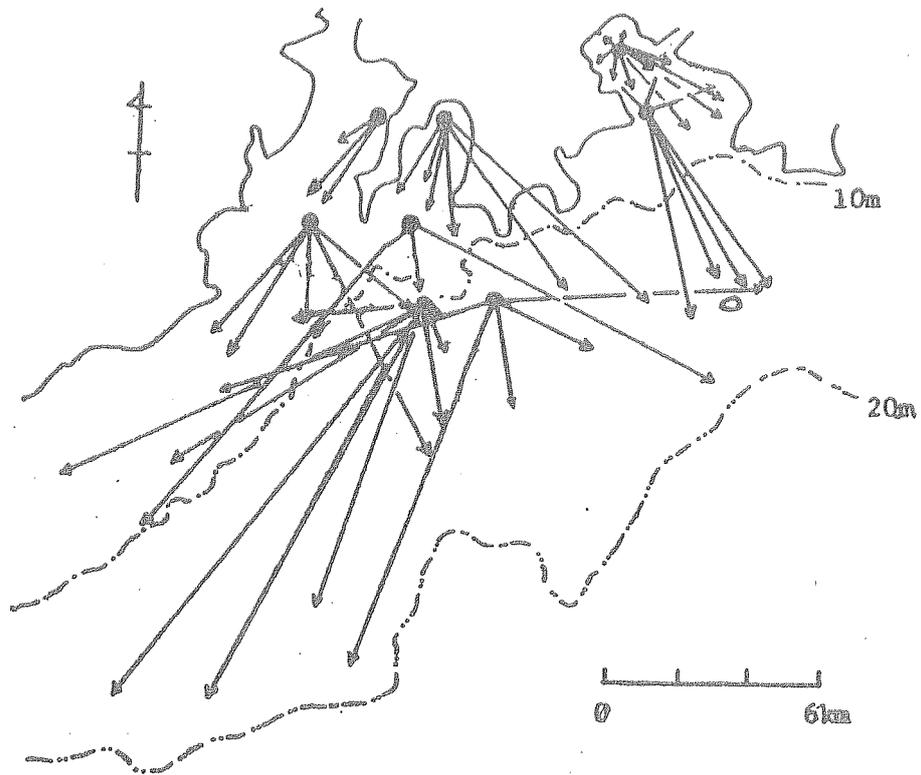


Fig. 4. Movement of Kuruma shrimp based on tagging experiments in Yamaguchi Pref. (Hiyama 1976).

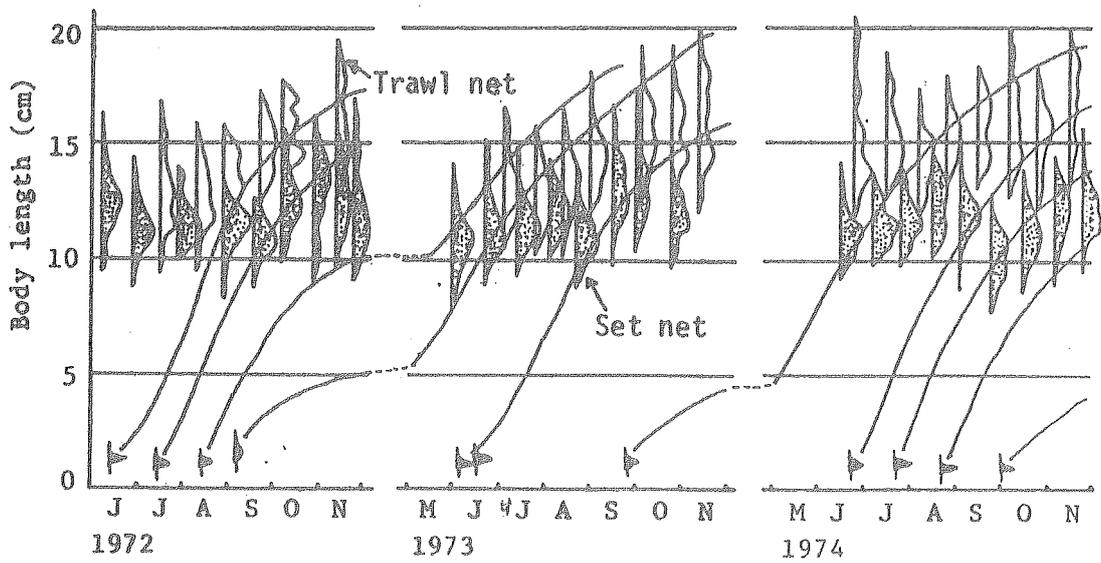


Fig. 5. Growth of restocked population in the Omi Bay, Yamaguchi Pref. (Hiyama, 1976).

Tabl. 5. Economic comparison between kuruma-prawn culture and "farming fishery". (Hasegawa, 1973).

	Type of production	Yield rate (%)	Body weight of harvested prawn	Market price of prawn (yen/kg)	Income rate (%)
Premises of comparison	Culture	70	20g	3.000	33
	Farming fishery	10	35g	2.000	70

	Price of seedling (yen/head)	Type of production	Yield (yen)	Material cost (yen)			Income (yen)
				Seedlings	Others	Total	
Income per head of seedling	0.26	Culture	42	0.26	27.9	28.1	13.9
		Farming Fishery	7	0.26	2.1	2.36	4.6
Income per kilogram of harvested prawn	0.26	Culture	3.000	18.5	1.981	2.000	1.000
		Farming Fishery	2.000	74.3	600	674	1,326
Income per kilogram of harvested prawn	4.9	Culture	3.000	348	1.981	2.329	671
		Farming Fishery	2.000	1.400	600	2.000	0

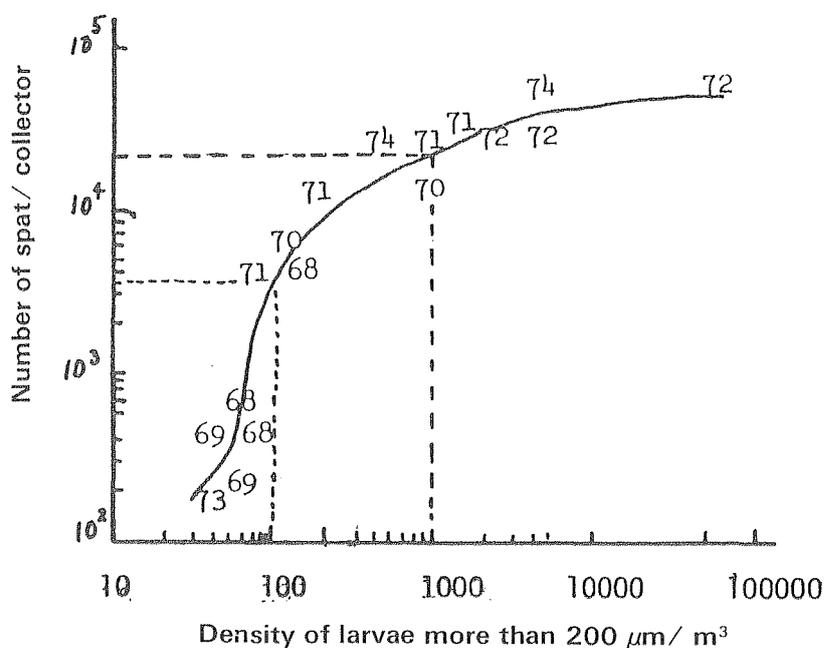


Fig. 6. Relation between spat collecting and density of larvae (Kanno et al, 1975) (Inds/m³).

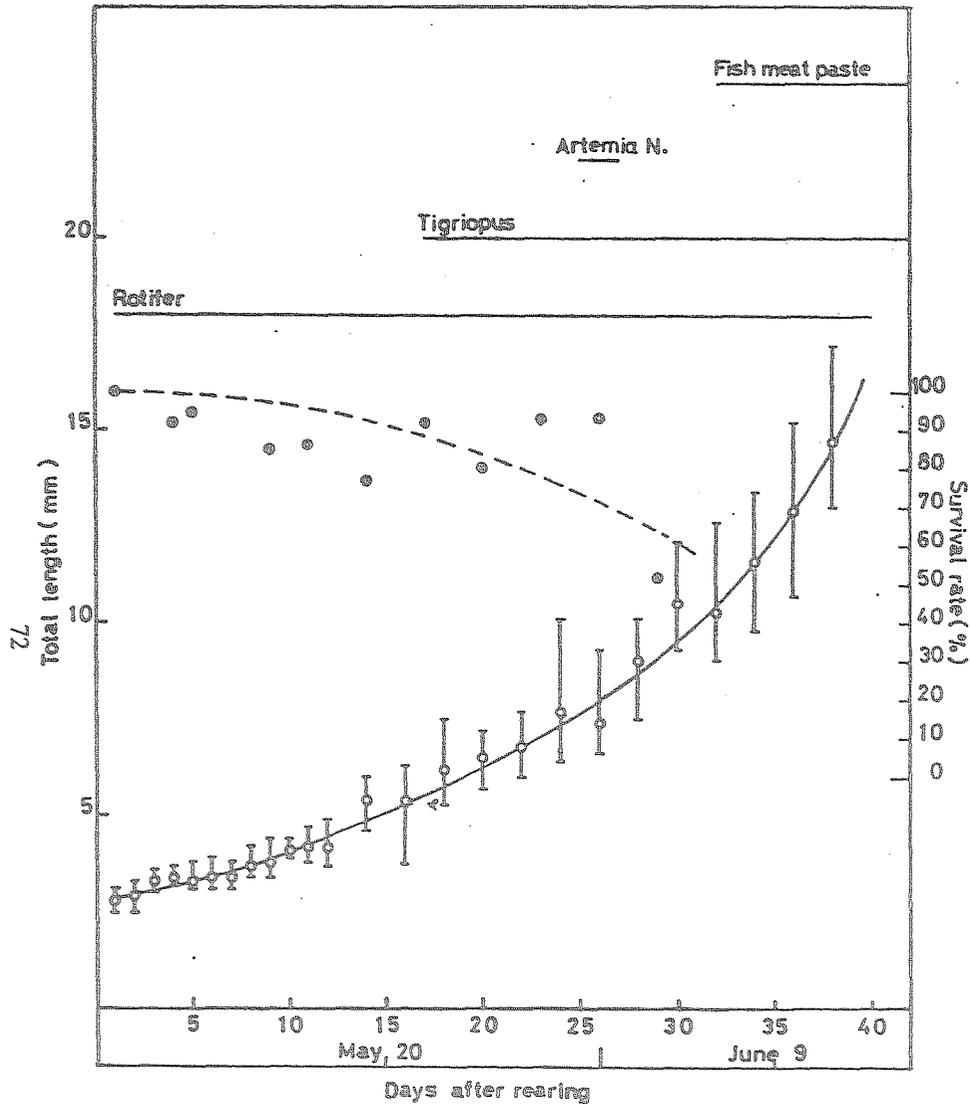


Fig. 7. Growth of larvae of red sea bream in mass culture tank (100 t). Wf; 17.3-22.6 C, PH; 7.6-9.0, Initial number of larvae; 2.68 million, survival rate; 40.0 %. (Fukusho et al, 1976).

Age (Day)	Total length	a	b	c	d	e (d/a)	f (b/a)	g
0	2.98		5.0	0(t)	5.00			
1	2.91	173	3.0	0	3.00	173.4	173.4	1.00
2	3.10	173	2.0	10	1.82	105.2	115.6	1.10
3	3.10	173	1.5	10	1.36	78.6	86.7	1.10
4	3.27	173	0	10	0	0	0	—
5	3.47	173	0	25	0	0	0	—
6	3.50	172	2.0	25	1.60	93.0	116.3	1.25
7	3.90	163	2.0	25	1.60	98.2	122.7	1.25
8	3.95	152	3.5	25	2.80	184.2	230.3	1.25
9	4.11	140	3.0	30	2.31	165.0	214.3	1.30
10	4.04	132	4.0	30	3.08	233.3	303.0	1.30
11	4.56	130	4.0	42	2.82	216.9	307.7	1.42
12	4.89	130	5.0	42	3.52	270.8	384.6	1.42
13	5.40	130	12.0	42	8.45	650.0	923.1	1.42
14	5.64	130	4.0	38	2.90	223.1	307.7	1.38
15	6.02	129	5.0	50	3.33	258.1	387.6	1.50
16	6.62	123	9.0	48	6.08	494.3	731.7	1.48
17	6.25	112	10.0	50	6.67	595.5	892.9	1.50
18	7.14	102	10.0	50	6.67	653.9	980.4	1.50
19	7.04	94	14.0	50	9.33	992.6	1,489.4	1.50
20	7.98	91	15.0	50	10.00	1,098.9	1,648.4	1.50
21	8.45	90	17.0	100	8.50	944.4	1,888.9	2.00
22	8.65	90	12.0	100	6.00	666.7	1,333.3	2.00
23	9.17	90	14.0	100	7.00	777.8	1,555.6	2.00
24	9.56	90	3.5	120	1.59	176.7	388.9	2.20
25	9.43	90	12.0	150	4.80	533.3	1,333.3	2.50
26	10.83	83	5.0	100	2.50	301.2	602.4	2.00
27	9.82	76	5.0	150	2.00	263.2	658.0	2.50
28	10.71	69	11.0	200	3.67	531.9	1,595.7	3.00
29	11.90	62	9.5	300	2.38	383.9	1,535.6	4.00

Tabl. 6. Daily variation of ration of larvae *Pagrus major* in out door tank (100 t). Temperature 17.0-22.0°C ; specific gravity ( $\delta = 15$ ) 23.12-25.76 ; PH 8.12-8. ; a, number of larvae ; b, nos. of rotifer supplied ; c, vol. of water exchanged ; d, nos. of available rotifer for larvae ; e, rotifer inds./larva ; f, actual rotifer density (inds./larva) ; g, feeding ratio (f/e). (Fukusho, 1977).

Tabl. 7. The life history phases of *Pagrus major*, Japanese red sea bream

Phase		Size	Age	Organ	Behavior	Food	Habitats
Tank rearing	Egg	1 mm	—	—	Pelagic	None	Off-shore surface
	Prelarva	2.3-3.2	(day) 2-4	Yolk	Pelagic	None	
	Postlarva I	3.2-6.0	4-15	Yolk absorbed (4 days old)	Pelagic	None	
	Postlarva II	6-10	15-25	Origin of fins	Moving to benthic life. Schooling	Rotifer	Coastal waters
	Juvenile I	10-20	25-40	Digestive and swimming organs well developed	Cannibalism, schooling	Minced meat of fish and shellfish plus rotifer and copepods	Shallow waters
Juvenile II	20-40	40-60	Digestive and swimming organs well developed	Cannibalism disappears		Sound or bay	
Field study	Adolescent	40-90	40-90	Development of adult form morphologically	Trophic migration and offshore dispersion	Gammaridea, Polychaeta, Mysis, Crustacea, Ophiuroidea	Coastal or off-shore
	Subadult	9-23 cm	0.25-2 (year)	Onset of gonadal characters			
	Adult	23-36	<3	Completion of gonad maturation			Off-shore
	I	>36					

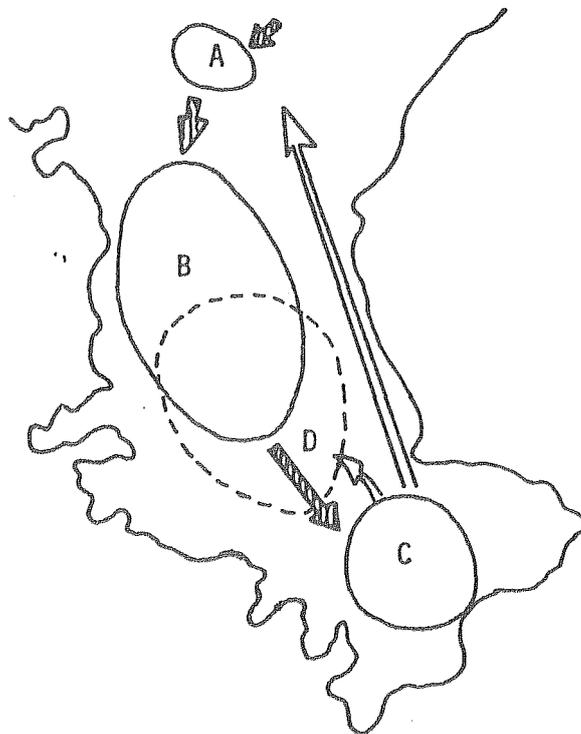


Fig. 8. Diagram of trophic migration of juvenile, *Pagrus major* in Shishiki Bay (Kûshû).  
 A : Larva (TL 3.3-10.0mm). Apr. - May — B : Juvenile (FL 10-20mm). May - June  
 C : Juvenile - Adolescent (FL 25-80mm). — D : Adolescent (FL 80-100mm).

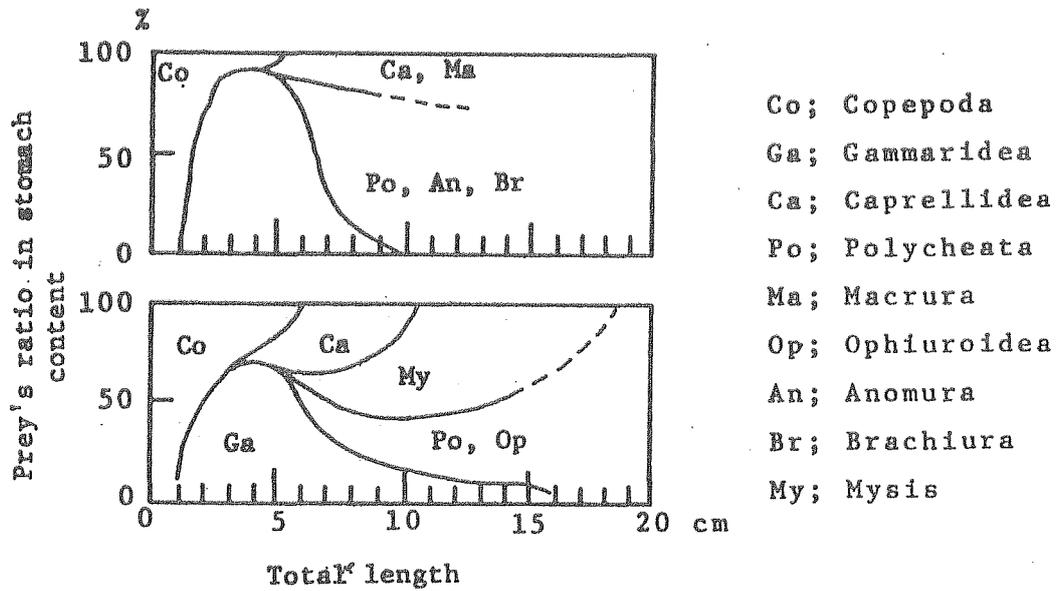


Fig. 9. Differentiation of food habits of *Pagrus major* through postlarva - adolescent stages. Upper; Hosonosu, Seto Inland Sea (After Imabayashi *et al.* 1976), Lower; Shishiki Bay, Kūshū Is. (After Tanaka *et al.*).

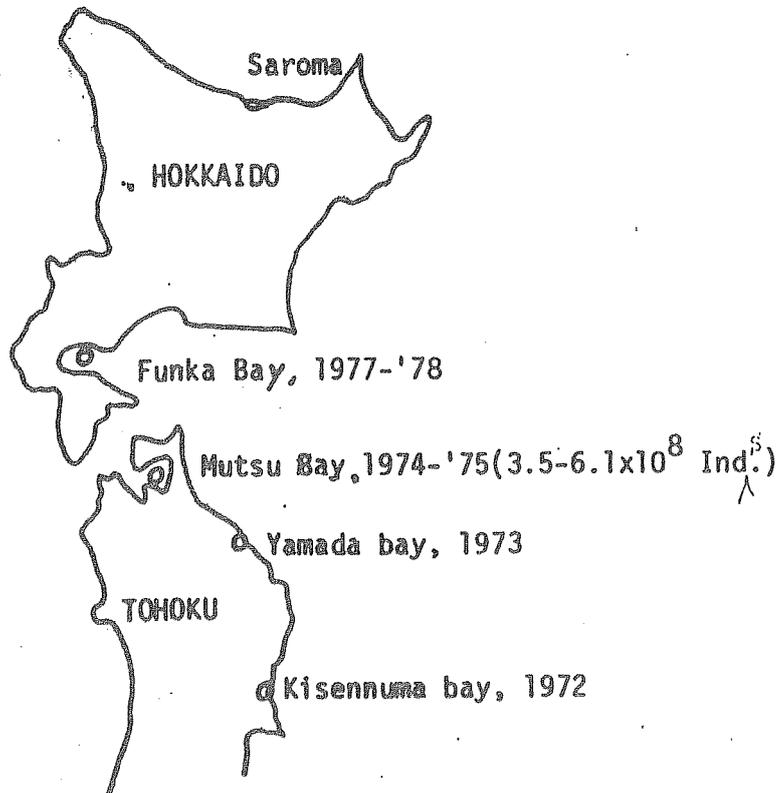


Fig. 10. Occurance of mass mortality of scallop in northern part of Japan.

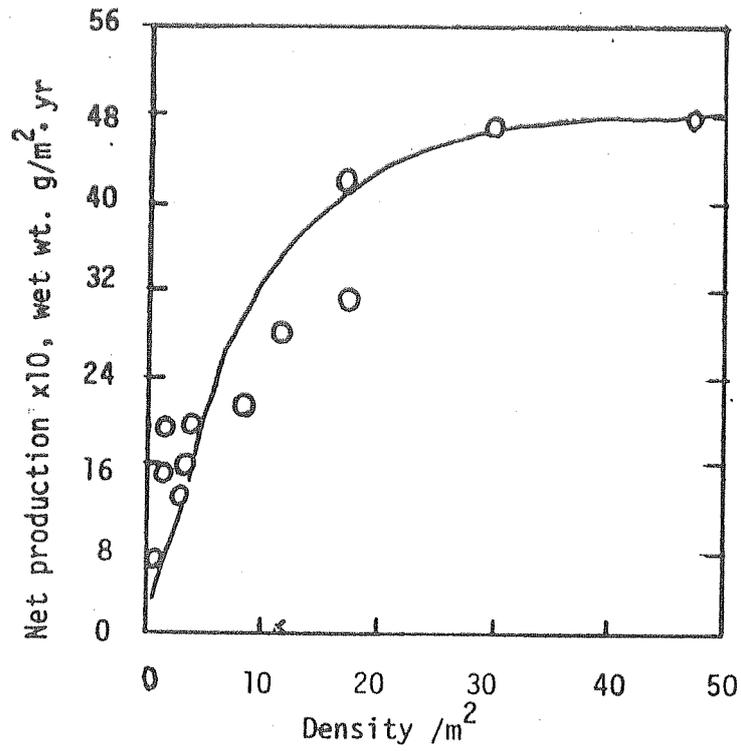


Fig. 11. Relation between the density and the net production of the scallop in Mutsu Bay (Yamamoto, 1975).

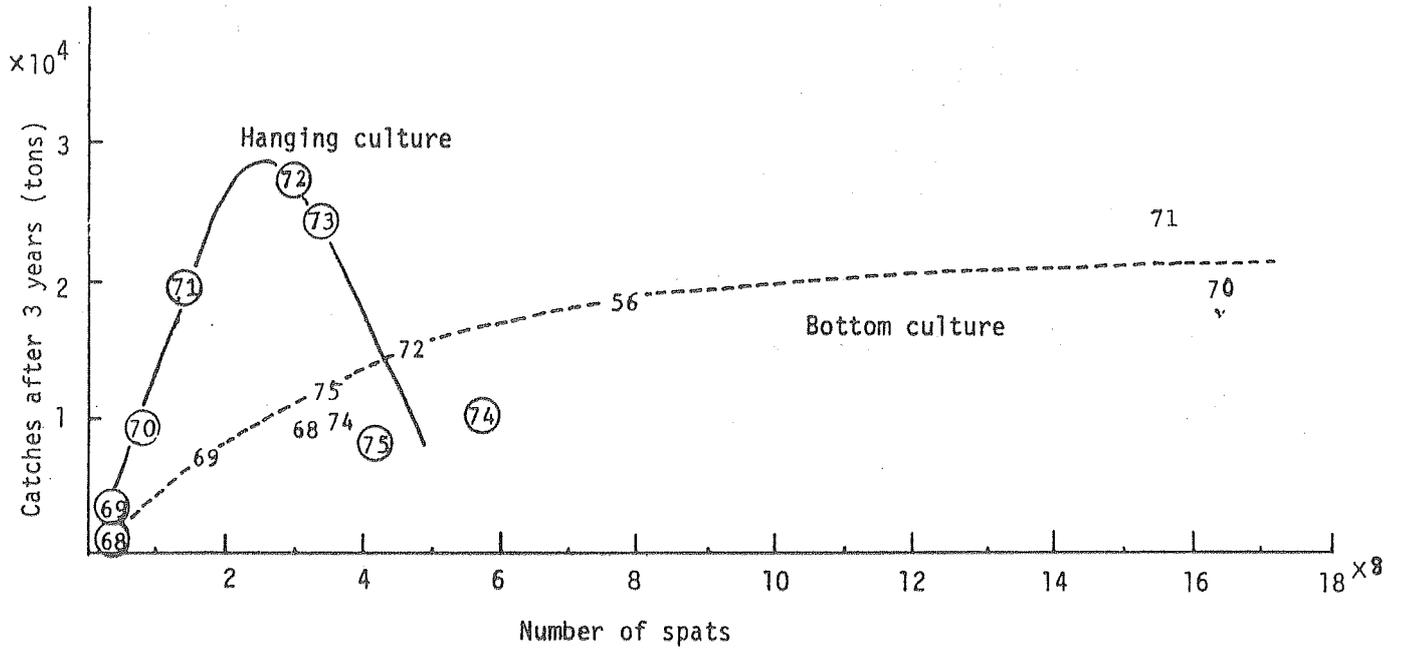
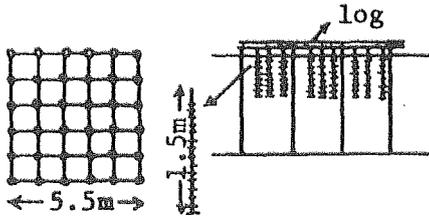


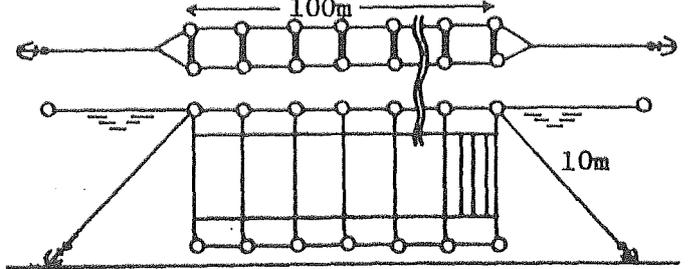
Fig. 12. Relationship between number of spats and catches after 3 years.

Rack method (1936-1953)



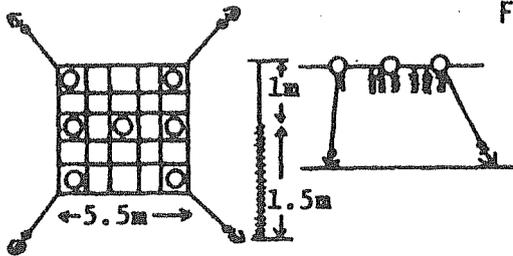
30 scallop shell collector  
per line  
200 lines per unit

Modified long-line method (1964)



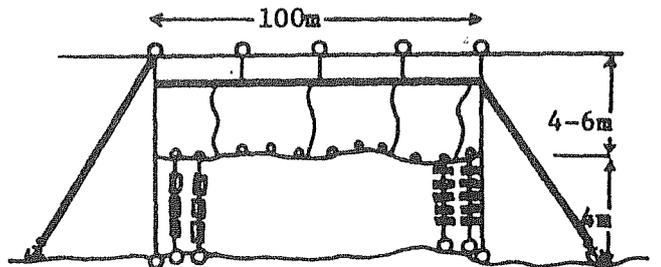
Collectors - H.Z. film, bynil net, etc.  
20 collectors per line  
20,200 lines per unit

Raft method (1954-1965)



80-100 scallop shell collectors  
per line  
210 lines per unit

From 1967 onward



42 30cm-cages and 310 50cm-cages  
per unit

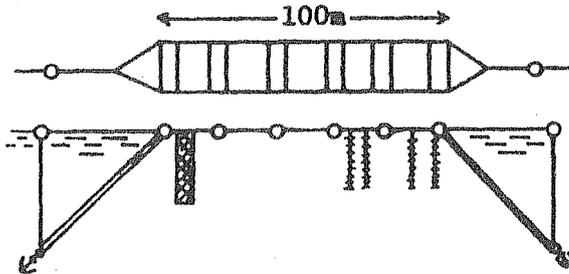
Number of spats collected

30cm-cages; 42 3,000 spats=126,000

50cm-cages; 310 1,000 spats=310,000

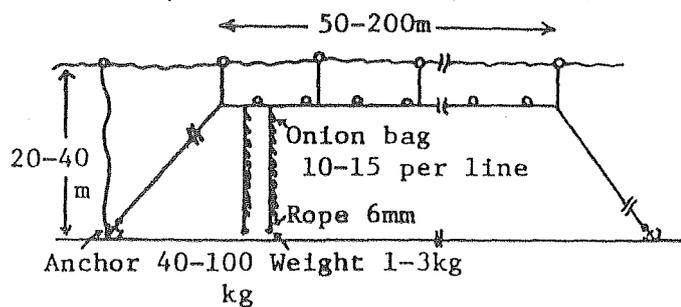
Total=436,000 spats

Long-line method (1961-1964)

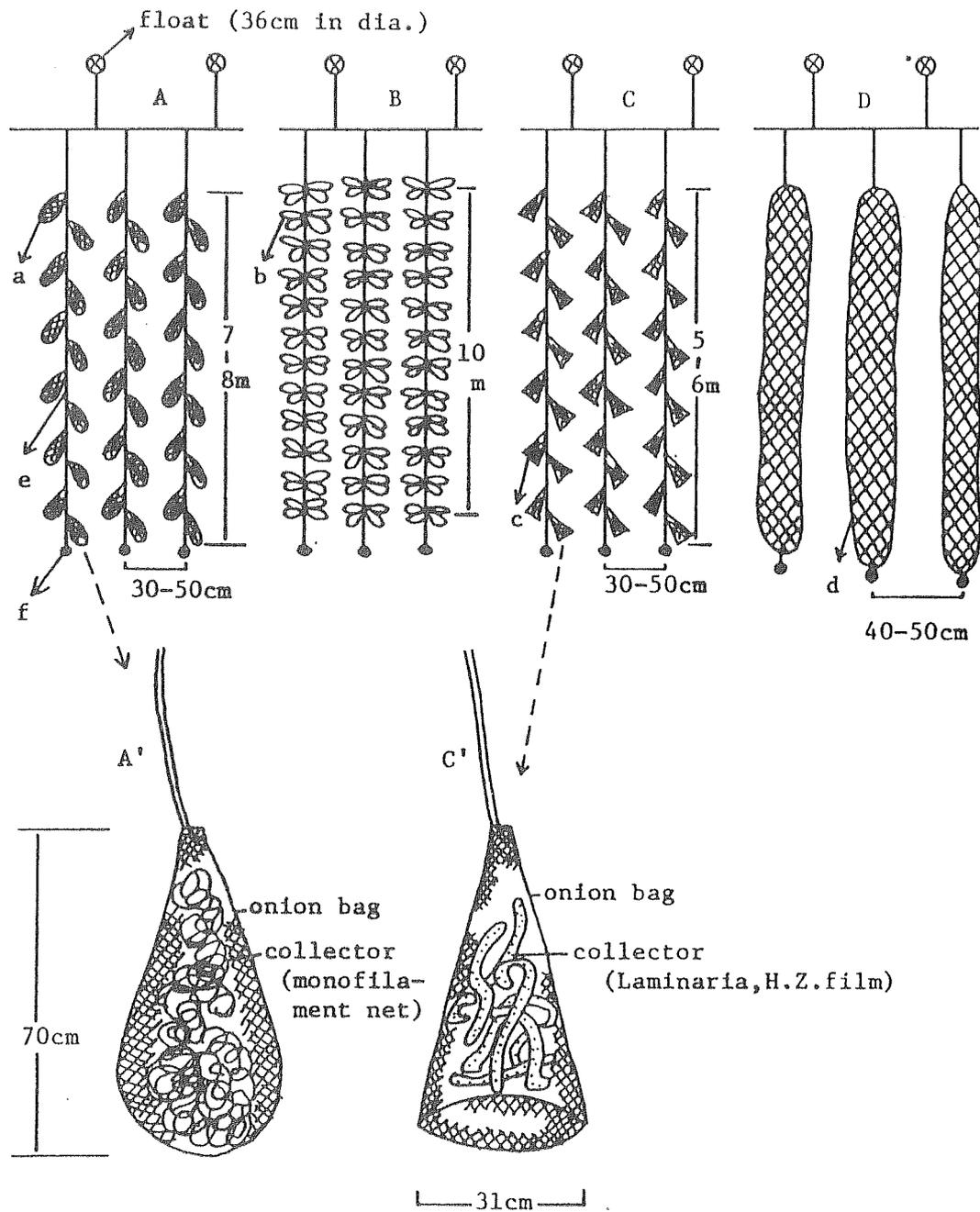


80-100 scallop shell collectors  
per line  
210 lines per unit

Present spat collection in Mutsu Bay



App. I. Progress of spat collection in Saroma Lagoon.



App. II. Recent facilities of spat collection.

- a : Onion bag - Nylon net, etc. inside. 15-16 bags per line.
- b : H.Z. film - Collect in onion bags (a) or cages (3mm mesh) before spats drop away.
- c : Onion bag framed with bynil-enclosed iron wire on the bottom - Spats are collected from collectors (b), (d) or Laminaria.
- d : Second-hand net collector - Gill net for flat fish, etc.
- e : Hanging rope - H.Z. rope (6mm in dia.).
- f : Weight - 0.8-1kg (sand or concrete).



## ASPECTS TECHNIQUES DES ÉCLOSERIES DE HOMARDS : PRODUCTION DES POST-LARVES ET DES JUVENILES

J. AUDOUIN

*I.S.T.P.M. 12 rue des Résistants 56470 LA TRINITÉ-SUR-MER*

### ABSTRACT

*Some aspects of the biology and of the ecology of larvae and post-larvae of lobster (Homarus sp) are summarized in order to illustrate the purposes of restocking trials carried out on each side of the Atlantic Ocean. Canadian and American experiments are analysed : the conclusions that can be drawn as well as those that cannot be drawn from these experiments are discussed. Present methods of rearing used in U.S.A., Canada and France, and the main problems (prevention of cannibalism, nutrition, diseases, etc.) are discussed. Results of American and French research carried out in order to obtain animals with special morphological characteristics are given. These animals could be utilised for assessing the impact of restocking attempts.*

On ne peut aborder les problèmes posés par la production de post-larves et de juvéniles des espèces du genre homard sans évoquer auparavant quelques aspects de leur biologie et de leur écologie, sans expliquer même brièvement les raisons qui ont conduit les chercheurs des deux rives de l'Atlantique à tenter des expériences de repeuplement.

Aussitôt écloses, les jeunes larves de homard ont une vie pélagique de vingt jours à un mois, l'étendue de cette période dépendant de la température ; leurs déplacements sont fonction des courants. Etant donné la force de ceux-ci, ces larves, si elles ont pu échapper aux prédateurs, ont de fortes chances d'être parvenues loin du lieu de leur naissance au moment où, commençant leur vie benthique, entre le 4<sup>ème</sup> et le 5<sup>ème</sup> stade, elles cherchent un abri sur le fond. C'est au cours de leur vie pélagique que les larves de homard présentent la plus grande vulnérabilité. On pense généralement que, dans le milieu naturel, le taux de survie jusqu'au 4<sup>ème</sup> stade varie d'une année à l'autre. La difficulté d'évaluer ce taux de survie explique sans doute les avis différents exprimés par certains chercheurs. Selon SCARATT (1964) il serait compris entre 0,2 et 2,5 %. SCHLESSER (1977), quant à lui, pense que seulement 1 sur 100.000 survivrait à la période larvaire, la plupart des larves étant avalées par les poissons et les oiseaux de mer, ou jetées au rivage.

Il paraît intéressant, afin de compléter les mesures de protection réglementaires, d'élever des larves à l'abri des prédateurs jusqu'au début de leur vie benthique avant de les lâcher dans le milieu naturel. Des essais de ce genre ont été tentés dans différents pays depuis le milieu du XIX<sup>ème</sup> siècle. Il ne paraît pas inutile de rappeler les plus importants, c'est-à-dire des expériences canadiennes et américaines. Il convient de souligner que deux méthodes différentes ont été mises en œuvre : la première basée sur l'éclosion et la libération de larves au 1<sup>er</sup> stade, c'est-à-dire pélagiques, la deuxième basée sur la libération sans précaution spéciale d'animaux venant de passer au stade 4, dont la plupart n'étaient pas encore parvenus au stade benthique.

Partant de l'hypothèse suivant laquelle le nombre de larves écloses joue un rôle important qui détermine le succès des pêcheries commerciales, le Canada a construit et fait fonctionner quatorze écloséries de homards entre 1891 et 1917. On a tenu compte de la difficulté d'appliquer les règlements concernant la protection des femelles œuvées, les écloséries étant considérées comme un moyen de sauver les œufs qui autrement seraient détruits dans les conserveries. Ainsi, les œufs prélevés sur les femelles œuvées étaient placés dans des jarres alimentées en eau de mer courante. Chaque jour les larves étaient relâchées dans le milieu naturel. La production totale de ces écloséries a été évaluée à 905 millions de larves (RODD 1915). Je dis bien de larves et non de post-larves. Les recherches menées à cette époque ont révélé des mortalités extrêmement élevées dues en partie au mélange des œufs anciens prêts à éclore avec des œufs nouveaux qui n'étaient pas susceptibles d'éclore avant l'été suivant. WILDER pense que la production de larves a été grossièrement surestimée. Sur la base de ces conclusions, les écloséries canadiennes ont été fermées en 1917 et un effort plus grand fut appliqué à la protection des femelles portant des œufs. Aux Etats-Unis, la découverte aux environs de 1900 que 25 % des larves nouvellement écloses pouvaient être élevées jusqu'au stade 4 fut considérée comme un succès majeur pour la culture du homard. Il sembla évident que les captures commerciales pourraient être soutenues par l'élevage et la libération de larves parvenues au stade 4. Aussi, la première station d'élevage fut construite à Wickford, Rhode Island en 1900 ; elle fonctionna pendant quarante cinq ans. Au cours de ses 25 dernières années de fonctionnement, elle produisit annuellement environ 1 million de 4<sup>ème</sup> stade et de post-larves parvenues au début du 5<sup>ème</sup> stade. Une station semblable, qui fonctionna à Boothbay Harbor, Maine entre 1937 et 1948, eut une production annuelle de 300.000 larves au 4<sup>ème</sup> stade. Les recherches faites par Taylor ont montré que la production, largement surestimée, était trop faible pour avoir un effet mesurable sur la pêche commerciale.

La seule station fonctionnant maintenant en Amérique du Nord, avec comme principal objectif l'augmentation des stocks par immersion de post-larves, a été construite dans l'Ile de Martha's Vineyard en 1951. Elle relâche environ 375.000 "4<sup>ème</sup> stade" annuellement.

Dans la plupart des cas qui viennent d'être examinés il convient de souligner le fait que les jeunes homards ont été relâchés à la mer sans précaution alors que les larves étaient souvent pélagiques : ce n'est pas sans raison que les Américains appellent le 4<sup>ème</sup> stade, le "free swimming fourth stage". Les observations concernant le comportement des jeunes homards et des prédateurs ont montré qu'un nombre infime a pu survivre dans ces conditions.

Ainsi, on vient de voir que si les résultats obtenus ont été décevants, s'ils ont conduit à la conclusion que ces immersions n'ont pas eu d'impact visible sur les apports, il ne pouvait en réalité en être autrement. Il ne convient donc pas de tirer argument de ces faits et d'en conclure trop hâtivement que l'on ne croit pas au repeuplement en affirmant que l'on a rejeté à la mer des centaines de milliers, puis des millions, des centaines de millions, enfin des milliards de bébés-homards... Je m'inscris contre ces assertions... Il n'y a pas eu rejet à la mer de milliards de bébés-homards au sens où nous l'entendons désormais, comme pourrait le laisser entendre certain article de presse paru en octobre 1978 sous le titre "des histoires de bébés-homards". Nous ne racontons pas d'histoires et les juvéniles en provenance de l'éclosérie d'Houat, immergés tout récemment en Bretagne, n'ont rien à voir avec les larves jetées par dessus bord Outre-Atlantique au siècle dernier. Je ne pense pas que l'on puisse convaincre en disant que l'on croit ou l'on ne croit pas au réensemencement de la mer. Le repeuplement n'est pas une religion, même si l'enthousiasme des pêcheurs peut ressembler à un acte de foi.

Quoi qu'il en soit, depuis quelques années, compte tenu de la diminution des stocks naturels, de l'augmentation de la valeur marchande des homards et de l'accroissement de la demande, on tend à considérer (KENSLEY, 1970) que les problèmes posés par l'élevage de ces crustacés méritent d'être réexaminés.

Les recherches technologiques entreprises principalement aux Etats-Unis, au Canada et en France au cours de la dernière décennie ont conduit à des progrès certains. Nous examinerons successivement les méthodes conçues dans ces trois pays :

## Méthodes américaines

— Elevage des larves. Pour l'élevage des larves, des bacs spéciaux ont été conçus par HUGHES, SCHLESSER et T'CHOBANOGLIOUS à l'écloserie d'Etat du Massachussetts dans l'île de Martha's Vineyard. Ils sont cylindriques et leur base est de forme hémisphérique. Leur capacité unitaire est de 38 litres. Un flot continu d'eau de mer parvient au fond de ces récipients ; son débit atteint 10 litres par minute. L'eau est dispersée par un dispositif composé de multiples trous et surmonté par un écran perforé destiné à retenir à la fois les larves et leur nourriture. Une canalisation centrale assure l'évacuation de l'eau maintenue à niveau constant. Des perfectionnements ont été apportés à ces bacs par SERFLING, VAN OLST et RICHARD FORD (1974) qui les ont groupés en unité fonctionnant en circuit fermé avec un équipement de filtration et de stérilisation de l'eau par les rayons ultra-violets. Ces unités sont dotées d'un échangeur permettant de maintenir l'eau à 20/22°C, température optimale d'élevage. Le taux de survie au 4<sup>ème</sup> stade obtenu par HUGHES serait de 40 à 50 % en utilisant des *Artemia salina* adultes congelées comme nourriture, avec des concentrations atteignant 60 larves de homard au litre. Les recherches menées à l'Université de San Diégo et à l'Université de Californie auraient permis d'accroître le taux de survie jusqu'à 70/80 % à des densités semblables et en utilisant des *Artemia salina* vivantes distribuées par des dispositifs automatiques. Les post-larves sont obtenues en 10 jours à 22° C.

A la suite de recherches récentes, CALBERG et VAN OLST sont parvenus à la conclusion qu'un plan comprenant trois phases distinctes convenait à la production commerciale des homards. Au cours de la première phase, les larves seraient élevées en commun dans les unités d'élevage qui viennent d'être décrites. La seconde phase concerne l'élevage en commun des juvéniles au cours des six premiers mois de leur vie. Nous citerons seulement pour mémoire la troisième phase au cours de laquelle les homards seraient élevés jusqu'à une taille marchande par une méthode basée sur l'utilisation de récipients d'élevage individuels en vue d'éliminer les pertes dues au cannibalisme.

### Elevage en commun des juvéniles

CALBERG et VAN OLST pensent que l'élevage en commun des juvéniles est possible mais signalent cependant que plusieurs expériences ont conduit à un taux de survie peu élevé et à la production d'animaux n'ayant pas une taille uniforme. Même avec une nourriture très abondante on doit s'attendre à des pertes relativement élevées dues au cannibalisme. Les chercheurs américains se sont efforcés d'améliorer les conditions d'élevage en tenant compte du comportement agressif et du caractère solitaire des jeunes homards. Dans des raceways ils ont mis à leur disposition des abris ou des refuges, ce qui est susceptible de réduire d'une manière significative le taux de cannibalisme. Les résultats d'une récente série d'expériences ont conduit à l'utilisation de structures multi-couches disposées verticalement en nid d'abeilles. Ces systèmes à trois dimensions seraient susceptibles d'accroître les taux de survie au-delà de ceux qui sont observés dans des configurations bidimensionnelles.

La densité optimale serait de 100 stades 4 par m<sup>2</sup> de fond de bassin : elle permettrait de passer à une densité de 40 par m<sup>2</sup> d'animaux ayant une longueur moyenne de 20 mm à la fin du 6<sup>ème</sup> mois de la période d'élevage. Les chercheurs américains ont étudié l'influence de la photopériode sur le comportement des juvéniles. Il semble qu'une obscurité constante produit un plus petit nombre de survivants dans les systèmes d'élevage en commun et qu'un cycle de lumière compris entre 18 et 24 heures donne les meilleurs résultats. Une exposition prolongée à la lumière entraîne une réduction des risques de combats. En effet, les juvéniles ayant des mœurs nocturnes restent dans leurs abris individuels pendant une grande partie de la période d'élevage. Ceci conduirait également à un accroissement de la vitesse de croissance dû à la réduction de la dépense d'énergie en activité locomotrice. Selon les chercheurs américains déjà cités, le cannibalisme peut être un avantage car c'est un processus de sélection biologique qui élimine les individus qui sont les moins bien adaptés à l'environnement lié à l'élevage. A l'issue de cette période de 6 mois d'élevage en commun, chaque survivant a atteint une taille telle, que les pertes supplémentaires dues au cannibalisme ne pourraient être tolérées du point de vue économique. Aussi dans la 3<sup>ème</sup> phase du processus d'élevage, l'élevage en cases individuelles serait impératif.

## Méthodes canadiennes

CASTELL, au laboratoire d'Halifax en Nouvelle Ecosse, a obtenu de bons résultats dans l'élevage des larves de homards en utilisant une méthode beaucoup plus simple que la méthode américaine. Pour l'éclosion il a utilisé des aquariums (76 x 50 x 30 cm) en fibre de verre alimentés en eau de mer à raison de 1 à 2 litres par minute. Ces aquariums sont munis d'un piège à larves qui permet de recueillir celles-ci. Il s'est inspiré d'un système utilisé par Hughes à l'écloserie de Martha's Vineyard. Des bacs du même type servent à l'élevage mais ne reçoivent pas un apport continu d'eau de mer. Ils sont seulement remplis d'eau à 20° C ; ils comportent un aérateur ; 500 à 2.000 larves sont placées dans chaque aquarium. Sur la côte Est du Canada, il n'est pas possible de se procurer des *Artemia salina* adultes. Aussi CASTELL ajoute une fois par jour aux bacs d'élevage une quantité abondante de nauplii nouvellement éclos d'*Artemia salina* (200 par litres le premier jour, ce qui fait 20 à 80 nauplii par larve).

Tous les deux ou trois jours les larves de chaque bac d'élevage sont transférées dans un autre aquarium semblable aux premiers. Les bacs ainsi libérés sont nettoyés, désinfectés puis réutilisés. CASTELL s'est livré à des expériences tendant à déterminer la densité optimale de larves à placer initialement en élevage. Il s'attendait à obtenir des pertes élevées dues au cannibalisme dans les bacs à forte concentration. En fait, le taux de survie a été le plus élevé dans les bacs contenant respectivement 500 à 1.000 larves soit 52 à 53 %. Cette mortalité a été attribuée au cannibalisme dans le cas des bacs à forte concentration et dans ceux qui contenaient moins de 200 larves, l'auteur qui a le sens de l'humour pense que les animaux semblent morts de solitude !.

On remarque que cette méthode comporte deux inconvénients : les larves doivent être manipulées deux à trois fois lors du cycle d'élevage et l'utilisation de nauplii exige une dépense élevée due au coût des œufs d'*Artemia salina* qu'il est de plus en plus difficile de se procurer.

AIKEN et WADDY à la station biologique de St Andrews, considèrent que, si des taux de survie élevés sont obtenus en élevage intensif des post-larves par l'utilisation de compartiments individuels, cette méthode entraîne des travaux de routine nombreux et donc onéreux concernant le contrôle, la nourriture et le nettoyage. Aussi ils ont étudié les possibilités d'élevage en commun des juvéniles. Le cannibalisme et le nombre d'animaux blessés sont élevés ; le taux de survie est relativement bas dans les conditions d'élevage en commun mais, dans une certaine mesure, ces inconvénients sont compensés par une réduction des travaux d'entretien, une croissance plus rapide des animaux dominants et la consommation des morts et des moribonds par les autres animaux présents dans le bac.

Les expériences de AIKEN et WADDY ont été réalisées dans des bacs de 0,60 x 2,4 m x 0,20 m à double fond en PVC perforé. L'eau pénètre à l'une des extrémités et est évacuée à l'extrémité opposée par un trop plein. L'excès de nourriture qui tombe à travers le double fond peut être évacué à l'aide de vannes.

Il convient de préciser la stratégie d'élevage de ces chercheurs : le taux de mortalité des jeunes homards est très élevé durant les premiers stades de développement et décline rapidement ensuite. Quelques animaux ont une croissance plus rapide que les autres et ces différences de croissance favorisent la mortalité. Il est possible de réduire celle-ci et de provoquer une croissance plus uniforme par un contrôle des tailles effectué tous les deux mois. Les auteurs se sont efforcés d'établir la relation entre le substrat, la survie et la croissance.

Leurs résultats ont confirmé les observations de VAN OLST (1975) suivant lesquelles un substrat composé de coquilles d'huîtres est préférable pour l'élevage en commun à l'utilisation de tubes de PVC sable ou cailloux. Après 6 mois d'élevage en commun, les plus grands individus (25 à 30 mm de longueur de carapace) peuvent être transférés dans des compartiments individuels, les plus petits sont éliminés et pour les autres on poursuit pendant 2 à 4 mois l'élevage en commun.

Cette méthode canadienne est très voisine du plan de reproduction américain en trois phases que nous avons exposé précédemment. On retiendra cependant que l'élevage en commun des juvé-

niles entraîne dans le meilleur des cas un taux de mortalité de 82,7 % après deux mois et de 90 % après 6 mois. On peut se demander si c'est là le meilleur choix.

### Les recherches et réalisations françaises

Depuis 1966, des recherches ont été entreprises au laboratoire de l'Institut des Pêches Maritimes de Roscoff sur l'élevage des larves et post-larves de homards. Elles ont conduit à la mise au point d'une méthode d'élevage en casiers, basée sur la séparation des animaux. Compte-tenu de l'amélioration du taux de survie ainsi obtenu (plus de 80 %) et de la possibilité de poursuivre en casiers l'élevage au delà du 4<sup>ème</sup> stade, il a été décidé de créer à l'île d'Yeu en 1972 une éclosérie expérimentale utilisant cette méthode. J'ai déjà eu maintes fois l'occasion de décrire les installations intérieures et extérieures de l'Écloserie de l'île d'Yeu ; je me bornerai donc à donner quelques indications sur la méthode utilisée.

Les pêcheurs apportent à l'éclosérie les homards œuvés, dès leur arrivée au port. Les femelles dont les œufs sont sur le point d'éclore sont placées dans les bacs d'éclosion. Chaque matin, les larves au 1<sup>er</sup> stade sont recueillies et transférées dans l'un des bacs de 50 m<sup>3</sup> (10.000 environ par bac). Une partie de l'eau y est renouvelée chaque jour (5 à 10 m<sup>3</sup>). Les larves restent dans les bacs de 50 m<sup>3</sup> jusqu'à ce qu'apparaissent les premiers individus parvenus au 4<sup>ème</sup> stade (9 à 10 jours environ, à la température de 20° C). Au cours de leur séjour elles reçoivent régulièrement de la nourriture vivante : larves d'araignées de mer et *Artemia salina*. Eventuellement, un complément de nourriture à base de chair de mollusques et de crustacés finement broyée et d'artémies décongelées est distribué en petite quantité plusieurs fois par jour.

Le taux de survie au 3<sup>ème</sup> stade peut atteindre 90 % à condition de maintenir constamment un léger excès de nourriture vivante dans les bacs de 50 m<sup>3</sup>. Les larves parvenues au 3<sup>ème</sup> stade sont pêchées avec une épuisette et placées à l'aide d'un siphon dans les casiers des unités d'élevage situées à l'intérieur de l'éclosérie. Chaque case est destinée à recevoir une seule larve de homard. La nourriture est distribuée chaque jour à la seringue : il s'agit d'artémies adultes vivantes ou décongelées. Les cases sont nettoyées chaque matin à l'aide de poires en caoutchouc.

Les homards élevés à l'Écloserie de l'île d'Yeu, destinés au repeuplement des zones côtières, sont relâchés dans le milieu naturel lorsqu'ils atteignent le 5<sup>ème</sup> ou le 6<sup>ème</sup> stade. Quelques milliers de juvéniles d'un an ont également été relâchés en 1978 à partir des écloséries d'Yeu et d'Houat. Mais, en l'état actuel de nos connaissances, rien ne permet d'affirmer que le fait d'immerger des animaux plus âgés et donc ayant vécu plus longtemps en captivité donnera de meilleurs résultats que l'immersion de homards parvenus au 5<sup>ème</sup> stade. Cependant l'observation de leur comportement en captivité montre qu'ils n'ont rien perdu de leur agressivité naturelle.

Pour obtenir de bons rendements, supérieurs à 75 %, il convient de mettre à la disposition des crustacés une nourriture vivante abondante. A l'éclosérie de l'île d'Yeu cette nourriture est constituée, soit par des jeunes larves d'araignées de mer recueillies aussitôt l'éclosion dans des bacs où des géniteurs capturés en plongée sont stockés, soit par des nauplii d'artémie ou des artémies adultes nourries à l'aide d'algues unicellulaires dont les cultures sont réalisées à l'air libre et à la lumière solaire dans des bacs extérieurs. Pendant l'été on peut obtenir par bac de 1 m<sup>3</sup>, 400 à 900 g de nourriture vivante en une huitaine de jours. Il existe également un moyen commode d'élever des artémies, c'est celui qui a été expérimenté avec succès par PERSON-LE RUYET (1976) sur nourriture inerte (*Spirulina maxima*).

On ne peut parler du homard et de son élevage sans évoquer les maladies qu'il peut contracter et surtout la plus courante, la gaffkémie due à une bactérie, *Aerococcus viridans* qui pénètre dans le sang de l'animal par une blessure. Mise en évidence outre-atlantique en 1947 par SNIESKO et TAYLOR sur le homard américain, mon collègue Léglise et moi-même l'avons découverte pour la première fois en France en 1969 dans les viviers commerciaux de la région de Roscoff puis dans le milieu naturel où le taux de contamination est beaucoup plus faible que dans les viviers. La transmission de la maladie ne peut se faire que par le sang, par blessure ou par injection ; elle entraîne la mort de l'animal à plus ou moins brève échéance selon la température de l'eau. En Amérique et en Europe, des re-

cherches ont été menées pour la combattre. De nombreux antibiotiques ont été testés. L'un d'entre eux, la vancomycine, expérimentée au Canada et en France donne des résultats intéressants et la maladie peut être enrayerée si le traitement est appliqué à temps. Mais l'utilisation des antibiotiques pour des animaux qui doivent être livrés à la consommation humaine n'est pas souhaitable et doit être réservée à des animaux d'élevage considérés comme précieux, en particulier à des géniteurs participant à des expériences de génétique.

En tout état de cause il convient de souligner que la maladie n'est pas transmissible à l'homme et que le consommateur ne court aucun risque en ingérant des homards éventuellement contaminés.

Le plus sûr moyen d'éviter les épidémies dans un élevage de homards est de disposer d'une eau de bonne qualité. Une décantation préalable est parfois utile dans les régions où la mer est agitée ce qui entraîne éventuellement la mise en suspension du sédiment. Pour la stérilisation de l'eau dans les unités d'élevage, les rayons ultra-violetts donnent de bons résultats ainsi que le traitement à l'ozone, comme l'ont montré VIOLLE en 1929, FAUVEL en 1963 et plus récemment BLOGOSLOWSKI au laboratoire de Milford.

Depuis leur création, les écloséries de l'île d'Yeu et d'Houat ont produit plus de 1 million de post-larves qui ont été immergées en plongée dans les cantonnements ou leur zone d'influence. Certains pensent que toute tentative de repeuplement à petite échelle est, sauf cas particulier, vouée à l'échec. Cette affirmation est dictée principalement par le désir, légitime certes, d'accomplir une opération qui ait des conséquences visibles sur les stocks même lors de fluctuations naturelles de l'abondance de la population. Mais en ce qui concerne le homard, il n'existe aucune raison valable de penser qu'un lâcher de plusieurs millions de juvéniles sur un site donné entraînera de meilleurs résultats qu'un lâcher de quelques dizaines de milliers d'individus. Dans le premier cas, on dépasserait certainement les limites de la charge biotique maximale de l'habitat.

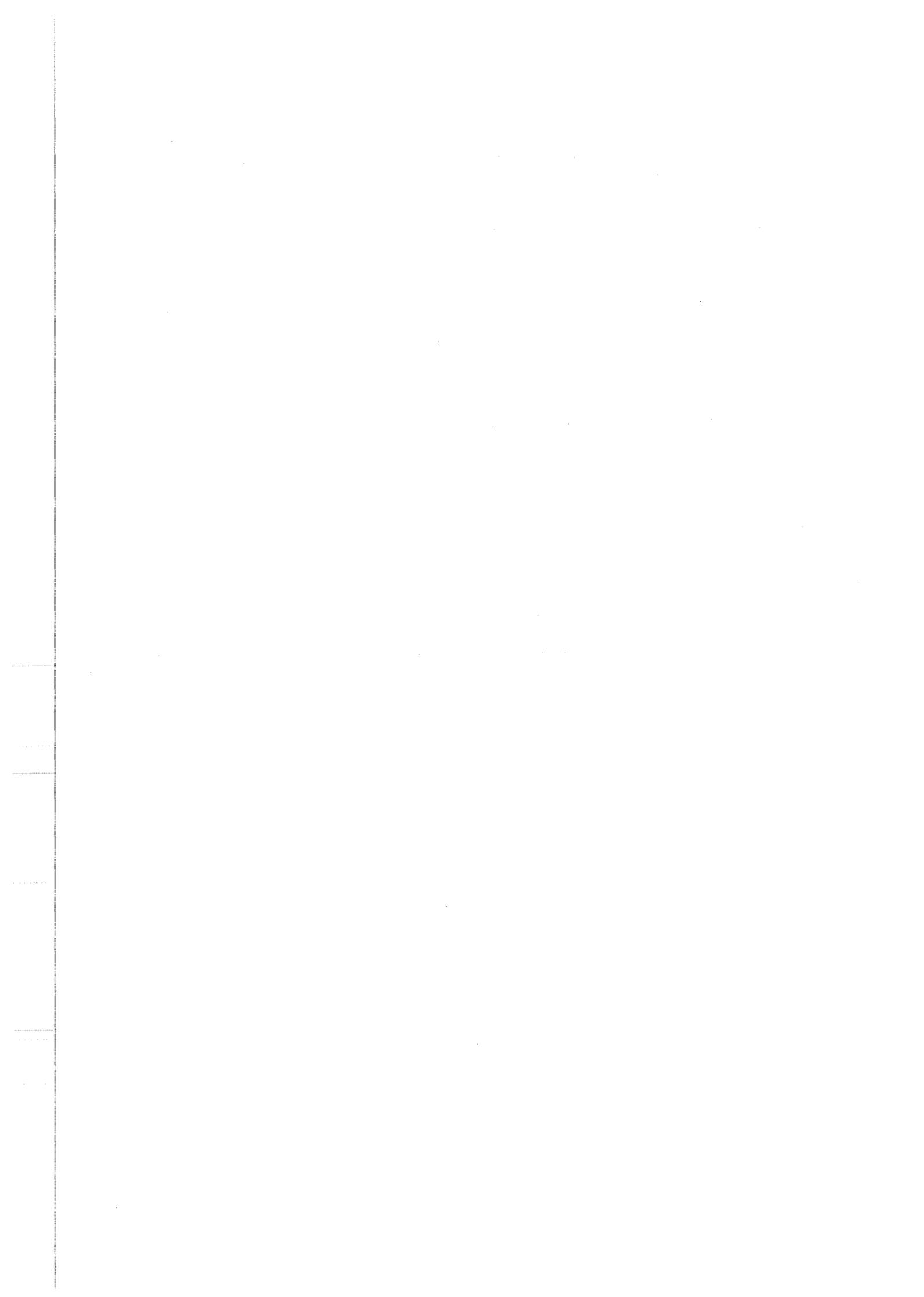
Le tableau 1 montre les immersions effectuées depuis 1972 à partir de l'écloserie de l'île d'Yeu. Dans le milieu naturel, la croissance du homard est lente : il faut environ 5 ans pour que la taille marchande de 23 cm qui correspond à la maturité sexuelle soit atteinte. Les homards apparaissent dans les captures un an auparavant. LE GALL et JEZEQUEL ont étudié la variabilité annuelle du recrutement dans une pêcherie littorale de homards. En utilisant, à travers les fiches de pêches fournies par les pêcheurs eux-mêmes les captures de homards en nombre ventilés par groupes de tailles commerciales, ils ont pu mettre en évidence une variabilité annuelle du recrutement pour la brève période considérée 1973-1975. Le nombre de recrues sur cette pêcherie peut varier de 1 à 2 d'une année à l'autre et l'amplitude de variation naturelle du nombre de recrues capturées annuellement (sur un minimum de 10.000 captures de taille commerciale) peut être de l'ordre de 2.000 individus. Pour que l'action d'une écloserie soit sinon efficace du moins sensible, il faut que son incidence soit nettement plus marquée que les simples fluctuations naturelles. Il faut donc selon ces auteurs et le cas de figure considéré qu'elle parvienne à produire annuellement 3 à 5.000 individus âgés de 4 ans dont 3.000 seraient capturés la première année et les survivants durant les 3 ou 4 années suivantes. Cette condition est-elle remplie ? Pour répondre à cette question il faudrait connaître le taux de survie des post-larves provenant des écloséries après 4 ou mieux 5 ans et plus. Or, il n'a pas été possible de marquer les jeunes post-larves car les méthodes classiques de marquage ne peuvent s'appliquer à des crustacés d'aussi faible taille. Aussi les chercheurs américains et français ont songé à obtenir par sélection, des homards présentant des caractères particuliers. Ainsi, on peut voir à l'écloserie, de Martha's Vineyard des homards aux couleurs inhabituelles (rouge ou bleu) ou présentant les deux pinces semblables. Selon Hughes qui dirige cette écloserie, ces caractères seraient héréditaires. En France, au laboratoire de l'Institut Scientifique et Technique des Pêches Maritimes de Roscoff, nous avons réussi à acclimater le homard américain et nous avons pu, à diverses reprises obtenir le croisement entre l'espèce américaine et le homard européen. Deux mille hybrides sont nés en 1975 à l'écloserie de l'île d'Yeu et mille trois cents d'entre eux ont été immergés sur le cantonnement voisin. Ils présentent des caractères morphologiques particuliers qui permettent de les distinguer à la fois de l'espèce américaine et de l'espèce européenne. Tout se passe donc comme s'ils étaient marqués. Les premières recaptures devraient intervenir à partir de 1980. On pourra alors commencer à apprécier l'impact des opérations de repeuplement. Dès que de nouveaux hybrides auront été obtenus, de

nouvelles immersions seront envisagées mais il convient de remarquer qu'il est préférable de réaliser cela à plusieurs années d'intervalle afin qu'il ne puisse y avoir de confusion lors des recaptures qui sont susceptibles de s'étaler sur une dizaine d'années. Il n'est pas souhaitable d'immerger des hybrides en d'autres points que celui qui a été choisi.

Les pêcheurs français souhaitent que les opérations d'alevinage soient poursuivies et intensifiées sans même attendre pour cela que la démonstration de l'efficacité des méthodes utilisées soit apportée. C'est un aspect dont l'on doit tenir compte. Il convient dans ces conditions de poursuivre les recherches tendant à améliorer les conditions d'élevage, ce qui doit conduire à un abaissement de prix de revient unitaire des juvéniles. Il convient également d'entreprendre des expériences d'immersion d'animaux plus âgés qui seraient plus aptes à être marqués, d'intensifier la production d'hybrides et de disposer de statistiques de pêche valables. Ainsi, il sera possible de faire une "évaluation correcte et sans complaisance de l'opération réalisée".

**Tableau 1 : IMMERSIONS EN PROVENANCE DE L'ÉCLOSERIE DE L'ILE D'YEU  
(1972 à 1978)**

Année	YEU	BREST	St GILLES Croix de Vie	NOIR- MOUTIER	ARRO- MANCHES	LA ROCHELLE RÉ	MORLAIX	AUDIERNE	VANNES	BASTIA	OLERON	Total des im- mersions
1972	17 000											17 000
1973	42 901	16 024	2 846	7 210		2 257 5 021						76 259
1974	59 004	27 381	9 811	25 920		21 252	5 102					148 470
1975	68 510	17 377	5 881	13 046		24 939		8 408				138 161
1976	48 442	20 349		5 594		10 221		6 760	9 398	10 200		110 964
1977	54 442	10 243		5 017		25 695					20 031	125 738
1978	36 398		8 058	10 085	10 310	24 086	10 127				20 205	108 959
	326 697	91 374	26 596	66 872	10 310	113 471	15 229	15 168	9 398	10 200	40 236	727 551



VARIABILITÉ ANNUELLE DU RECRUTEMENT  
ET ÉVALUATION DES BESOINS EN NOMBRE DE CAPTURES  
D'UNE PÊCHERIE LITTORALE DE HOMARD *HOMARUS GAMMARUS*  
EN BRETAGNE (ILE D'HOUAT) (1973, 1974, 1975, 1977, 1978)

J.Y. LE GALL\* et M. JEZEQUEL\*  
J. LOREC\*\* et Y. HENOCQUE\*\*

\* Centre Océanologique de Bretagne - B.P. 337 - 29273 BREST CEDEX  
\*\* Ecloserie à homard - APASUB - 56170 HOUAT

ABSTRACT

*Through the log-books of fishermen an estimation of the annual variability of recruitment (by annual first commercial size-class strength) in a coastal lobster fishery has been realized for five fishing seasons (1973 to 1978). For this feature, year 1975 appears as an exceptional lobster season for the whole fishery along Brittany coast, considering the apparent abundance of the recruits. The sharing out of the catches in commercial size-groups for this small fishery allows to estimate the minimal number of surplus-recruits (roughly one thousand 4 years old by year) to be produced by the juvenile (stage IV and V) lobster hatchery operating in the analyzed fishery area. This minimum level, if the hatchery impact has to be assessed from surplus commercial catches by this little fleet of nearby 20 crabs and lobsters fishing boats, approximates one thousand 4 years-age recruits trapped during first fishing season.*

Les actions, en vue de l'aménagement, la conservation et la gestion des stocks de homard sont menées en France dans deux directions : la création de **cantonnements** ou "sanctuaires" où des femelles sont immergées, et plus récemment la production massive en **écloserie** de homards juvéniles destinés à être immergés sur les zones de pêche aux stades IV et V. Il s'agit donc dans les deux cas d'une tentative d'intervention de l'homme dans la relation stock-recrutement, soit sur le stock en augmentant la fécondité potentielle du stock de géniteurs, soit sur le recrutement en modifiant l'effectif de juvéniles (stades IV et V) présents dans le milieu.

Pour apprécier l'incidence éventuelle des immersions de jeunes sur les captures de la pêche à long terme, il est nécessaire de connaître la variabilité annuelle du nombre de jeunes recrues naturelles sur la pêche à long terme où les immersions de juvéniles sont pratiquées. En 1973, dès le début des immersions dans la zone du littoral sud de Bretagne (Quiberon, Belle-Isle, Houat et Hoëdic), un système **d'enquêtes par fiches de pêche** a été mis en place pour recueillir les données sur les captures et l'effort de pêche.

## I. — COLLECTE ET TRAITEMENT DES DONNÉES.

### 1. — Fiches de pêche.

Définie en collaboration entre les pêcheurs et l'analyste, la fiche de pêche quotidienne recueille les données des captures ventilées selon quatre groupes de taille commerciaux : "rejetés" (inférieurs à la taille légale minimale de capture de longueur totale 23 cm et de poids inférieur à 300 g), "portions" (P) (de 300 à 600 g), "gros" (G) (de 600 à 2000 g) et "très gros" (TG) (plus de 2000 g). Simultanément la fiche de pêche indique l'effort de pêche développé en nombre de casiers, nombre de filières et temps d'immersion. D'autres renseignements portant sur la répartition en profondeur des captures (0-10, 10-30, plus de 30 m) ne sont pas considérés dans cette étude.

La flottille concernée comporte environ une vingtaine de bateaux caseyeurs, 20 à 25 selon les années et les mois. En raison de la classique réticence des pêcheurs à communiquer leurs résultats de pêche, de 1973 à 1975 le nombre de fiches de pêche quotidiennes collectées a diminué très nettement. Fort heureusement, cette diminution va dans le sens d'une sélection des informateurs les plus motivés par cette enquête et dont les renseignements sont les plus crédibles.

ANNÉE	1973	1974	1975	1977	1978
Nb de bateaux concernés	15	10	8	9	4
Nb de fiches de pêche	1315	964	447	636	456

### 2. — Calcul d'un indice moyen de rendement.

Une analyse préalable des renseignements collectés sur les fiches de pêche, montre que le temps d'immersion des casiers est constant et de l'ordre de 24 heures. Il est donc possible de calculer le rendement journalier par groupe de taille et pour une unité d'effort donnée. L'unité d'effort choisie est la centaine de casiers qui correspond à un indice de rendement fréquemment utilisé par les pêcheurs : capture/100 casiers/jour.

Les captures sont déclarées par groupes de taille (groupe de commercialisation), il est donc possible d'obtenir un indice de rendement journalier pour chaque groupe. De façon évidente, et en raison même de la sélectivité de l'engin de pêche (écartement des lattes de casiers), le groupe des jeunes "rejetés" est numériquement sous-représenté. D'autre part, les échelles de variation des poids entre le groupe des "gros" et des "très gros" se recouvrent partiellement, ce qui rend plus imprécis la répartition des individus entre ces deux groupes de tailles. De plus, le groupe des très gros est également très peu représenté numériquement en raison du taux d'exploitation élevé de ce stock. Finalement, un seul groupe de taille paraît défini de façon satisfaisante pour les besoins de l'étude : celui des "portions" en raison de l'existence d'une borne inférieure (taille minimale légale) parfaitement définie et d'une contrainte nette du marché pour la borne supérieure. En raison de l'étalement de la période de libération des larves sur deux à trois mois, du taux de croissance lent de l'espèce, et l'âge au recrutement élevé (environ 4 années), il est impossible d'assimiler le groupe de taille des "portions" exclusivement à un groupe d'âge parfaitement défini de type génération annuelle ou cohorte. Cependant, les homards mous (venant de muer) sont rares dans les captures ; la période de mue se situe en moyenne en fin d'été. Selon les observations de GIBSON (1967, 1969) HEPPEL (1967), THOMAS (1958), CONAN et GUNDERSEN (1976), les animaux de cette famille ("portions") ne muent qu'une fois par an, et leur accroissement éventuel par mue ne leur permet pas de passer, au cours d'une saison de pêche, du groupe des "portions" au groupe des "gros".

Ceci permet donc d'affirmer que si le groupe des "portions" n'est pas composé exclusivement par les recrues, ce groupe de taille commerciale comprend toutes les recrues de la pêcherie pour l'année considérée, et que celles-ci en constituent la très forte majorité auxquelles s'ajoutent quelques individus ayant été recrutés l'année précédente. Les fluctuations d'abondance de ce groupe de taille au cours de la saison et entre les différentes années marqueront donc les tendances ou l'aspect aléatoire des variations du recrutement sur ce stock.

### 3. — Sélection et transformation des données.

#### — Homogénéisation de la flottille.

Ayant choisi comme indice de rendement la CPUE/groupe de taille/100 casiers/jour, il reste à tenter de rapprocher cet indice de rendement d'un indice d'abondance du groupe de taille considéré en pratiquant une certaine sélection et transformation des données. L'intérêt de cet ensemble de données provient de son effectif, de la localisation de la collecte sur une zone géographique très restreinte et du nombre suffisant d'informateurs (4 à 15 bateaux). Il s'agit donc, par le biais d'une sélection objective, d'extraire une information "moyenne" représentative de la pêcherie, d'où la nécessité de rechercher au sein des données celles qui s'écartent très nettement de la moyenne et dont l'originalité peut provenir d'un comportement atypique de l'action de pêche ou de la nature erronée des renseignements fournis. Nous avons donc cherché à homogénéiser notre flottille en excluant les informateurs douteux ou dont la série est trop incomplète.

Afin d'homogénéiser la flottille, nous avons eu recours à l'analyse multivariable, considérant selon la terminologie de BLANC et al. (1976) chaque informateur (bateau) comme une variable et chaque CPUE/portions/100 casiers/jour comme observation, du début à la fin de la saison de pêche. Recherchant ici la structure de cet ensemble de données et l'hétérogénéité entre variables au sein de la flottille, nous avons donc appliqué une transformation logarithmique ( $\text{Log}(x + 1)$ ) aux indices journaliers afin de réduire l'effet de changement d'abondance au cours de la saison. Nous avons appliqué différentes analyses : analyse de correspondance simple sans option particulière, puis analyse en effectuant un centrage des variables afin de mieux mettre en évidence les originalités de certains bateaux.

#### — Résultats de l'analyse multivariable.

A titre d'illustration de la méthode, nous avons extrait quelques résultats issus de l'analyse de correspondance simple pour la saison de pêche 1975. La projection des observations (prises journalières) (fig. 1a, 1b) et des variables (bateaux) (fig. 1c et 1d) selon les trois premiers axes déterminants permet de reconnaître, à titre d'exemple pour l'année 1975, une incontestable originalité de comportement pour certains informateurs. Le rapprochement, par projection simultanée des variables et des observations, permet de déterminer aisément la nature des trois premiers axes. L'axe 1 (x) décrit l'évolution temporelle des captures de homards portions, au cours de la saison de pêche de juin à septembre 1975, et démontre graphiquement une évolution cyclique avec retour à la situation initiale en fin de saison. La disponibilité des homards par rapport à l'engin de pêche croissant avec la saison de mai à août, cet axe temporel est également l'axe de la plus grande abondance saisonnière. Ainsi les bateaux n'opérant que durant les mois de la saison de pêche les plus favorables (juillet et août) se placeront à droite sur ce premier axe ; c'est typiquement le cas du bateau DM qui n'exerce sa pêche en 1975 qu'à partir du premier juillet, et qui, de plus, réalise à même époque de meilleures pêches que les autres navires. Cette caractéristique tend à accuser son déplacement sur la droite de l'axe, sans que son comportement soit pour autant atypique. Il doit donc être conservé dans l'ensemble des bateaux représentatifs de la flottille.

A l'opposé, sur cet axe 1 premier axe déterminant, et qui marque l'évolution temporelle et de rendement, se situe typiquement le bateau ME qui ne pêche en 1975 que durant un mois et demi en début de saison du 15 juin à la fin de juillet. Il ne peut donc durant cette période réaliser d'excellents rendements, et se cantonnera donc à l'extrémité gauche du premier axe. Il est néanmoins représentatif des phénomènes en début de saison et doit donc être conservé dans le groupe des bateaux typiques.

Les deux axes suivants dans l'ordre d'importance décroissante de la variance liée sont les axes 2 et 3 (axe des y pour les figures 1a, b, c, d) expriment l'originalité et même le caractère atypique de certains bateaux. En 1975, particulièrement, le caseyeur PO ne fournit que 18 fiches de pêche sur l'ensemble de la saison dont certaines de qualité douteuse. Il en est de même du bateau RC ayant donné 26 fiches seulement dont l'une (15e jour de pêche, observation 15) complètement aberrante et très probablement fausse. Enfin, le bateau HP se singularise également par un ensemble de rendements journaliers établis sur deux semaines en fin de saison, dont les résultats sont complètement différents du reste de la flottille, mais cependant proches de ceux déclarés par DM. A titre de précau-

tion, et aux fins d'homogénéisation de la flottille, ces 3 informateurs PO, RC et HP sont écartés et leurs prises non considérées dans l'ensemble "flottille homogène". Il faut remarquer toutefois que l'isolement d'un informateur sur un axe, et un axe seulement, ne suffit pas à le considérer comme atypique, et à l'éliminer. Ainsi, les raisons de la singularisation du bateau AA sur l'axe 3 s'expliquent simplement par le fait qu'il s'agit d'un navire exerçant sa pêche tout au long de la saison, soit avant (observations 1 à 7) et après (90 à 98) (fig. 1a et 1b) les autres caseyeurs. Il bénéficie ainsi d'une certaine originalité par rapport à l'ensemble de la flottille sans pour autant que ses renseignements ne soient entachés de doute.

Analysée ainsi par pêche quotidienne et pour chaque informateur, la flottille peut être homogénéisée pour chaque saison de pêche. Ainsi, à titre d'exemple et pour la saison de pêche 1975, la flottille homogène regroupera les six bateaux (AV, LH, AA, H, ME, DM), dont les prises quotidiennes seront considérées comme représentatives.

#### — Prise moyenne journalière de la flottille et indice d'abondance par groupe de taille.

A l'issue de cette homogénéisation, il est donc possible de calculer le rendement moyen journalier des captures de homards "portions" pour 100 casiers (= CPUE "P" / 100 casiers/jour) pour la flottille, et pour chaque saison de pêche (1973-1978). Cependant, cet indice journalier de rendement de la pêche demeure encore très ponctuel et notoirement soumis à l'influence de la météorologie, du rythme des marées et de la répartition des jours de travail ou de congé au cours de la semaine. Cette série temporelle à base journalière doit donc être lissée en réalisant la moyenne des rendements journaliers sur 3 jours consécutifs.

#### — Indice d'abondance par groupe de taille.

Une fois la flottille homogène définie, le même procédé de calcul de la prise moyenne journalière pour 100 casiers, conduisant à un indice d'abondance moyen journalier, peut être calculé pour les trois groupes de taille (portions, gros et très gros) et pour chaque année du début à la fin de saison (fig. 2a, b, c, d, e).

## II. — RÉSULTATS

### 1. — Evolution journalière, saisonnière et annuelle des rendements de pêche par groupe de taille.

La première constatation que l'on peut faire est la bonne répartition des captures selon les trois groupes de taille commerciaux utilisés : "portions" très nettement plus abondants que les "gros" et "très gros" extrêmement rares sur cette pêcherie ancienne et fortement exploitée. On remarque également le développement saisonnier de cette pêcherie, variable d'une année à l'autre, notamment en ce qui concerne le début de la saison de pêche très précoce en 1974 par rapport aux deux autres années.

Un des phénomènes intéressants est la nette tendance des rendements sur "portions" à rejoindre les rendements sur les "gros". Cette tendance traduit partiellement le taux d'exploitation élevé de ce groupe des recrues commercialement très prisé.

La seconde observation porte sur l'apparente hétérogénéité des phénomènes d'une année à l'autre et tout particulièrement l'originalité de l'année 1975 pour laquelle l'abondance apparente des portions (estimée par les rendements moyens journaliers) est deux fois plus élevée que la moyenne des années 1973 à 1978. Cette caractéristique de l'année 1975, année de grande abondance des "portions", apparaît nettement par comparaison aux deux années précédentes (fig. 3a et fig. 3b).

Selon les estimations généralement admises de taux de croissance du homard en mer Celtique (GIBSON, 1967 ; HEPPER, 1978) et mer de Norvège (CONAN and GUNDERSEN, 1976), les recrues (portions) mesurant 23 à 25 cm doivent être âgés de 4 ans. Ainsi l'abondance inhabituelle de jeunes homards en 1975 pourrait être due à l'existence de conditions climatologiques exceptionnellement favorables à la survie des larves et juvéniles de homards au cours de l'été 1971.

Enfin, une enquête plus largement étendue à l'ensemble du littoral armoricain jusqu'aux Iles Chausey démontre que cette saison 1975 fut exceptionnellement marquée par l'abondance des

jeunes homards, et que seule au cours des années précédentes l'année 1962 présentait les mêmes caractéristiques.

## 2. — Application aux essais de repeuplement par immersion de juvéniles

Compte-tenu de la "couverture" de la pêcherie par notre système d'enquête, on peut estimer les captures totales en nombre de la flottille d'Houat à un minimum de 10.000 homards de taille commerciale tout au long de la saison. Selon les années, le pourcentage de "portions" varie de 58 % (1974) à 80 % (1975). La variabilité annuelle du recrutement (traduite en termes de captures totales ou de rendement par groupe de taille) apparaît telle qu'en 1975 les recrues (portions) étaient deux fois plus abondantes qu'en 1974 pour les mois les plus significatifs : soit juillet et août. Ces résultats permettent de fixer un seuil minimum d'efficacité d'une écloserie destinée à alimenter une flottille de cet effectif, soit simplement une vingtaine de caseyeurs pêchant également le crabe.

## 3. — Approche statistique au niveau des captures de "portions" :

Nous avons considéré toutes les captures de homards "portions" (P) réalisées au cours de la saison et rapporté ces captures P à une capture totale théorique de 10.000 individus afin d'obtenir une série comparable :

ANNÉE	1973	1974	1975	1977	1978
portions déclarées	5.520	4.496	5.361	7.163	1.671
captures commerciales totales déclarées	8.224	7.431	6.712	8.369	2.432
X nombre portions pour 10.000 captures	6.712	6.050	7.987	8.558	6.870
$X_m = 7.235$	$S^2 = 1.0325.10^6$		$S = 1.016$		

Dans un premier temps, comme une approche très approximative, nous considérons que la variance calculée à partir de ces cinq années d'observations est une estimation de la variance réelle. En fait, dans cette série de cinq années, nous n'avons que quatre années moyennes et une année exceptionnellement bonne.

La variance estimée est donc certainement inférieure à la variance réelle, car il existe, outre le nombre restreint d'observations, des années exceptionnellement mauvaises au plan du nombre de recrues. Néanmoins, à partir de cette simple série, et si l'on admet comme seuil de probabilité  $P = 0.05$ , on peut calculer l'écart minimal (en valeur absolue) entre les captures de "portions" d'une année Y et la moyenne observée (73-75)  $X_m$  nécessaire pour que cette année soit significativement bonne et ainsi perçue par le pêcheur, tel que :

$$|Y - X_m| \geq 2.s / \sqrt{n} \quad \text{soit} \quad |X - X_m| \geq 908$$

Actuellement, dans le taux d'exploitation (1 à 5 "très gros" homards de plus de 2 kg pour 1.000 "portions" de 300 à 600 g, cf. tableau I), ce stock fournit naturellement et annuellement à la pêcherie environ 10.000 individus. Pour que l'action de l'écloserie soit sinon efficace au moins sensible, il faut que son incidence soit nettement plus marquée que les simples fluctuations naturelles. Il faut donc qu'elle parvienne à produire annuellement 3 à 5.000 individus âgés de 4 ans dont 3.000 seraient capturés la première année et les survivants durant les 3 ou 4 années suivantes. Cette estimation de 3 à 5.000 homards pêchables à 4 ans, pour les besoins d'une petite flottille d'environ 20 caseyeurs exerçant durant 5 mois est une estimation minimale, compte-tenu du fait que la variance du recrutement peut être sous-estimée et est considérée ici comme constante.

## III. — CONCLUSION

En utilisant à travers les fiches de pêche fournies par les pêcheurs eux-mêmes, les captures de homards en nombre ventilées par groupes de tailles commerciales, il a été possible de mettre en évidence une variabilité annuelle du recrutement pour la brève période considérée 1973-1975. Le nombre de recrues sur cette pêcherie peut varier de 1 à 2 d'une année à l'autre. L'année 1975 apparaît comme une année exceptionnelle à cet égard pour l'essentiel du littoral breton. Ainsi, pour la petite

pêcherie considérée mettant en œuvre une vingtaine de bateaux caseyeurs de façon plus ou moins régulière pendant 5 mois chaque année, l'amplitude de variation naturelle du nombre de recrues capturées annuellement peut être de l'ordre de 2.000 individus. Cette variation annuelle du recrutement permet de préciser les objectifs de production minimum que doit se fixer une écloserie de production de juvéniles de homards tout spécialement destinée à alimenter ou à compléter le recrutement naturel de cette pêcherie.

- 
- BLANC F., CHARDY P., LAUREC A. et REYS J.P., 1976. Choix des métriques qualitatives en analyse d'inertie. Implications en écologie marine benthique. *Marine biology*, 35 : 49-67.
- CONAN G., and GUNDERSEN K.R., 1976. Growth curve of tagged lobsters (*Homarus vulgaris*) in the Norwegian waters as inferred from relative increase in size at moulting and frequency of moult. ICES. Special meeting on population assessment of shellfish stocks, 1976. Contribution n° 5, 12 p.
- GIBSON F.A., 1967. Irish investigations on the lobster (*Homarus vulgaris* Edw.). *Irish Fish. Invest., Ser. B (Mar.)*, 1 : 13-45.
- GIBSON F.A., 1969. Age, growth and maturity of Irish lobsters. *Irish Fish. Invest. Ser. B (Mar.)*, 5 : 37-44.
- HEPPER B.T., 1967. On the growth at moulting of lobsters (*Homarus vulgaris*) in Cornwall and Yorkshire. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, 47 : 629-643.
- HEPPER B.T., 1978. Population dynamics of the lobster *Homarus gammarus* (L.) of the coast of England. *MAAF Fisheries Research Technical Report* n° 41, 30 p.
- THOMAS H.J., 1955. Observations on the sex-ratio and mortality rates in the lobster (*Homarus vulgaris* Edw.). *J. Cons. Perm. Int. Explor. Mer*, 20 (3) 295-305.
- THOMAS H.J., 1958. Observations on the increase in size at moulting in the lobster (*Homarus vulgaris* Edw.). *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, 37 : 603-606.
- C.I.E.M., 1975. Report on the working group on *Homarus* stocks. *ICES Shellfish and benthos Committee, C.M. 1975/K* : 38, 18 p.
- C.I.E.M., 1977. Report on the working group on *Homarus* stock. Bergen, Norway - 3-6 May 1977. *ICES Shellfish and Benthos Committee, C.M. 1977/K* : 11, 19 p.

# TABLEAU I

## CAPTURES EN NOMBRE PAR GROUPES DE TAILLES POUR LA FLOTTILLE D'HOUAT

Année 1973 : 12 bateaux sur 22 ; 1 315 fiches.					
Mois	Jeunes	Portions	Gros	Très Gros	Total
5	3	130	168	2	303
6	78	1 512	836	20	2 446
7	91	2 118	876	18	3 103
8	63	1 368	624	12	2 067
9	10	392	139	9	550
Total	245	5 520	2 643	61	8 469
Année 1974 : 15 bateaux sur 22 ; 964 fiches.					
Mois	Jeunes	Portions	Gros	Très Gros	Total
4	11	539	388	3	941
5	5	476	356	3	840
6	69	1 299	867	3	2 238
7	153	1 456	873	8	2 490
8	30	726	433	1	1 190
Total	268	4 496	2 917	18	7 699
Année 1975 : 8 bateaux sur 22 ; 447 fiches.					
Mois	Jeunes	Portions	Gros	Très Gros	Total
6	66	1 171	357	9	1 603
7	281	2 353	634	11	3 279
8	153	941	224	4	1 322
9	66	602	76	2	746
10	15	294	34	-	343
Total	581	5 361	1 325	26	7 293
Année 1977 : 9 bateaux sur 22 ; 636 fiches					
Mois	Jeunes	Portions	Gros	Très Gros	Total
4	14	384	46	0	444
5	69	1 280	167	14	1 530
6	130	1 562	304	3	1 999
7	174	1 754	379	22	2 329
8	116	1 272	119	27	1 534
9	62	854	113	4	1 033
10	1	57	8	0	66
Total	566	7 163	1 136	70	8 935
Année 1978 : 4 bateaux sur 22 ; 456 fiches.					
Mois	Jeunes	Portions	Gros	Très Gros	Total
2	2	12	6	0	20
3	0	2	1	0	3
4	2	236	89	5	332
5	35	426	75	37	573
6	36	280	57	76	449
7	6	305	97	58	466
8	9	235	73	153(?)	470
9	14	169	9	13	205
10	1	4	11	0	16
11	0	2	1	0	3
Total	105	1 671	419	342	2 537

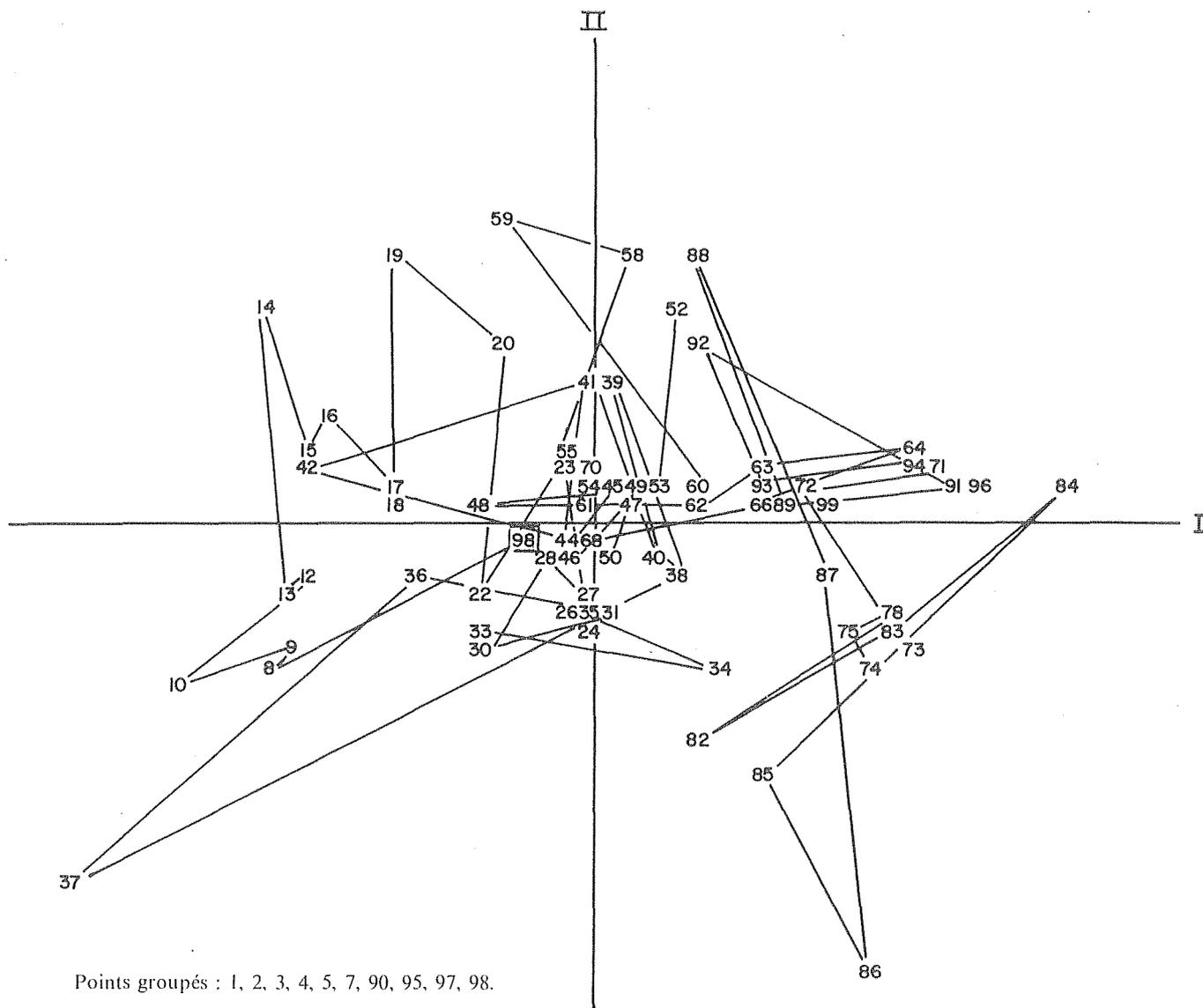


Fig. 1a Analyse des correspondances : projection des observations (pêches journalières) selon les deux premiers axes (Axes 1 et 2). Année 1975.

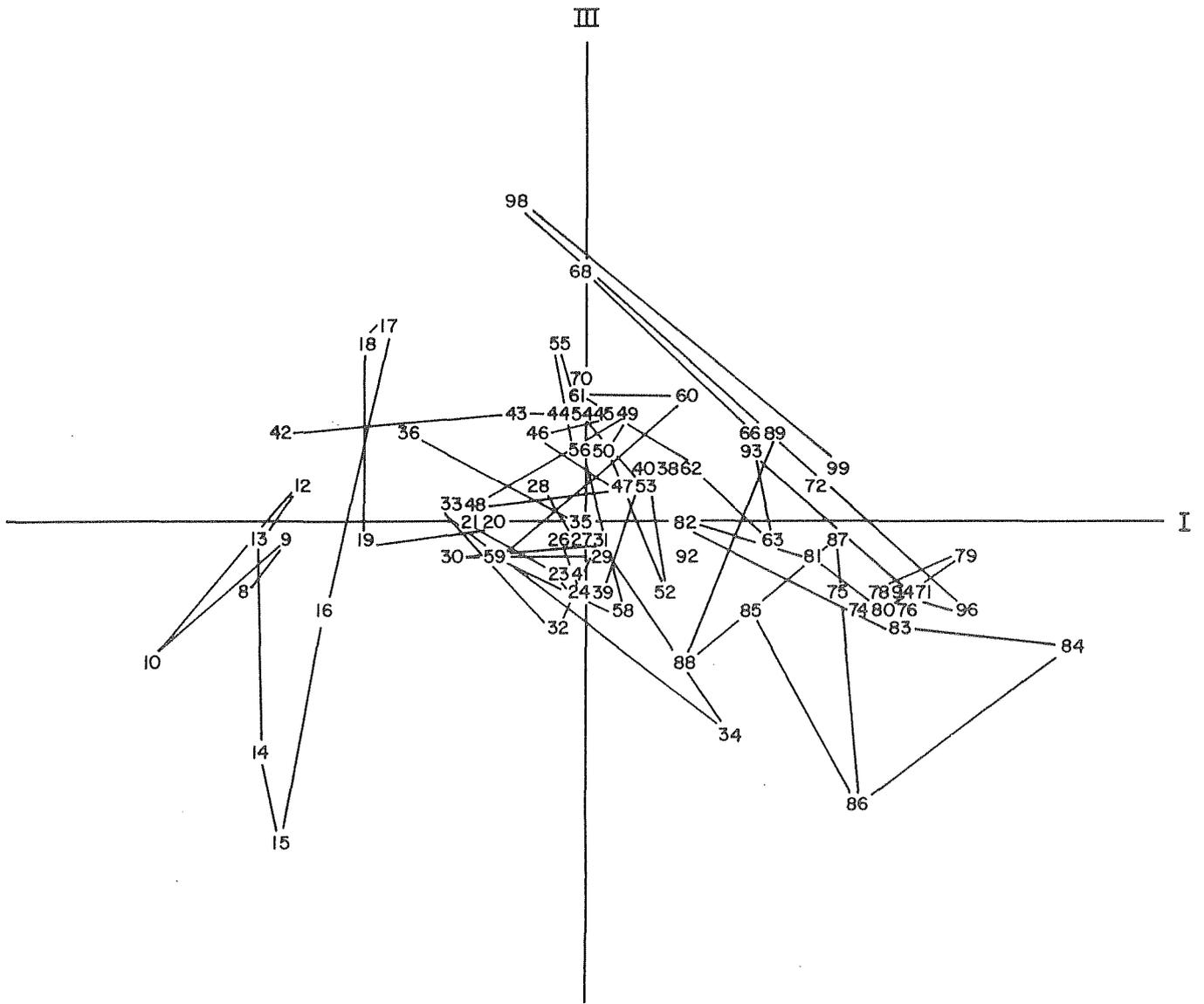


Fig. 1b Projection des observations (pêches journalières) selon les premiers axes (Axes I et 3). Année 1975.

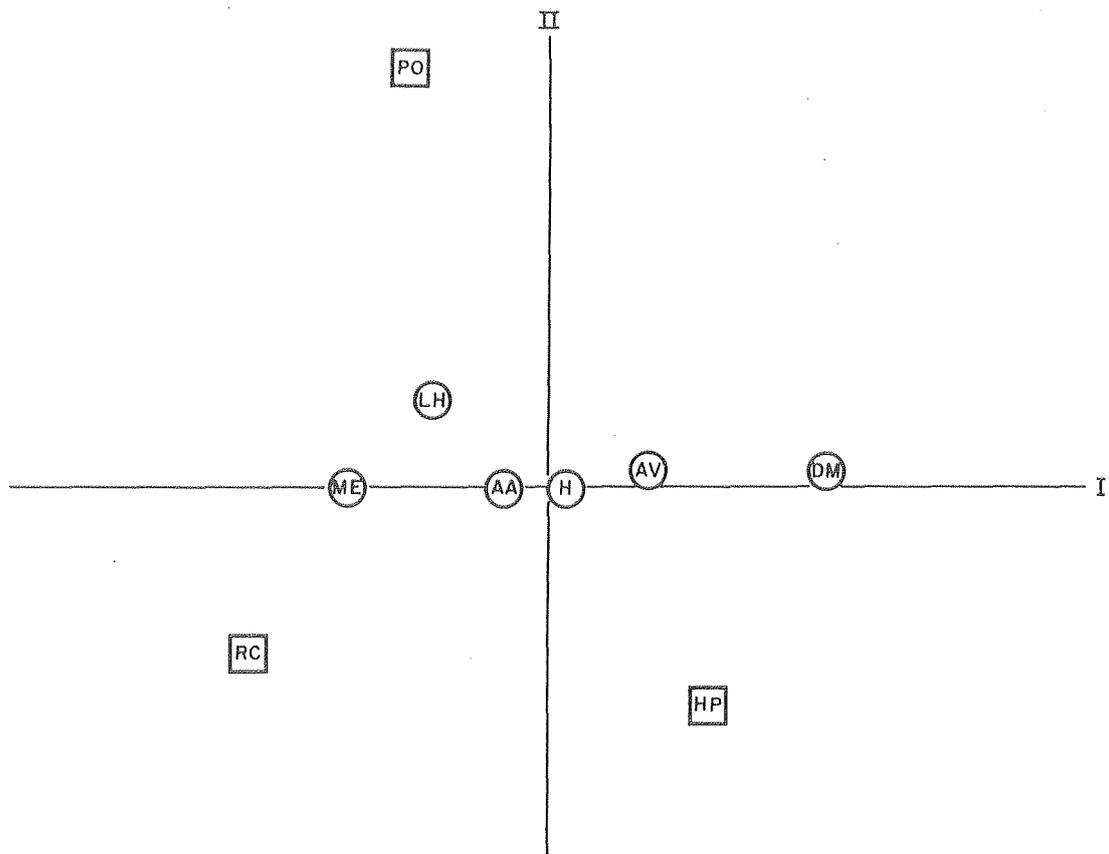


Fig. 1c Projection des variables (bateaux) selon les premiers axes (Axes I et 2). Année 1975.

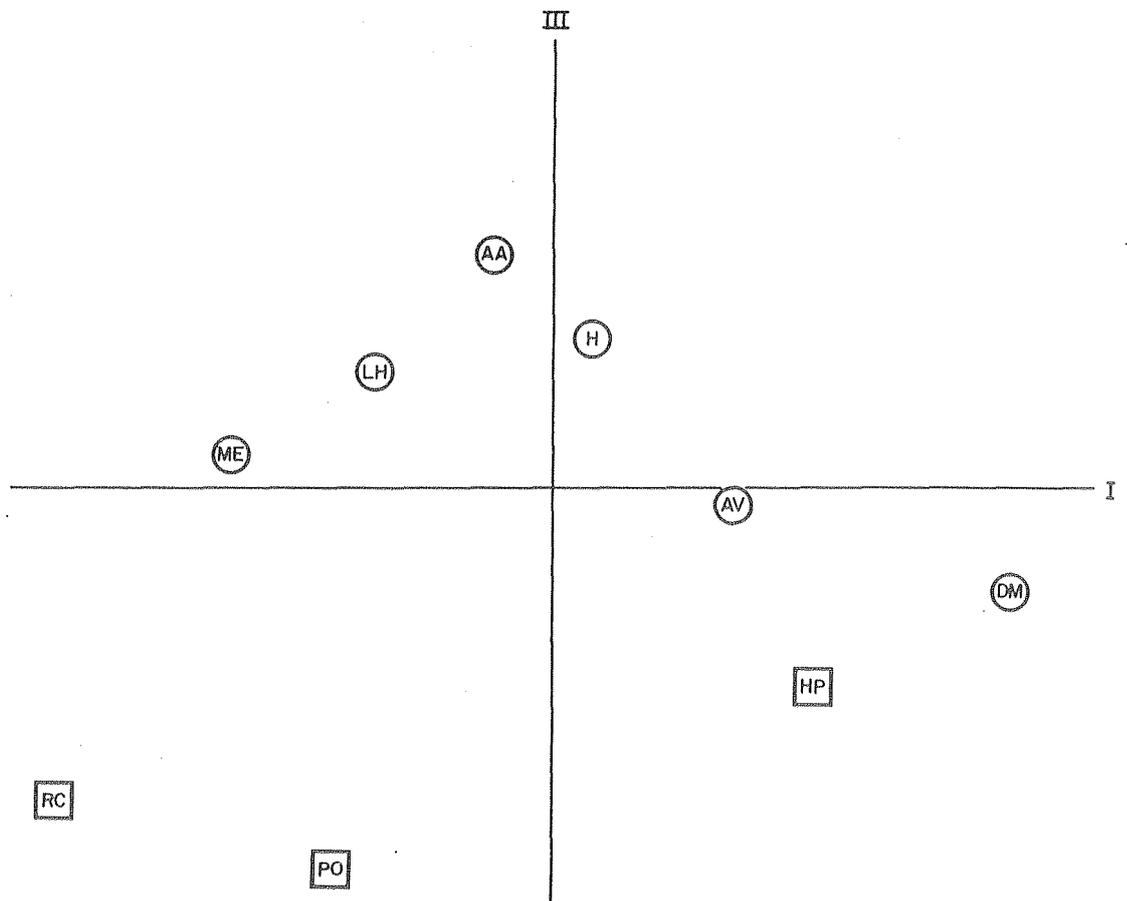
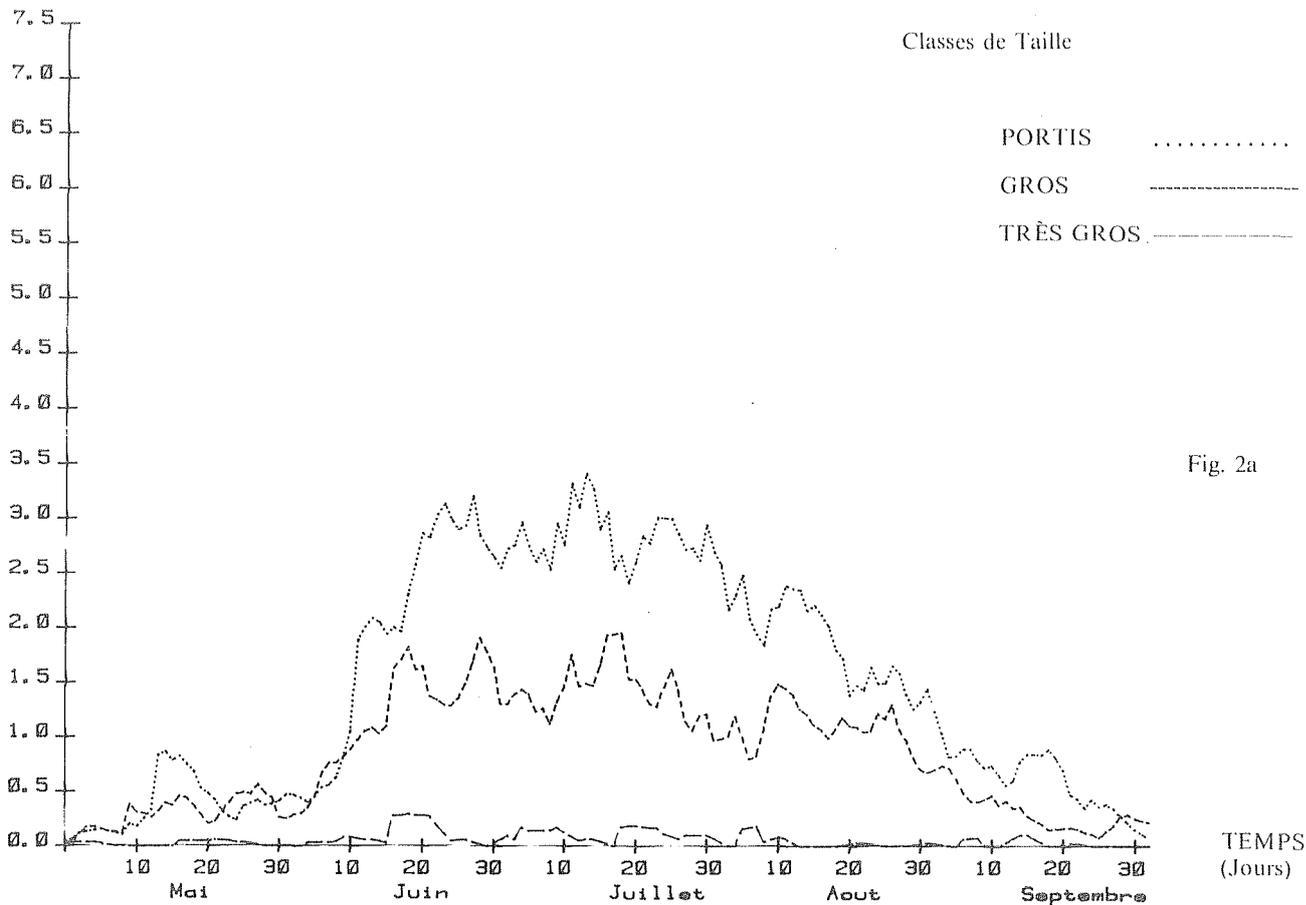


Fig. 1d Projection des variables (bateaux) selon les premiers axes (Axes I et 3). Année 1975.

CPUE / 100 Casiers / 24H

ANNÉE de PÊCHE : 1973



CPUE / 100 Casiers / 24H

ANNÉE de PÊCHE : 1974

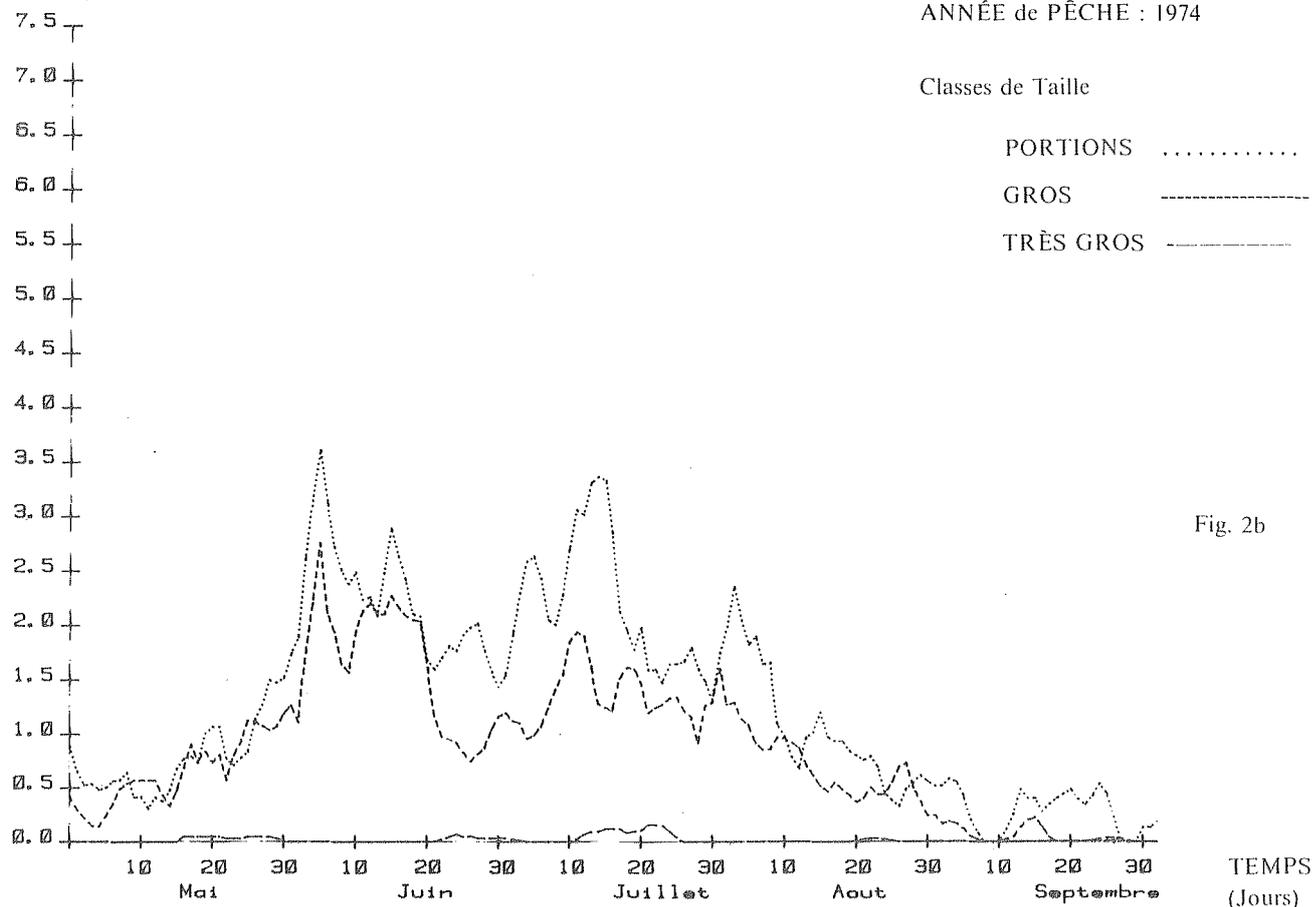
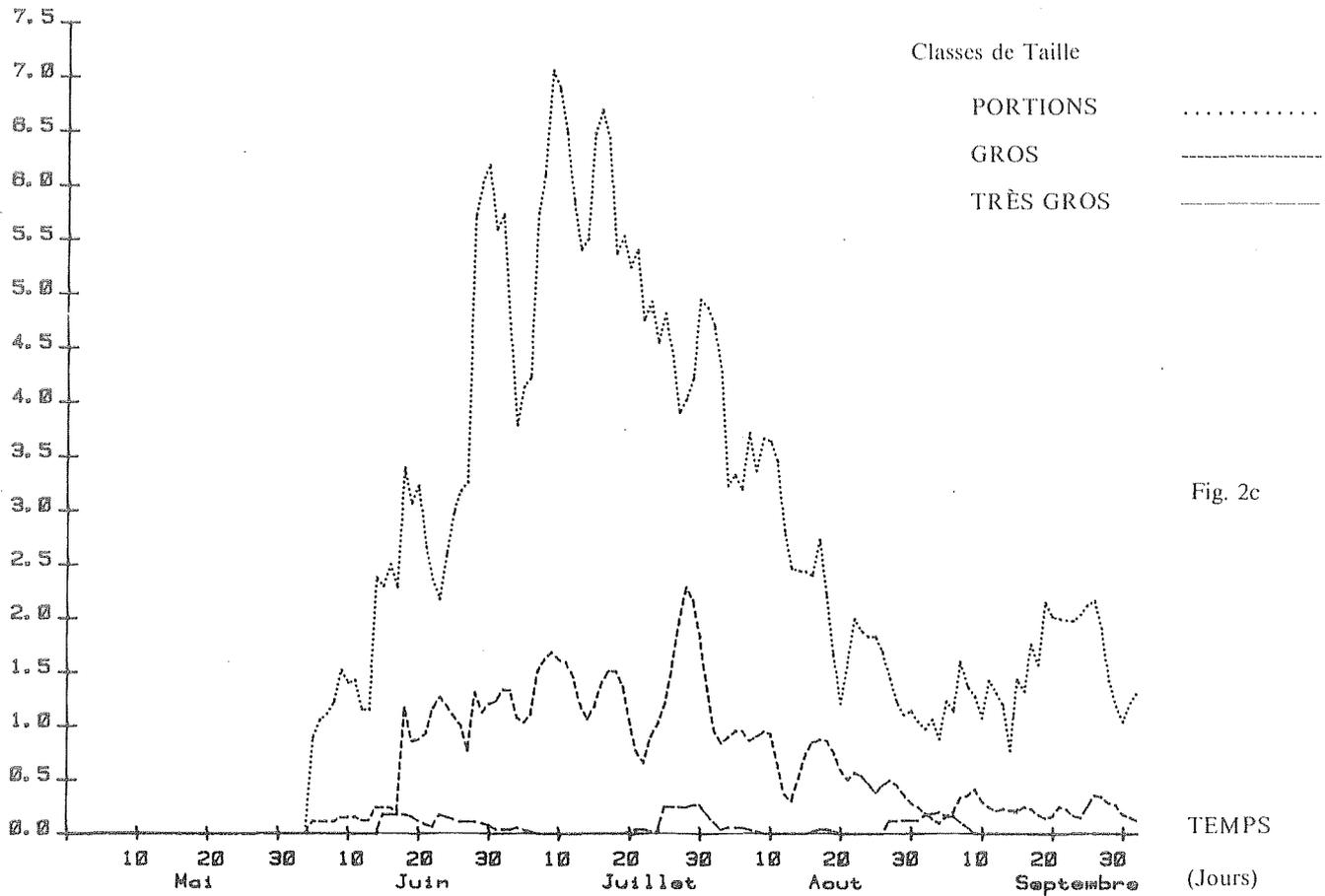


Fig. 2 Evolution de la prise moyenne journalière de homards pour 100 casiers par la flottille d'Houat. P = portions, G = gros, TG = très gros. Année 1973 ; b : 1974 ; c : 1975 ; d : 1977 ; e : 1978.

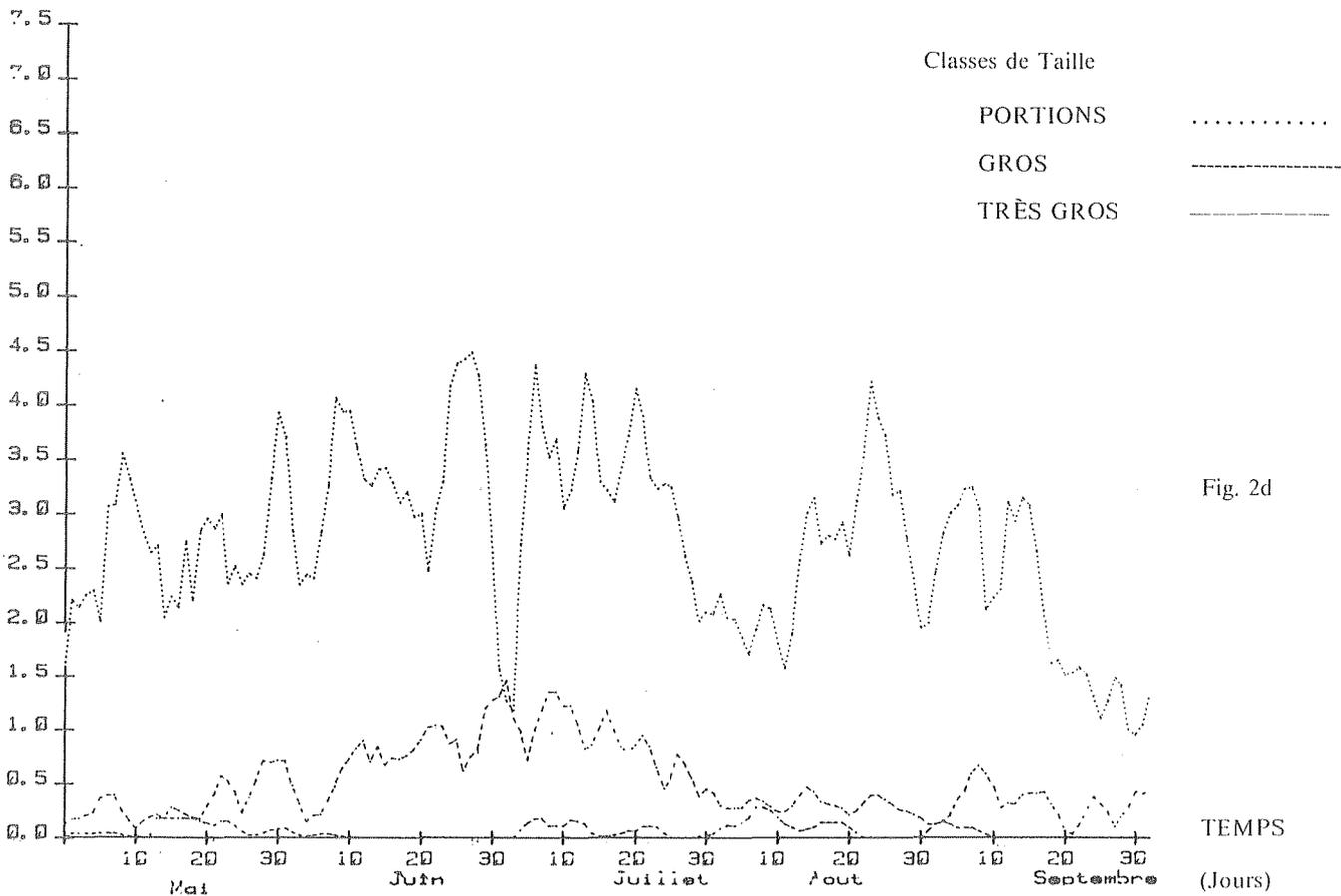
CPUE / 100 Casiers / 24H

ANNÉE de PÊCHE : 1975



CPUE / 100 Casiers / 24H

ANNÉE de PÊCHE : 1977



CPUE / 100 Casiers / 24H

ANNÉE de PÊCHE : 1978

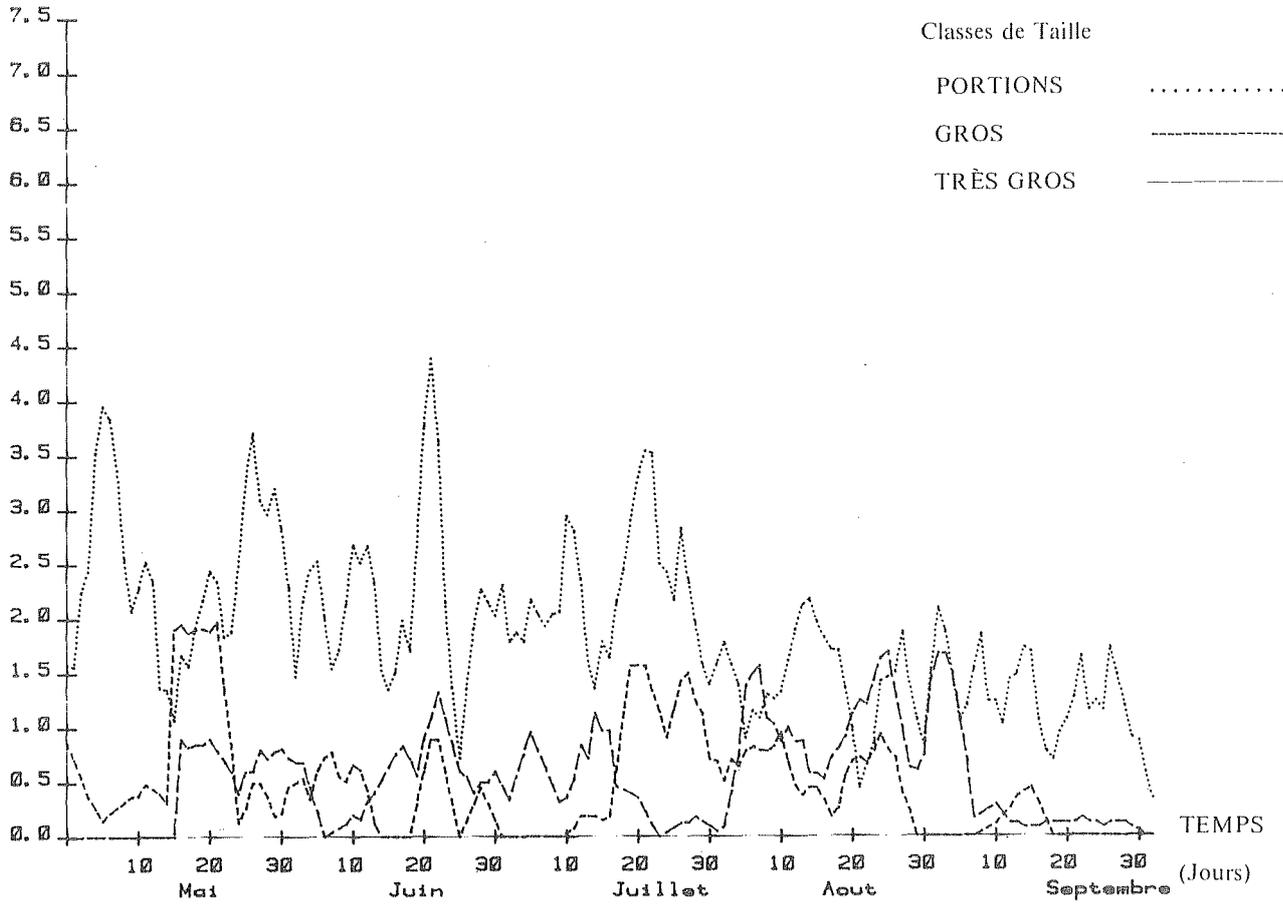


Fig. 2c

CPUE / 100 Casiers / 24H

GRUPE : PORTIONS

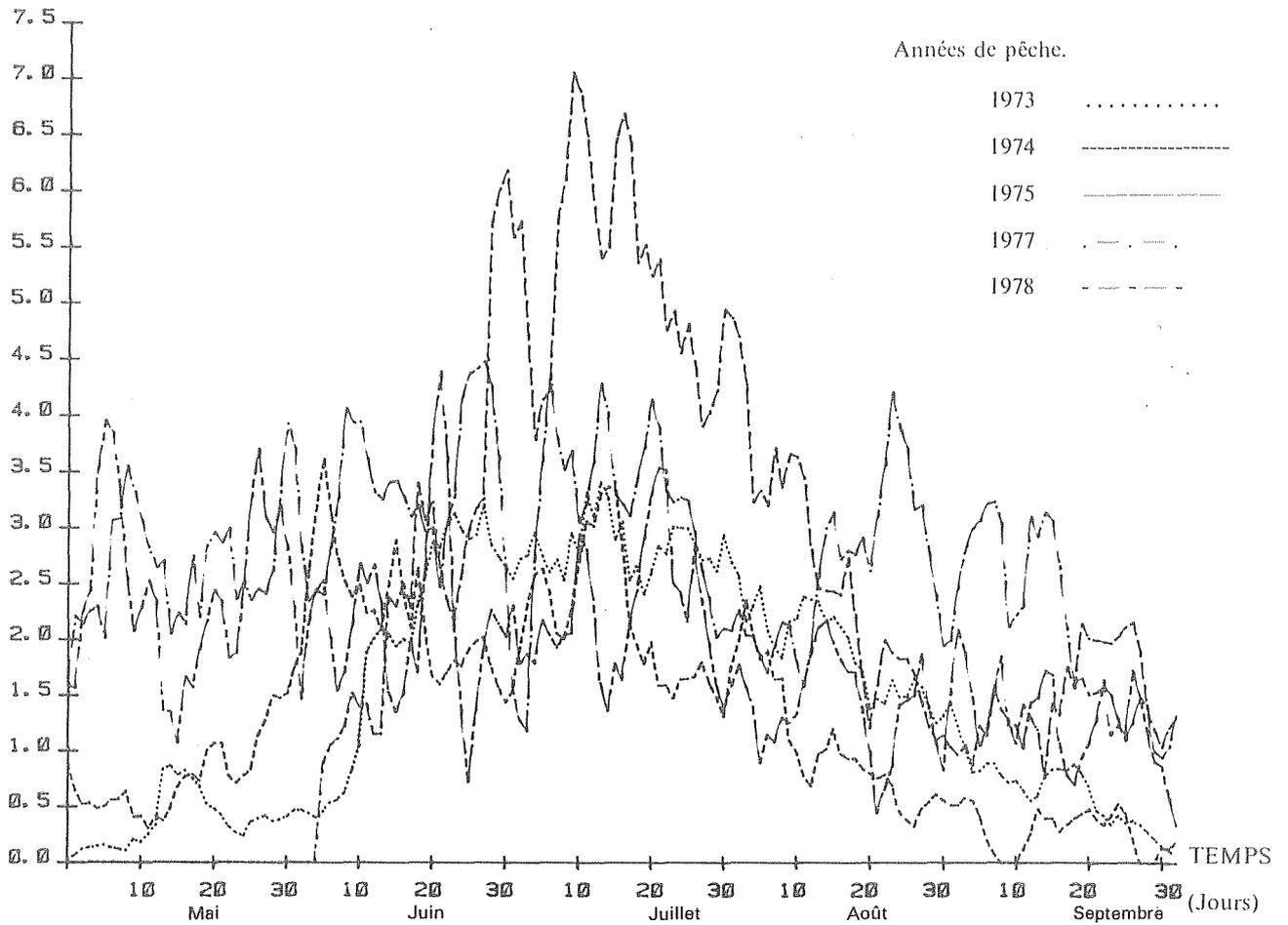


Fig. 3a Evolution journalière au cours de la saison de la CPUE. Moyenne de la flottille sur le groupe des recrues (portions). Années 1973, 1974, 1975, 1977, 1978.

CPUE / 100 Casiers / 24H

GRUPE : GROS

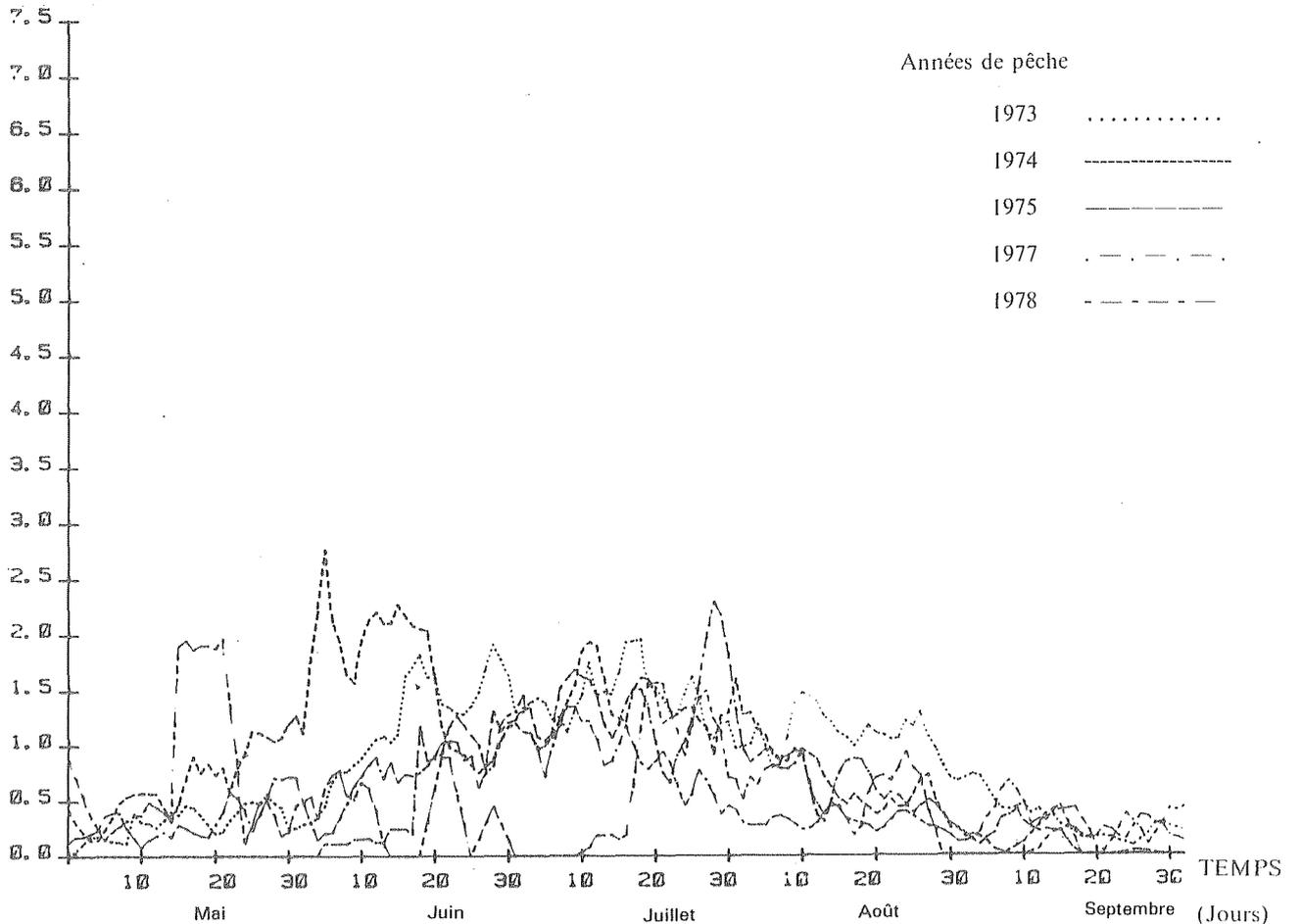


Fig. 3b Evolution journalière au cours de la saison de la CPUE. Moyenne de la flottille sur le groupe de taille des "gros" (0,6 - 2 kg). Années 1973, 1974, 1975, 1977, 1978.

**LA MISE EN PLACE DE LA GESTION RATIONNELLE D'UN STOCK EXPLOITÉ :  
L'EXEMPLE DU COMITÉ LOCAL DES PÊCHES MARITIMES (C.L.P.M.)  
DE BLAINVILLE SUR MER  
ET DES FONDS A HOMARDS DE LA CÔTE OUEST DU COTENTIN**

C. REVECHE

*C.L.P.M. - Blainville-sur-Mer*

**ABSTRACT**

*In 1976, the Comité Local des Pêches Maritimes of Blainville-sur-Mer decided to set up a stock management of lobsters (*Homarus gammarus*) in regards with the decline of the catch. The different steps of the program are described.*

*The leading role of fishermen at every step is mentioned : creation of non-fishing areas, tagging, recapture, experimental fishing, sampling, logbooks, study of natural and artificial habitats.*

Pour faire face à la diminution des captures de homards sur les fonds de la côte Ouest du Cotentin, le C.L.P.M. de BLAINVILLE/MER a décidé, en 1976, d'organiser une gestion rationnelle du stock existant. Cette gestion à long terme a été préférée aux actions de repeuplement en juvéniles, entreprises par les professionnels de l'île de HOUAT.

La première initiative des pêcheurs dans le sens de l'organisation de l'exploitation a été la création de deux cantonnements dans les zones où la pêche, et surtout celle de femelles grainées, était la plus importante. L'un d'entre eux, situé au sud, a une superficie d'environ 830 ha, et a été officialisé en février 1977. L'autre, plus petit et situé au nord, a été créé en juillet 1976 et officialisé en juin 1978 (cf. fig. 1).

Pour permettre l'étude du stock, en collaboration avec une biologiste, le C.L.P.M. a obtenu un contrat de l'E.P.R. de Basse-Normandie, en janvier-février 1977. A cette date, la situation était la suivante : le cantonnement sud, qui venait d'être officialisé n'était pas encore respecté par une majorité de pêcheurs, au contraire du cantonnement nord, respecté sans être officiel. Dans un premier temps, tous les efforts ont donc été concentrés sur ces cantonnements, de façon à les faire accepter. Ceci n'a été possible que parce que les professionnels en ont fait leur bien collectif et se sont imposés une autodiscipline.

**GESTION DES STOCKS**

Parallèlement, l'effort a porté sur la protection des juvéniles, qui peuvent représenter jusqu'à 75 % du nombre des captures sur certaines zones de pêche. Les marquages effectués sur les juvéniles et leur immersion dans les cantonnements, qui renforçaient l'idée de leur protection, n'avaient au

début comme seul but que l'étude de la croissance. On ne pouvait en effet s'intéresser également aux migrations puisque les animaux avaient été déplacés de leur habitat initial. Les résultats ont été encourageants : tous les individus marqués et repris dans la zone du Comité Local ont été signalés, ce qui donne, en trois ans, un taux de recapture sur les lieux de pêche de 9 % (383 reprises sur 4.490 marquages). Il convient de souligner à nouveau que cette réussite est due à l'initiative des professionnels, qui ont pris les opérations en main, créant notamment à chaque cale des "viviers CLPM" où ils plaçaient les homards à marquer au retour de leurs sorties.

La qualité des informations, qui laissait à désirer la première année, (car on ne disposait quelquefois que du numéro de la marque ou alors de l'animal sans indications sur sa provenance) s'est améliorée par la suite (cf. Tableau 1). Par ailleurs, l'absence totale de données antérieures au début de l'étude ne facilitait pas l'approche du problème.

Un premier traitement a été réalisé en septembre 1978, un second est en cours. Il permettra de construire la courbe de croissance. Il est cependant d'ores et déjà possible de présenter certains acquis : les résultats des recaptures (Tab. 1), et les données sur la migration des homards à partir des cantonnements (fig. 2 et Tabl. 2).

En dehors de ces premiers aspects de l'étude, et toujours dans la perspective d'une gestion rationnelle, on s'est attelé à la description du stock. Dans ce domaine également, le rôle des professionnels a été déterminant, puisqu'il a permis l'obtention d'une très grande quantité d'informations, par le moyen d'enquêtes réalisées auprès d'eux, d'échantillonnages, de l'établissement des carnets de pêche et de pêches expérimentales dans les cantonnements. Un exemple de résultat obtenu est donné par la fig. 3.

Cette participation collective des pêcheurs, indispensable à la mise en place d'une exploitation raisonnée du stock, mérite d'autant plus d'être soulignée que, dans la zone de Blainville, il n'existe ni criée, ni circuit commercial organisé, ni coopérative et c'est parce qu'ils en ont senti l'utilité que le schéma d'intervention sur le stock décrit par la fig. 4 a pu commencer à fonctionner.

**TABEAU 1 : EXPLOITATION DES RECAPTURES**

	1977	1978	1979	TOTAL
Nombre d'animaux marqués	1 064	1 947	1 479	4 490
Nombre d'animaux recapturés	23	126	234	383
Nombre d'animaux dont on connaît la croissance	7	96	207	310
Nombre d'animaux dont on connaît la migration	12	63	219	294

**TABEAU 2 : DISTANCE PARCOURUE PAR LES HOMARDS MARQUÉS RECAPTURÉS DE 1977 A 1979**

Distance en milles marins	Nombre de homards	Nombre de mâles	Nombre de femelles
0-1	179	109	70
1-2	51	37	14
2-5	33	22	11
5-10	20	13	7
10-15	4	4	0
15-20	4	3	1
20-25	2	1	1
25-27	1	1	0
TOTAL	294	190	104

## L'HABITAT

De la sorte, il a été possible de s'intéresser à une nouvelle question : celle des habitats du homard. Les fonds étant très plats et très vaseux, le manque d'abri peut être considéré comme un facteur limitant de la population exploitée. On a donc entrepris une étude des habitats naturels, dans le but de mettre au point un habitat artificiel aussi bien adapté que possible aux exigences de l'animal. En plongée, on a observé pour chaque habitat ses dimensions (hauteur, largeur, profondeur), les directions du courant et de la houle, la nature du fond, la composition de la faune et de la flore avoisinantes. D'après les premiers résultats, il semblerait que les homards aient un habitat situé perpendiculairement au courant dominant. Dans le même temps, des buses, entières ou coupées en deux, ont été immergées dans les cantonnements sur des fonds différents et dans diverses directions. L'inspection de ces buses, situées à environ 13 m de profondeur, est faite en plongée. Les données bibliographiques rassemblées sur la question, et les renseignements fournis par les observations dans le milieu, ont permis de concevoir un habitat artificiel en béton, dont on trouvera un schéma dans la figure 5. Des expériences d'immersion et de suivi en plongée seront faites sur des prototypes.

## CONCLUSION

En fin de compte, l'élément réellement important a été la prise de conscience des pêcheurs sur des opérations ponctuelles les ouvrant à la gestion rationnelle de leur ressource : marquage, cantonnement, échantillonnage, vivier pour stocker les juvéniles.

La mise en place de la gestion rationnelle du stock de homards sur les fonds du Cotentin Ouest a commencé il y a plus de deux ans et son déroulement fait tâche d'huile : tout récemment, un accord a été passé avec les professionnels de Jersey pour un programme de marquage à réaliser chez eux. Ceci permettra d'étudier les relations entre les deux populations ou entre les deux parties d'une même population.

A Blainville, le climat de confiance et de collaboration est maintenant bien établi et de gros travaux ont déjà été effectués. Certains résultats, comme les courbes de croissance, les données sur la migration, l'état du stock ou les habitats artificiels seront bientôt disponibles. On sera alors en mesure d'aborder la question du réensemencement en juvéniles : faut-il s'y attacher, et si oui, à quel stade de lacher et à quelle échelle ?

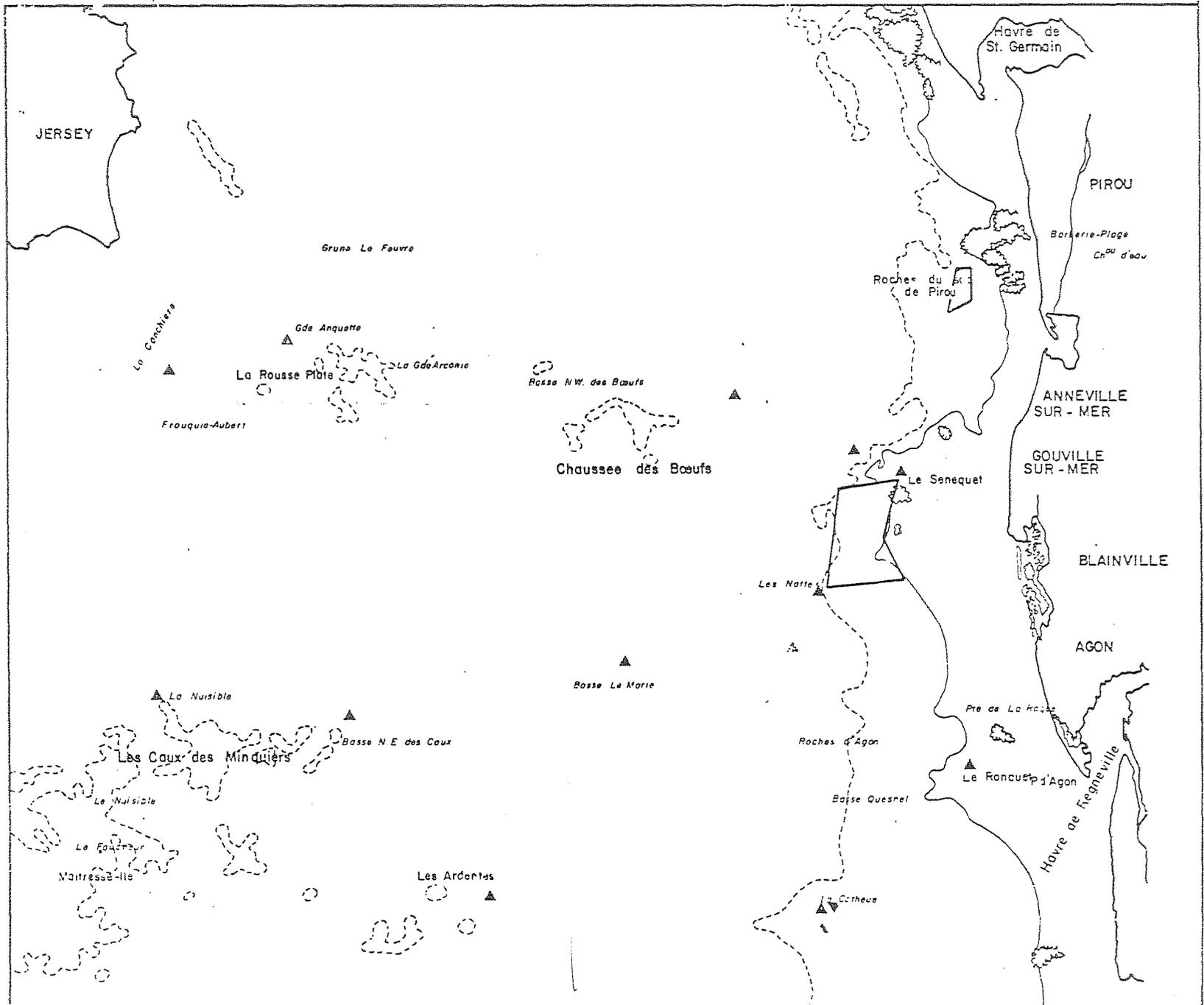
---

CLPM de Blainville sur Mer, Gestion rationnelle des fonds à homards de la Côte Ouest, *Rapp. Scient. et Tech.*, Nov. 1977.

REVECHE C, CLPM de Blainville sur Mer, Gestion rationnelle des fonds à homards de la Côte Ouest du Cotentin, Etude de la croissance du homard par la méthode "recapture", *Rapp. Scient.*, Nov. 1978.

REVECHE C., TEYSSIER L., CLPM de Blainville sur Mer, Gestion rationnelle des fonds à homards de la Côte Ouest, Habitats naturels et habitats artificiels, Déc. 1979.

Fig. 1



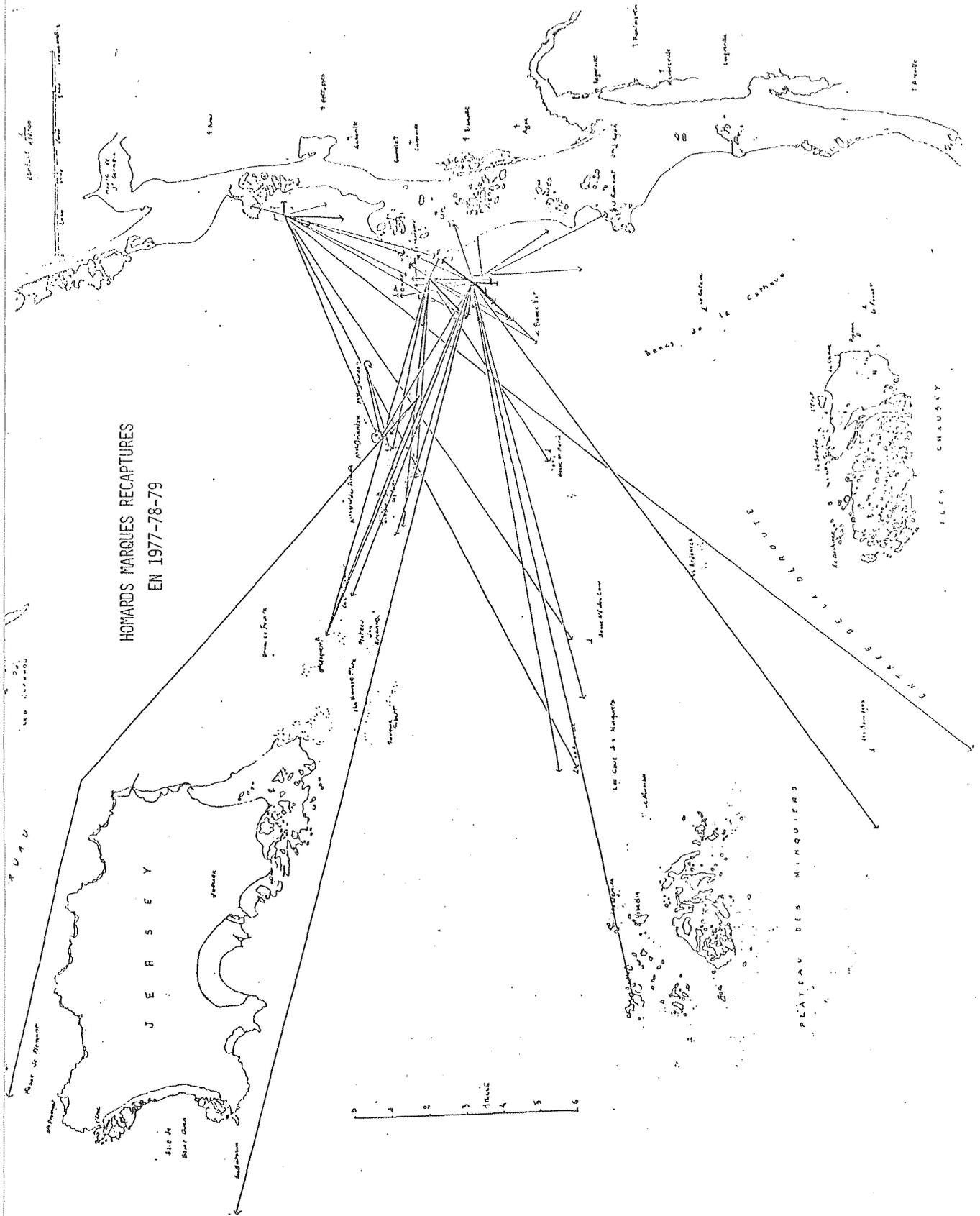


Fig. 2

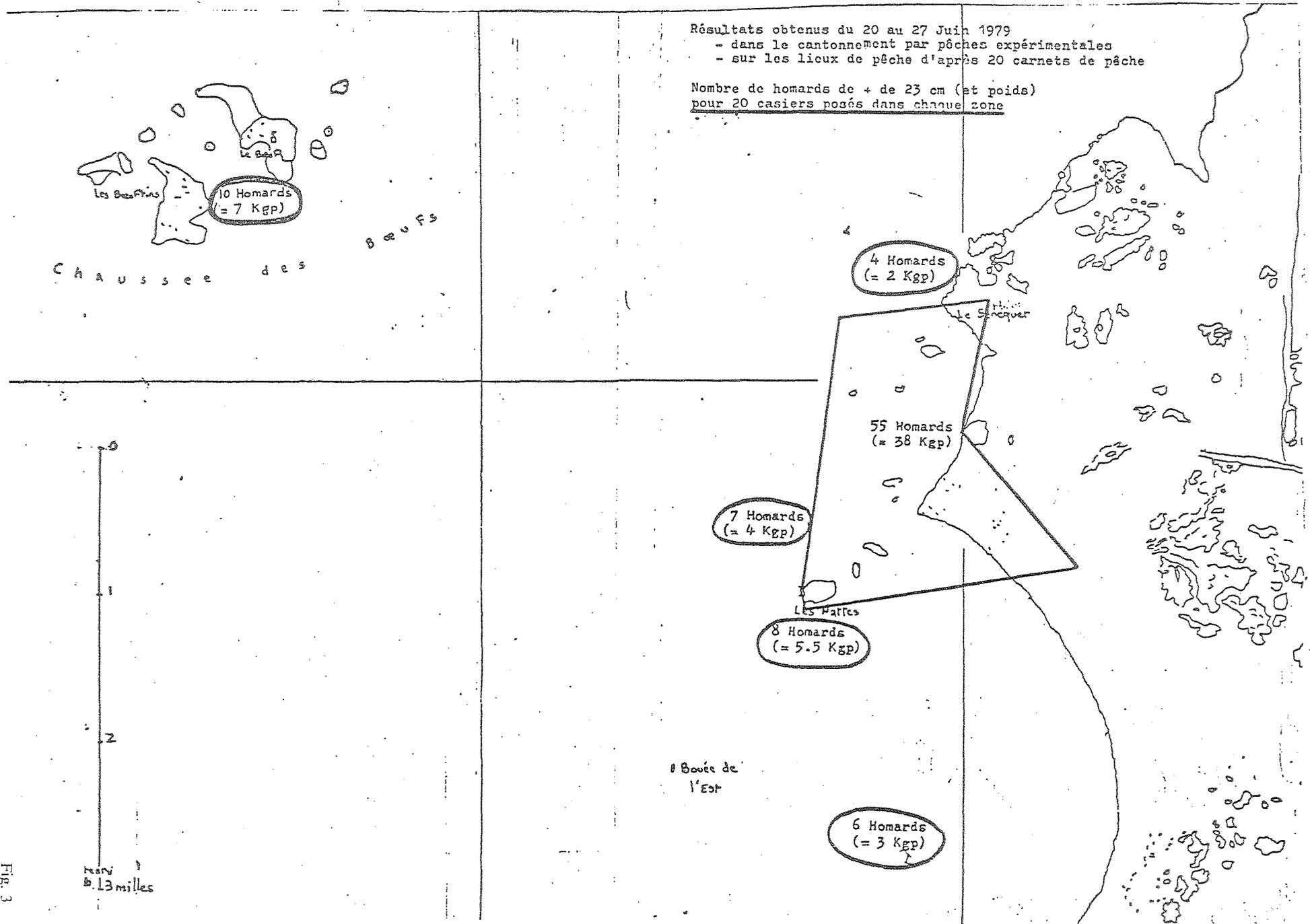


Fig. 3

## SCHEMA D'INTERVENTION POUR L'ÉTUDE DU STOCK DE HOMARDS

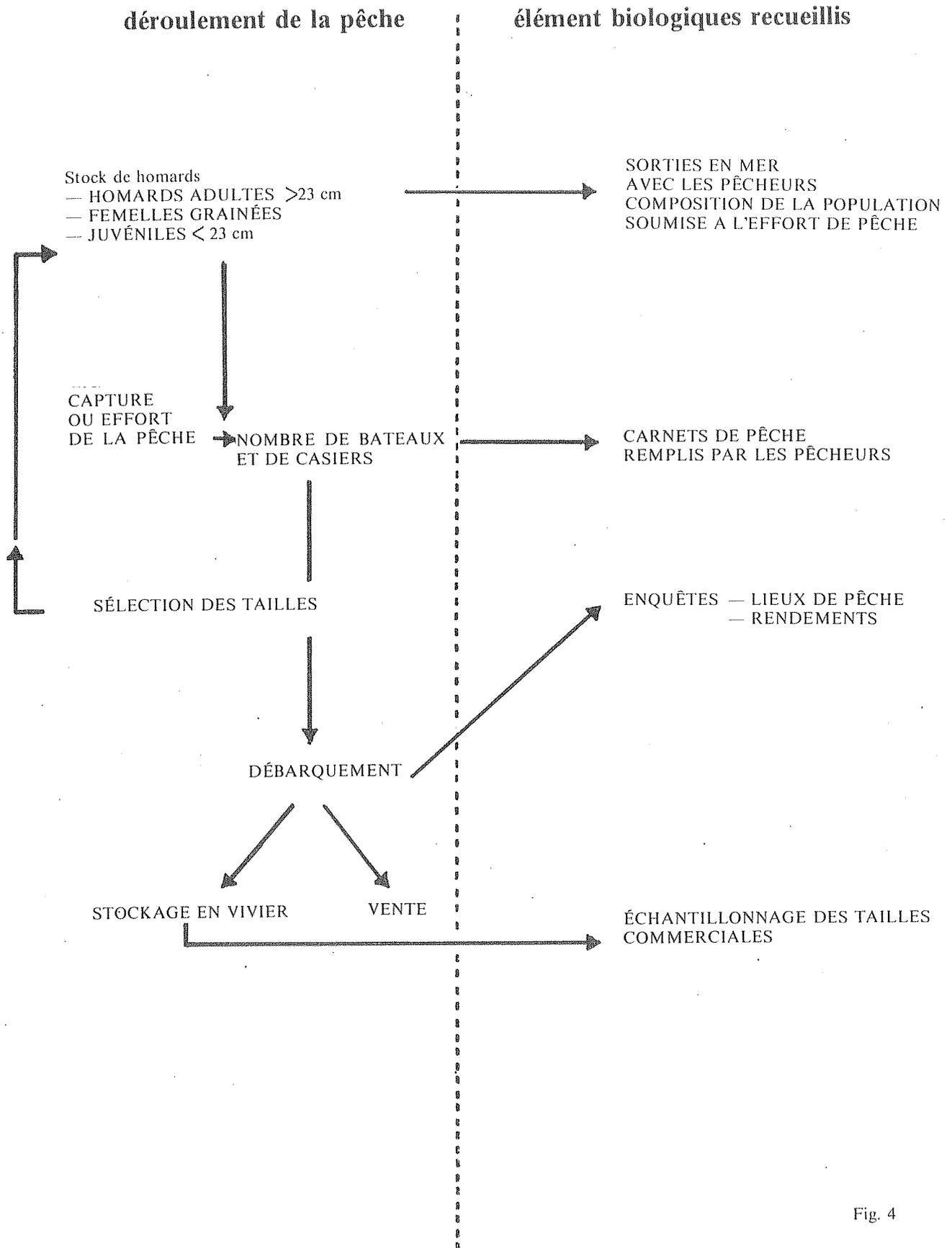


Fig. 4

# Habitats artificiels pour homards

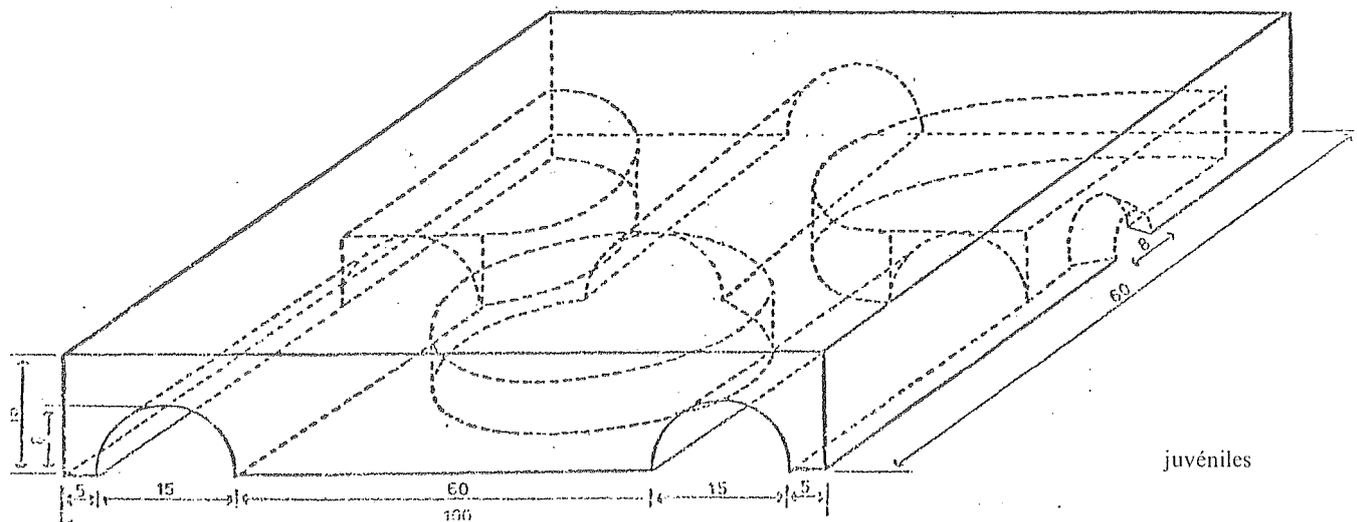
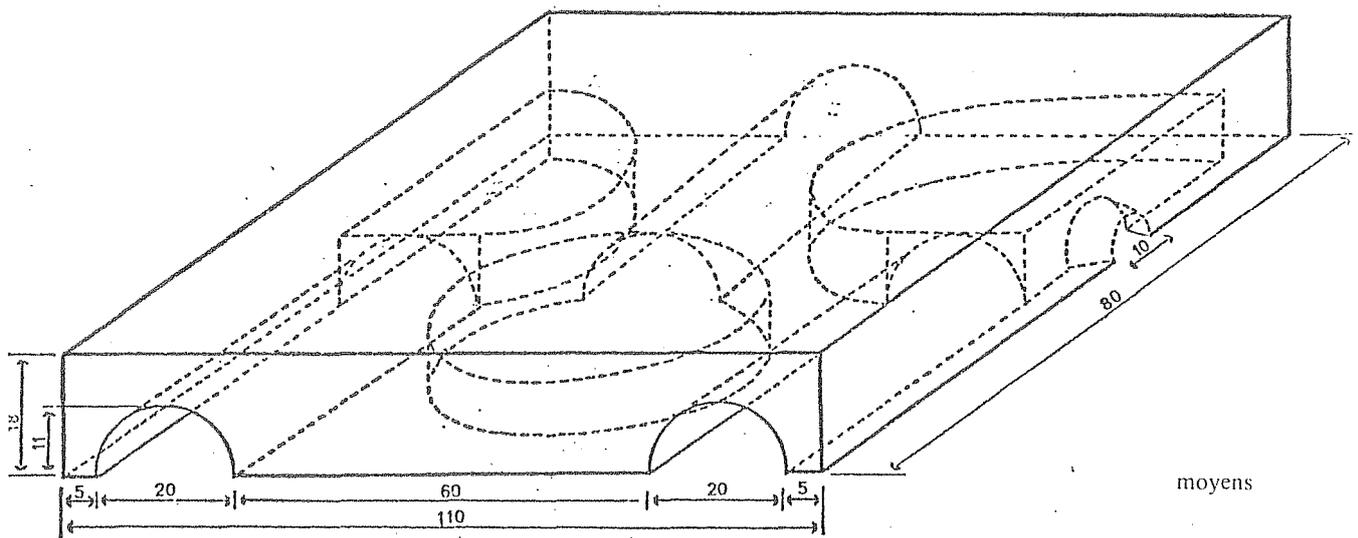
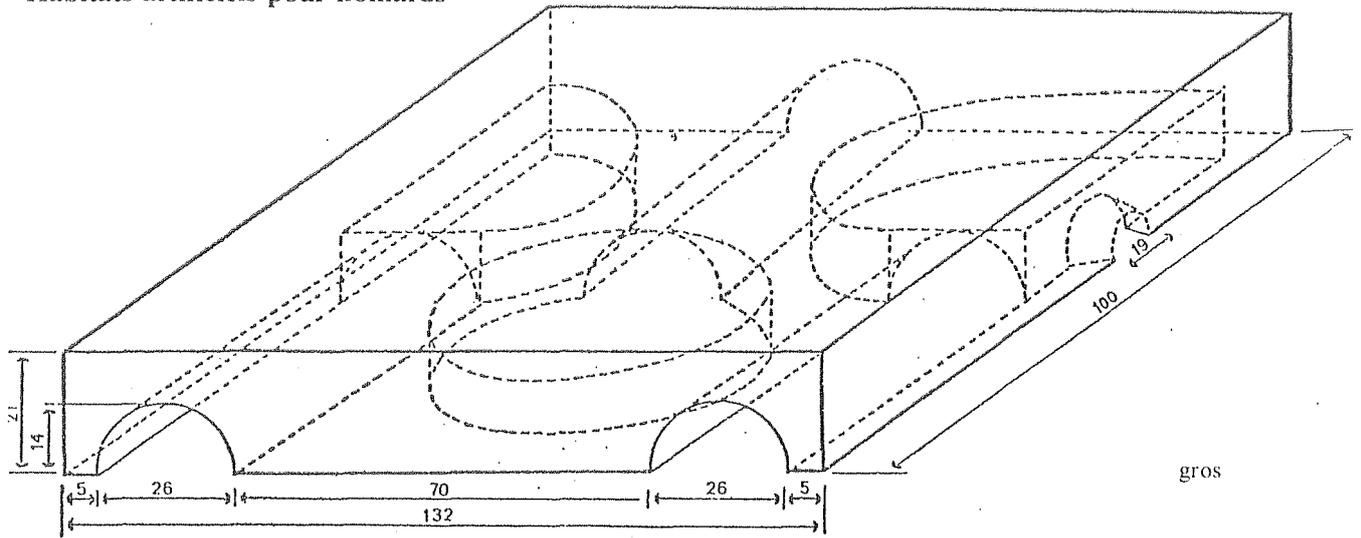


Fig. 5

## DISCUSSION GÉNÉRALE CRUSTACÉS

La discussion a porté successivement sur les crevettes et sur les homards.

\* Diverses *questions techniques* ont été abordées à propos des repeuplements en **pénéides** effectués au Japon. Certains points délicats de la mise en œuvre de telles opérations ont ainsi été soulignés : le choix de la date des lâchers (taille des animaux et saison), l'incidence sur les animaux de la nature du fond, des prédateurs et de la disponibilité en nourriture, les recaptures enfin, et leurs variations quantitatives. Un bref historique des actions entreprises dans ce pays a rappelé qu'elles avaient débuté il y a 14 ans et fait remonter l'apparition d'un programme de développement à 12 ans : le repeuplement proprement dit, quant à lui, n'a commencé que depuis quelques années, grâce à un effort budgétaire important accordé par l'Etat et à une main-d'œuvre abondante.

Le problème de la *comparaison économique entre repeuplement et culture intensive* a été soulevé, et il ressort de la discussion que chaque réponse est fonction de nombreux paramètres comme les caractéristiques du site ou l'échelle des opérations.

\* La spécificité des problèmes posés par le repeuplement en **homards** tient au fait que ces animaux sont plus mobiles que les autres crustacés ou que les mollusques. Dès lors, la connaissance de leur comportement et de leur mode de vie est apparu comme un objectif prioritaire, et trois points particuliers de cette étude ont été présentés comme déterminants :

— *L'habitat de l'animal* : l'importance de l'existence d'un "terrier", qui permet de fixer les individus en un lieu donné a été soulignée et la mise au point d'abris artificiels présentée comme une des clés du succès des opérations de repeuplement.

— *Le comportement des femelles grainées* : à leur sujet, il apparaît que le problème est de savoir le rôle exact qu'elles ont dans le repeuplement, pour pouvoir décider de la façon d'organiser leur protection et leur exploitation. On sait cependant qu'une variation du volume de leurs captures n'est pas liée à une variation du stock, mais peut être plus à des questions de comportement.

— *Le problème des juvéniles* : si l'on sait aujourd'hui produire des post-larves de stade IV, et ce à raison de 1,54 F par animal relâché, il reste encore à connaître la biologie de ces juvéniles dans le milieu, notamment leur profondeur d'élection et leur nourriture naturelle, ainsi que leur comportement à l'immersion. Ceci dans le but d'optimiser les lâchers par des techniques appropriées.

La position des scientifiques attachés aux problèmes du repeuplement en homards est apparue assez unanime, mais également assez réservée. Les professionnels, pour leur part ont manifesté le désir de voir l'établissement prochain d'un important programme de développement.



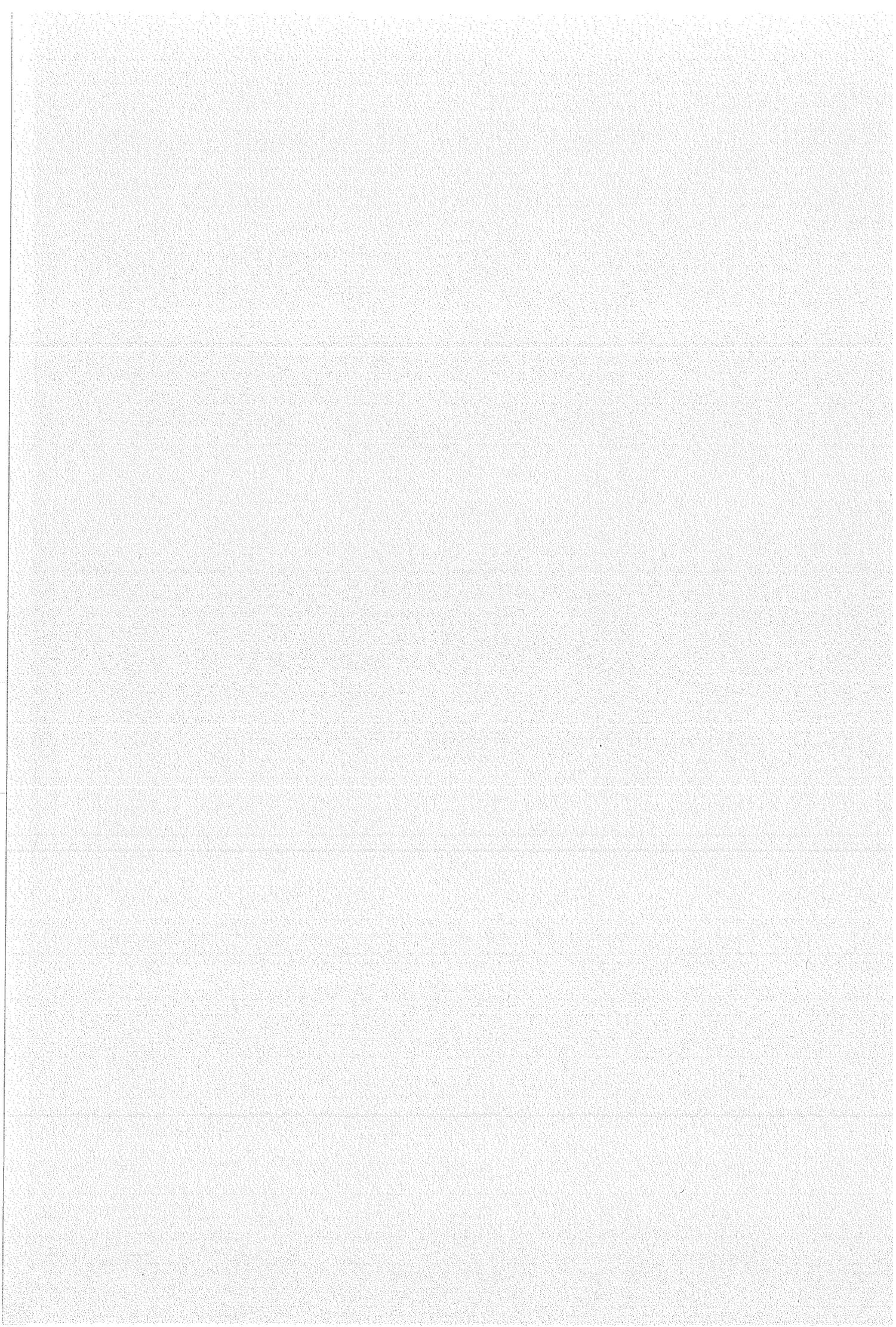
SESSION III

**POISSONS**

*Président :*

**J. LECOMTE**

(INRA)



## SITUATION ET PERSPECTIVES DE LA PISCICULTURE MARINE EXTENSIVE EN EUROPE ET DANS LE BASSIN MÉDITERRANÉEN

M. GIRIN

*France-Aquaculture/ Etudes et Interventions - B.P. 337 - 29273 BREST CÉDEX*

### ABSTRACT

*Extensive lagoon farming, a traditional activity in various European and Mediterranean countries, represents a production of some 10,000 tons/year. It depends on a variety of social, technical and biological factors, which do not easily meet nowadays. It basically implies a management of the lagoon restricted to the benefit of a few people, an investment and a financial return per hectare rather low, in an exploitation entirely based upon a supply of wild fry from the open sea.*

*The author analyses under what conditions the present improvements in the control of fry production for some species could bring new prospects for the development of that activity and possibly open the way to restocking programs in the open sea.*

Il est fréquent de voir accoler au terme "pisciculture", dans la littérature comme dans le langage les qualificatifs "extensive", "semi-extensive", "semi-intensive", "intensive", "hyper-intensive". Il est évident que de l'une de ces formes à l'autre la production à l'hectare augmente, avec l'emploi de technologies de plus en plus élaborées et, un coût de production qui augmente aussi. Mais la frontière entre deux formes de pisciculture voisines est souvent floue, sur le terrain comme dans l'esprit des individus.

Nous avons choisi de retenir ici, avec RAVAGNAN (1978 b), la distinction la plus logique du point de vue biologique. Elle consiste à qualifier d'extensif tout élevage dans lequel le poisson doit trouver lui-même la totalité de sa nourriture aux dépens du milieu naturel. Tout élevage dans lequel le poisson reçoit une aide humaine pour s'alimenter est donc plus ou moins intensif. L'on peut alors distinguer une **pisciculture semi-intensive** dans laquelle la nourriture est apportée de façon indirecte (fertilisation du milieu), une **pisciculture intensive** au sens strict, dans laquelle une nourriture est apportée de façon directe sans toutefois couvrir la totalité des besoins nutritionnels de l'animal : aliments naturels de complément, et une **pisciculture hyper-intensive** dans laquelle les besoins nutritionnels de l'animal sont entièrement couverts par les distributions de nourriture : aliments composés complets.

On notera qu'en pisciculture intensive et hyper-intensive, le volume d'élevage est toujours fermé au passage des animaux, qu'il soit directement ouvert sur le milieu liquide environnant (cages, enclos) ou non (bassins). Ce n'est pas toujours le cas en pisciculture extensive, où l'on peut distinguer une forme avec barrière matérielle, la pisciculture extensive **lagunaire** (le "lagoon-ranching" des Anglo-saxons) et une forme sans barrière matérielle, la pisciculture extensive **marine** ou **océanique** (le "sea-ranching" ou "océan ranching" des Anglo-saxons).

La pisciculture extensive lagunaire est une activité traditionnelle et une réalité économique tangible dans de nombreuses régions du globe. Dans le seul Bassin Méditerranéen, elle concerne une surface de l'ordre de 120.000 ha avec une production annuelle supérieure à 10.000 tonnes (tabl. 1), portant en général sur des poissons de valeur commerciale élevée (DE ANGELIS, 1960, données MEDRAP\*). La pisciculture extensive océanique n'est encore une réalité économique que pour quelques espèces de salmonidés, poissons amphibiotiques qui présentent la particularité exceptionnelle de revenir rigoureusement à leur rivière d'origine à l'issue de leur séjour en mer. Il y a eu, au début du siècle, des tentatives de pisciculture océanique d'espèces strictement marines, sous forme d'opérations de repeuplement réalisées avec des œufs et des larves vésiculées. Mais ces essais n'ont pas donné de résultats démonstratifs. De nouveaux essais sont actuellement en cours au Japon, cette fois avec des juvéniles (QUERELLOU, 1977). Leurs résultats ne peuvent pas être appréhendés clairement avant quelques années, mais il peut être utile de s'interroger dès maintenant sur les perspectives d'opérations similaires en Europe.

## **I. — LA PISCICULTURE LAGUNAIRE EXTENSIVE D'AUJOURD'HUI**

Tous les exemples actuels de pisciculture lagunaire extensive en Méditerranée présentent trois caractères communs : une appropriation de la lagune par un individu ou un groupe d'individus, sa clôture matérielle par la construction d'une barrière de type particulier, "la bordigue", sur ses chenaux de communication avec la mer et une organisation rationnelle de la pêche visant à une exploitation optimale de quelques espèces particulièrement recherchées. Les bordigues, plus ou moins élaborées suivant le pays et le lieu, ont pour fonction de laisser circuler l'eau dans les deux sens, d'interdire la sortie des poissons tout en permettant les entrées d'alevins.

### **1. — Aspect sociologique.**

Les contextes sociaux dans lesquels ces situations se trouvent réalisées sont très divers. La lagune peut être propriété d'une société privée ou d'une coopérative : Italie, propriété publique louée à des exploitants privés ou coopératifs : Grèce, Turquie, ou propriété publique gérée par un organisme public, Tunisie.

L'accord indispensable à cette appropriation est d'autant plus facile à conclure que la lagune est plus petite avec une densité de population riveraine plus faible, c'est-à-dire que la compétition pour son exploitation est limitée. Un exemple se trouve en Egypte. Les lagunes du delta du Nil, situées dans une zone de forte densité de population, ne sont pas équipées de bordigues et sont gravement surexploitées par une pêche anarchique. La lagune de Port Fouad, sur la côte du Sinaï, dans une zone désertique à population limitée du fait du conflit Egypte-Israël, est équipée d'une bordigue et exploitée en pisciculture extensive par une société d'Etat (données MEDRAP).

### **2. — Aspect technologique.**

L'aménagement d'une bordigue sur le chenal de communication d'une lagune avec la mer ne pose pas de problèmes technologiques graves, tant que la profondeur de l'eau ne dépasse pas 2 à 3 mètres et que la bordigue ne doit pouvoir être traversée que par les embarcations de faible tonnage des exploitants. Les problèmes deviennent tout autres lorsqu'il s'agit de clôturer des chenaux d'une dizaine de mètres de profondeur où circulent des navires de fort tonnage. Il devient alors nécessaire d'envisager des investissements lourds que l'exploitation piscicole ne peut plus rentabiliser seule. C'est ainsi que le lac de Bizerte, seule lagune tunisienne à communiquer avec la mer par un chenal de profondeur importante, est aussi la seule lagune du pays à ne pas être aménagée pour une exploitation piscicole extensive (données MEDRAP).

### **3. — Aspect biologique.**

Avec sa barrière aménagée pour permettre les entrées de juvéniles, la pisciculture extensive lagunaire traditionnelle est entièrement conditionnée par le comportement migrateur de certaines espèces de poissons qui pénètre dans les lagunes pour grossir, puis retournent se reproduire en mer. Il y a donc un prélèvement sans compensation sur la production marine. Du point de vue biologi-

\* La mention "données MEDRAP" fait référence à des informations recueillies d'octobre 1978 à février 1979 par la mission internationale "Mariculture en Méditerranée", chargée de préparer, sous l'égide de la FAO, un "Programme Régional pour l'Aquaculture en Méditerranée" (MEDRAP), actuellement en cours d'approbation.

que, cette activité n'est finalement qu'une forme de pêche particulièrement efficace, qui n'augmente en rien l'ensemble des ressources du milieu marin. Elle est de ce fait entièrement à la merci d'une diminution des remontées d'alevins, qui peut aussi bien être due à son existence même (ponction excessive de reproducteurs potentiels) qu'à une surexploitation ou à une pollution des zones de frayères en mer ouverte. C'est ainsi que les valliculteurs italiens du delta du Pô se sont énergiquement attachés depuis quelques décennies à compenser les diminutions de remontées naturelles, d'abord en se procurant des juvéniles sauvages capturés à distance de leurs exploitations, puis en s'engageant résolument dans la voie de la ponte induite et de l'élevage larvaire (RAVAGNAN, 1978).

## II. — LES ÉCLOSERIES ET LA GESTION PISCICOLE DES LAGUNES.

Aujourd'hui il est encore possible, par des décisions administratives adéquates et des investissements limités, d'étendre la pisciculture extensive à des lagunes où elle n'est pas implantée, dans des régions où les ressources en alevins sauvages sont suffisantes. Des projets de ce genre sont à l'étude ou en cours de réalisation dans divers pays en voie de développement. Il est possible aussi d'accroître l'efficacité de certaines exploitations en remplaçant les barrières de filet tendus sur des perches, qui se rompent facilement en cas de mauvais temps, par des grilles plastiques ou métalliques installées sur des pieux de béton.

Cependant, là où elle existe, la pisciculture extensive lagunaire est souvent en danger, par les pressions conjointes à l'agriculture, du tourisme, de l'industrie et de la pêche, activités qui tendent à réduire la surface des lagunes pour en utiliser le sol, à réduire les remontées en alevins par leur développement, ou à détourner le personnel des exploitations vers des situations plus lucratives. Il peut alors y avoir un simple abandon des exploitations de pisciculture extensive, comme dans le bassin d'Arcachon (LABOURG, 1976). Ou bien une autre activité, plus lucrative, prend le relais. Cela peut être une forme d'aquaculture qui conserve les lagunes, comme la conchyliculture dans les étangs languedociens. Cela peut être une activité qui conduit à leur assèchement, comme le développement de l'agriculture et d'industries liées au sel dans la lagune de Messolonghi (Grèce).

Le développement des techniques d'élevage larvaire du loup (*Dicentrarchus labrax*), de la sole (*Solea solea*), de la dorade (*Chrysophrys aurata*), des mullets (*Mugil spp.*) et de quelques autres espèces (NASH, 1977; GIRIN, sous presse) a fait naître ces dernières années de nouveaux espoirs, dans la mesure où des lâchers de juvéniles d'élevage pourraient compenser des baisses de recrutements en juvéniles sauvages. Nous reviendrons plus loin sur les problèmes et les perspectives de telles opérations espèce par espèce. Mais, quelle que soit l'importance de ces repeuplements, les observations faites sur les lagunes méditerranéennes tendent à montrer que l'on peut difficilement en attendre, en exploitation purement extensive, des productions de poissons supérieures à 200-250 kg/ha/an (données MEDRAP).

De tels niveaux de production sont de toute évidence difficilement compatibles avec les exigences de revenus par unité de surface dans des pays à haut niveau de développement. Il faut donc rechercher des solutions plus élaborées.

Dans la valliculture traditionnelle, de nombreuses exploitations sont avant tout pour leurs propriétaires des réserves de chasse au gibier d'eau, dans lesquelles il est moins demandé à la production piscicole de fournir des bénéfices que de couvrir les frais d'entretien des lagunes (données MEDRAP). En développant ce concept, l'on arrive à l'idée d'une pisciculture extensive en lagunes maintenue sous la forme traditionnelle, avec éventuellement de légères améliorations, grâce à une combinaison avec des activités de tourisme et loisirs. Rien n'empêche les poissons eux-mêmes de devenir l'objet de ces loisirs. Ainsi dans l'une des lagunes de la baie de Messolonghi (Grèce), quelques kilomètres de berge sont traditionnellement occupés le dimanche matin par plusieurs centaines de pêcheurs à la ligne, un spectacle courant en France autour de certains étangs d'eau douce aménagés en réserve de pêche.

Un autre modèle d'évolution possible, certainement susceptible d'un développement beaucoup plus large, est celui de la valliculture moderne prônée par RAVAGNAN (1978 a, b). Dans ce modèle, des aménagements et des choix d'espèces judicieux permettent une utilisation successive de l'eau dans des élevages intensifs, semi-intensifs et extensifs, combinant une économie d'énergie au niveau des dépenses de pompage et une récupération des ressources alimentaires contenues dans les

déchets organiques de l'élevage intensif. L'on arrive ainsi, sans bouleverser des structures traditionnelles qui ont fait leurs preuves, à des revenus par unité de surface parfaitement compétitifs avec ceux d'activités non aquacoles, dans des exploitations non polluantes à rendement énergétique élevé. Au stade final de cette évolution, le prélèvement de juvéniles sur le milieu naturel est totalement supprimé. Une écloserie couvre non seulement les besoins en juvéniles des éléments intensifs et semi-intensifs de l'exploitation, mais aussi ceux de l'élément extensif, dont l'ensemencement en poissons, et éventuellement crustacés et mollusques, est strictement calculé pour un rendement financier optimum.

Des modèles de ce genre sont en cours de mise au point en France, en Italie et en Espagne (données MEDRAP). Ils sont encore loin d'être démonstratifs, parce que la juxtaposition de plusieurs techniques d'élevage suppose pour chacune un niveau de maîtrise qui n'est pas encore parfaitement atteint. Il est cependant d'ores et déjà certain que l'aménagement pour la pisciculture d'une lagune clôturée, dans une orientation loisirs-plein air comme dans une orientation élevage intensif-élevage extensif, est à la portée du savoir-faire et de la technologie, dont nous pouvons raisonnablement espérer disposer dans les dix années à venir, que ce soit en matière d'ingénierie, de maîtrise des élevages ou de production des juvéniles.

### III. — PISCICULTURE EXTENSIVE EN MER OUVERTE.

Dans la mesure où la production piscicole d'une lagune dépend largement de son approvisionnement en juvéniles par la mer voisine, un isolement de la lagune par une barrière naturelle plus ou moins sélective, une intervention humaine pour compléter ou suppléer l'apport de juvéniles sauvages, sont des actes dont les effets peuvent assez facilement être mis en évidence. En mer ouverte, les interventions à la portée de l'homme sont actuellement restreintes à une assistance à la production des juvéniles : le repeuplement. Ce terme suppose un déficit en juvéniles par rapport à la capacité du milieu marin à nourrir les animaux, problème auquel il est éminemment difficile d'apporter une réponse claire dans des espaces très vastes, non cloisonnés, où il y a déjà une production naturelle de juvéniles.

Pourtant, à la fin du siècle dernier, lorsque la fécondation artificielle de quelques espèces s'est trouvée maîtrisée, de vastes opérations de lâcher d'œufs embryonnés et de larves vésiculées d'espèces de grande pêche (morue, hareng), ont été réalisées dans l'Atlantique Nord (Mouvement pour le Repeuplement des Mers). Ellès ont été abandonnées aux environs de la première guerre mondiale, sans qu'aucun effet ait pu être mis en évidence. Depuis 1969, le Japon s'est lancé à son tour dans une opération de repeuplement en mer (QUERELLOU, 1977). Mais il s'agit d'une mer de dimensions modestes dont toutes les côtes lui appartiennent et dont il est l'unique exploitant, où les opérations de repeuplement portent sur des juvéniles d'espèces côtières.

#### 1. — Le problème des limites spatiales.

Clôturer une mer ou une portion de mer à fin de pisciculture n'est pas envisageable dans l'état actuel de la technique. La seule motivation qui pourrait justifier de tels investissements dans les décennies à venir est la production d'énergie à partir de centrales hydrauliques de grandes dimensions, utilisant la marée (baie du Mont-Saint-Michel) ou les déficits en eau de mers fermées

En dehors de telles situations, pour des espèces libres qui ne reviennent pas naturellement à leur lieu de naissance, il y a inévitablement une dispersion plus ou moins rapide et incontrôlable des animaux autour des points de lâcher, dont la seule limite est celle de l'aire de répartition de l'espèce. Le problème se pose alors nécessairement à un niveau international, à moins qu'il ne s'agisse d'une opération réalisée autour d'une île avec une espèce rigoureusement inféodée à la côte.

Les opérations réalisées par le "Mouvement pour le Repeuplement des Mers" portaient sur des espèces pêchées librement dans les eaux internationales, situation dans laquelle une gestion rationnelle des stocks et une participation de tous les pays concernés aux opérations de repeuplement n'étaient pas envisageables. Aujourd'hui, de nombreuses espèces ont toute leur aire de répartition comprise dans les zones d'intérêt économique de quelques pays seulement et il n'est plus utopique d'espérer obtenir à plus ou moins long terme une participation active de tous les pays concernés à une opération de repeuplement sur une espèce déterminée. Les organismes internatio-

naux susceptibles de coordonner de telles actions existent et plusieurs auteurs, comme NASH (1977 b) ou KIRK (1979) ont récemment commencé à promouvoir de telles orientations.

## 2. — Le problème biotechnique.

Pour que de telles actions soient efficaces, non seulement il est nécessaire qu'il y ait un réel besoin de suppléer la production naturelle de juvéniles, mais il faut en outre la capacité technique de produire des quantités d'animaux qui ne soient pas ridicules en regard de cette production naturelle.

Les quantités concernées sont sans commune mesure avec ce qui est nécessaire pour des opérations en lagunes. Ainsi, la ponction faite par l'homme sur les stocks naturels de juvéniles de poisson-lait (*Chanos chanos*) pour approvisionner des élevages en enclos et en bassins peut être estimée, en combinant les données de SMITH et coll. (1978) et de MISTAKIDIS (1977) entre 2 et 2,5 milliards d'individus de quelques centimètres chaque année. Etant donné l'état actuel de la technique, une simple compensation de cette ponction est inimaginable au moins pour les deux décennies à venir.

La dimension d'un repeuplement ne s'exprime pas seulement en nombre, mais aussi en taille des individus relâchés, étant entendu que, plus l'animal est gros, plus il revient cher mais plus il a de chances de survie. Le choix du meilleur effort de repeuplement, en termes de combinaison nombre-taille suppose donc une parfaite connaissance de la courbe de survie naturelle de l'espèce, donnée généralement inconnue dans le cas de la mer ouverte. Une expérimentation à grande échelle est de ce fait un investissement à fonds perdus indispensable dans tout projet de repeuplement marin.

## 3. — Le pari japonais.

Le programme de repeuplement de la mer intérieure du Japon, tout en étant basé sur les choix judicieux mentionnés plus haut (mer à exploitant unique, espèces côtières, lâcher d'animaux aussi âgés que le permet la technique) n'en est pas moins avant tout un investissement à très haut risque. Les motivations et les premiers résultats du programme ont été remarquablement analysés par QUERELLOU (1978), qui écrit ainsi :

“Il ne fait plus de doute au Japon que les opérations de repeuplement ont démarré sans que les préoccupations portant sur leurs effets soient prioritaires. Les motivations réelles n'ont rien à voir avec un programme de développement des ressources marines du littoral issu de l'analyse scientifique des données de pêche. Elles ne tiennent pas compte non plus des principes écologiques fondamentaux de dynamique de population et de synécologie. Et de fait, les opérations de repeuplement, au moins en Mer Intérieure Seto ne résultent pas de décisions prises par les scientifiques, mais par l'administration”.

Pour la principale espèce de poisson concernée, la Dorade Royale (*Chrysophrys major*) le programme est encore loin de simplement compenser en nombre la ponction de juvéniles effectuée chaque année sur le milieu naturel pour alimenter les fermes d'élevage intensif. Le suivi scientifique des lâchers est encore trop fragmentaire pour fournir des informations sur leur efficacité. Mais c'est un investissement sur l'avenir, logique dans un pays essentiellement tourné vers la mer, qui a permis la réalisation d'un ensemble d'installations et l'acquisition d'un savoir faire qui ne seront peut-être pas rentabilisés directement, mais qui amèneront certainement d'importantes retombées sur le développement de l'aquaculture en général.

## IV. — LES ESPÈCES INTÉRESSANTES POUR L'EUROPE.

L'Europe dispose actuellement de quatre espèces de poissons marins pour lesquelles l'état actuel des techniques d'élevage larvaire permet d'envisager des niveaux de production de quelques millions à quelques dizaines de millions de juvéniles par an à terme d'une dizaine d'années : le bar (*Dicentrarchus labrax*), la sole (*Solea solea*) la dorade (*Sparus auratus*) et le turbot (*Scophthalmus maximus*). Si l'on cherche à analyser d'un point de vue biologique et technique dans quelle mesure ces diverses espèces peuvent convenir à un réempoissonnement pour renforcer sa position dans une population multispécifique déjà existante, chacune présente une image assez particulière.

Le niveau de maîtrise de l'élevage varie encore nettement d'une espèce à l'autre (tabl. 2) et il est certain que la production de jeunes bars ou de jeunes soles en grandes quantités restera encore longtemps plus facile et moins coûteuse que celles de jeunes dorades ou de jeunes turbots.

Du point de vue alimentaire, la dorade et la sole, consommateurs d'invertébrés en général détritiformes ou filtreurs, correspondent à des chaînes alimentaires plus courtes que le bar et le turbot, consommateurs plus ou moins préférentiels d'autres poissons. Les deux premières espèces sont donc plutôt à préférer dans un aménagement rationnel, sauf lorsqu'il est intéressant de limiter la population d'un poisson herbivore ou détritiforme peu prisé (mulet, par exemple).

Chez le bar et la dorade, les capacités de survies en élevage lagunaire extensif de l'animal tel qu'il sort de l'écloserie (1/4 à 1/2 gramme) sont connues par l'expérience italienne (RAVAGNAN, 1978 b). Le taux de survie de la libération à la commercialisation, après environ deux années et à un poids de l'ordre de 300 g, se situe normalement entre 50 et 80 % pour la dorade, tandis qu'il n'atteint qu'exceptionnellement 25 % chez le bar, sans dépasser normalement 5 %. Chez la sole, si quelques expériences de lâcher en lagune ont été réalisées (BARRET et FRIHA, 1978, LASSERRE et LASSERRE, 1979), les données disponibles restent encore trop imprécises pour permettre de tirer des conclusions. Chez le turbot, aucun essai n'a encore été envisagé.

Ainsi, en tenant compte de l'état actuel des techniques, du régime alimentaire et des capacités de survie, les deux espèces a priori les plus recommandables pour des opérations d'empoissonnement d'une lagune servant à des rejets de pisciculture intensive sont d'abord la dorade, ensuite peut-être la sole. Dans une opération visant à satisfaire une pêche récréative, où les poissons plats pourront être moins appréciés du fait de leur faible niveau d'activité, il est vraisemblable que le meilleur choix sera encore la dorade, cette fois suivie du loup.

En mer ouverte, il n'y a aucune information précise sur les taux de survie qui peuvent être espérés. Quels qu'ils soient, les deux consommateurs d'invertébrés, dorade et sole, sont a priori des choix plus intéressants. L'on remarquera que la première espèce correspond au choix japonais. Cependant, étant donné l'intérêt économique de la sole sur le marché européen et la facilité de son élevage larvaire, un projet sur cette espèce pourrait présenter un pouvoir mobilisateur plus important. Les deux choix ne sont d'ailleurs pas incompatibles, avec une préférence possible pour la sole sur les côtes atlantiques, pour la dorade sur les côtes méditerranéennes.

## CONCLUSION.

La pisciculture lagunaire marine extensive, assez développée au début du siècle (LABOURG, 1976) a aujourd'hui quasiment disparu en France. Elle est par contre une réalité économique non négligeable pour l'ensemble des pays du bassin méditerranéen. En danger avec les récentes réussites dans l'élevage larvaire de certaines espèces, elle a aujourd'hui de toute évidence de nouvelles perspectives d'adaptation, en combinaison avec la pisciculture intensive et certaines activités récréatives de plein air.

La pisciculture extensive en mer ouverte est pour sa part une nouveauté, encore difficilement envisageable aujourd'hui, mais qui mérite d'être étudiée attentivement. Il importe cependant d'avoir parfaitement conscience du fait qu'un engagement dans une telle direction ne peut s'envisager ni à petite échelle ni pour un essai de quelques années. Cela ne veut pas dire qu'il faille s'en garder : l'exemple japonais montre que c'est un choix possible et non une aventure. Mais dans l'état actuel des connaissances, c'est un choix beaucoup plus politique que scientifique.

- BARRET, J. et M.M. FRIHA, 1978. Bilan d'une expérience d'élevage semi-intensif de soles (*Solea Solea*) dans un étang côtier breton. Doc. ICES C.M. 78/G : 53. 12 pp.
- DE ANGELIS, R., 1960. Mediterranean brackish water lagoons and their exploitation. *Stud. Rev. Gen. Fish. Counc. Mediter.* (12).
- DE ANGELIS, C.M., sous presse. Problems concerning aquaculture to restock coastal lagoons in the Mediterranean basin. Presented at ICES Early Life History of Fish Symposium. Woods Hole, April 1979.
- GIRIN, M., sous presse. Prospects for commercial culture of the European Sea-Bass and other marine finfish in France and neighbouring countries. 10th World Mariculture Society Meeting, January 1979, Hawaii, USA. Proceedings of the W.M.S. meeting. Vol. 10, 1979, p. 272-279.
- KIRK, R.G., 1979. Marine fish and shellfish culture in the member states of the European Economic Community. *Aquaculture*, 16 : 95-122.
- LABOURG, P.J., 1976. Les réservoirs à poissons du bassin d'Arcachon et l'élevage extensif de poissons euryhalins (muges, anguilles, bars, daurades). *La Pisciculture française*, N° 45, pp. 35-52.
- LASSERRE, G. et P. LASSERRE, 1979. Croissance, production et demande d'énergie d'une population de soles (*Solea vulgaris*) introduite dans une lagune aménagée (bassin d'Arcachon). In : *Actes de Colloques du CNEOX*, 7 : 689-714.
- MISTAKIDIS, M.N., 1977. Culture of marine fishes in the third world. *FAO fisheries circular N° 704*, 6 pp.
- NASH, 1977 a. The breeding and cultivation of marine fish species for mariculture. In : 3rd Meeting of the ICES working group on mariculture. *Actes de colloques du CNEOX*, 4 : 1-10.
- NASH, C.E., 1977 b. Ocean ranching and fisheries management. Doc. ICES. CM77/E : 46. 10 pp.
- QUERELLOU, J., 1977. Aquaculture. L'expérience japonaise des repeuplements. Introduction générale. Chapitre I : principes généraux et programmes nationaux. *Mémoire CTGREF 10/1*. 54 pp.
- RAVAGNAN, G., 1978 a. Système d'aquaculture côtière des poissons et des crustacés en Méditerranée. Doc. UNEP/WG-15/4, 47 pp.
- RAVAGNAN, G., 1978 b. *Vallicoltura moderna*. Edagricole, Bologna, 283 p.
- SMITH, I.R., F.C. CAS ; B.P. GIBE and L.M. ROMILLO, 1978. Preliminary analysis of the performance of the fry industry of the milkfish (*Chanos chanos* Forskal) in the Philippines. *Aquaculture*, 14 : 199-219.

	PISCICULTURE EXTENSIVE	PISCICULTURE INTENSIVE
MULET	5000 T	1000 T
ANGUILLE	2300 T	800 T
DAURADE	1800 T	30 T
BAR	850 T	20 T
SOLE	420 T	< 1 T
TURBOT	10 T	0
TOTAL	~ 10380 T	~ 1850 T

TABLEAU 1

Pisciculture marine et d'eau saumâtre dans le bassin Méditerranéen. Estimation des productions en 1978 (données MEDRAP).

	SANS SEVRAGE	AVEC SEVRAGE
SOLE	50%	20%
BAR	25%	15%
DAURADE	10%	5%
TURBOT	5%	3%

TABLEAU 2

Taux de survie moyens depuis l'éclosion chez quatre poissons marins. Ces taux sont estimés sur la base des techniques actuelles, pour des productions à une échelle supérieure à la centaine de milliers d'individus.

## DISCUSSION GÉNÉRALE POISSONS

La discussion précise plusieurs caractéristiques importantes de l'aquaculture marine extensive :

— Cette activité représente une possibilité de développement sur le littoral : reconversion des populations qui vivent de la pêche et mise en valeur de nouvelles zones comme c'est le cas dans les étangs côtiers méditerranéens. Le problème abordé à propos de ces exemples est celui de la privatisation des espaces côtiers : la lagune d'Orbitello en Italie fait vivre 100 pêcheurs. En Egypte, un exemple comparable fait vivre 200 personnes.

— L'aquaculture marine extensive à grande échelle, comme celle pratiquée au Japon, ne peut s'envisager qu'à partir d'une production artificielle de juvéniles en écloséries. Ce passage obligatoire de la "cueillette" dans le milieu naturel à la production en éclosérie est comparé à ce qui s'est produit pour l'agriculture, qui a domestiqué depuis le néolithique les espèces sauvages.

— L'aquaculture extensive ne peut s'envisager qu'avec une bonne connaissance de la dynamique des populations naturelles, référence indispensable pour estimer le nombre de juvéniles qu'on pourrait prélever sur un stock donné, le besoin éventuel en production artificielle de juvéniles, et ultérieurement, l'impact réel d'une réintroduction de juvéniles.



## LES TECHNIQUES DE REPEUPLEMENT ET DE GESTION DES ETANGS D'EAU DOUCE

J. LECOMTE

*Chef du Département hydrobiologie - Institut National de la Recherche Agronomique*

### ABSTRACT

*This paper concerns only extensive aquaculture in fresh water ponds, though the boundaries between extensive and intensive aquaculture are not always clear.*

*Management with input of food is not taken into consideration but improvement of the quality or the quantity of natural productivity is treated. The need of a period of intensive rearing before releasing juveniles from hatcheries is emphasized.*

*Beside methods of pond aquaculture as carried out in Western Europe, the growth of traditional aquaculture in China and its introduction in Europe are described with a few examples. It will also be shown how basic research in genetic, physiology may bring in the future new improvements in pond management.*

*A few economic informations are also given, mainly in the difference between ponds used for sport fishing and for the production of fish for human consumption.*

Parallèlement aux efforts de recherche et de développement en aquaculture marine on assiste à une extension considérable des piscicultures en eau douce dans de nombreux pays. Il s'agit parfois de l'amélioration de cultures traditionnelles, par exemple en Chine ou dans l'Europe de l'Est. Parfois aussi il s'agit d'une innovation par exemple en Amérique Latine.

Les raisons de cette expansion sont faciles à comprendre. A la base, on doit mettre en valeur le fait que les poissons produisent plus de protéines par calorie d'aliment ingéré que d'autres animaux. Pour une mégacalorie :

<i>un poisson :</i>	<i>un poulet :</i>	<i>un porc :</i>	<i>un bovin :</i>
20 grammes	10 grammes	6 grammes	2 grammes
de protéines	de protéines	de protéines	de protéines

Bien entendu il faut aussi apprécier la qualité de la nourriture. Les poissons carnassiers transforment des protéines animales en protéines animales et cette transformation coûte cher. Mais cette opération, déficitaire sur le plan écologique, reste, dans l'état actuel des choses, très rentable parce qu'on peut toujours introduire dans l'aliment autre chose que des protéines animales et parce qu'on transforme un produit sans grande valeur actuelle en produit très apprécié. C'est dans cet esprit qu'il convient d'étudier la production de truites dont le développement dans les pays industrialisés est spectaculaire.

Je restreindrais cependant cet exposé à un autre aspect de la pisciculture, celle effectuée en étang, en me limitant à des étangs situés dans des zones tempérées.

Les piscicultures en étang conservent toujours un caractère relativement extensif, à part la phase de production des alevins. En fait, on observe tous les intermédiaires entre l'élevage strictement extensif caractérisé par un empoissonnement sans apport direct de nourriture et des élevages plus intensifs qui, outre la fertilisation des eaux, sont l'objet d'apports plus ou moins importants de nourriture.

En aucun cas cependant les piscicultures d'étang ne peuvent être comparées aux piscicultures complexes de salmonidés, ce qui se traduit d'ailleurs par des rendements à l'hectare très différents. Ceux-ci n'atteignent pas 10 tonnes par hectare en étang, dans les meilleures conditions, et atteignant 500 tonnes en salmoniculture, mais encore une fois dans des conditions peu comparables.

En particulier, il faudrait mieux comparer les volumes d'eau nécessaires plus que les surfaces. Les salmonicultures s'effectuent en eau courante ; avec, la possibilité de recycler l'eau, tandis qu'en étang le renouvellement de l'eau est toujours faible.

Comme type de pisciculture traditionnelle en étang situé en Europe occidentale, nous pouvons prendre des étangs situés dans la Brenne.

Les principaux poissons faisant l'objet d'élevage sont :

- la capre (*Cyprinus carpio*)
- la tanche (*Tinca tinca*)
- le gardon (*Rutilus rutilus*)
- le brochet (*Esox lucius*)

La production d'alevins et de juvéniles de carpes destinés au peuplement des étangs se fait en deux étés :

- 1<sup>er</sup> été — poissons de 15 à 25 grammes = feuilles
- 2<sup>ème</sup> été — poissons de 100 à 200 grammes = nourrins

Les reproducteurs sont placés dans des étangs à raison de une à cinq femelles par hectare et une fois et demie à deux fois plus de mâles. En général le choix de l'âge des reproducteurs et la préparation des étangs laissent beaucoup à désirer. Les rendements en carpillons d'un été sont très variables de 5 à 409 kg par hectare pour un étang. Le passage du 1<sup>er</sup> au 2<sup>ème</sup> été est parfois assez difficile, les pertes peuvent être importantes et les productions à l'hectare après déduction de l'empoissonnement sont également très variables. Parfois, dès ce stade, plusieurs espèces sont associées carpe et tanche par exemple.

En ce qui concerne les étangs de production de poissons de consommation, on constate que les rendements à l'hectare sont très variables. La moyenne en Brenne serait de 143 kg/ha avec des minima de 30 kgs et un maximum de 300 kg.

Il faut remarquer que l'empoissonnement est très variable, de 70 à 400 individus à l'hectare, la fertilisation des étangs est également assez variable, de 100 à 400 kg/ha par an de divers amendements : chaux, scories, superphosphates à des époques variables.

Les mises à sec des étangs de Brenne sont irrégulières. Les intervalles sont de 8 à 10 ans et consécutifs soit à une baisse de rendement soit à l'envasement.

La pêche se pratique à partir du 15 octobre après abaissement du niveau de l'eau. Des filets de différentes mailles sont passés successivement. On utilise parfois des grilles situées dans une pêcherie en dessous de l'étang. De toute manière ces piscicultures traditionnelles sont appelées à évoluer et on doit tendre vers une gestion de l'étang dont les principes de base sont connus.

## GESTION DE L'ECOSYSTEME EN AQUACULTURE EXTENSIVE

L'étang doit être considéré comme un écosystème dirigé. L'action de l'homme vise à obtenir une production de poisson à partir d'une base qui est la productivité primaire de l'étang, c'est-à-dire le phytoplancton et les plantes supérieures.

On cherchera à optimiser cette productivité primaire en évitant :

- 1) les "culs de sac", c'est-à-dire les espèces qui ne sont pas consommées.
- 2) la sous ou la sur-consommation.
- 3) en cherchant à raccourcir la chaîne trophique en introduisant des poissons consommateurs primaires.
- 4) en suivant l'évolution des producteurs secondaires — Benthos — Zooplancton et en cherchant à diriger cette évolution.
- 5) en prêtant une grande attention à la compétition entre les espèces et en cherchant à exploiter le maximum de niches écologiques potentielles.
- 6) la question de l'introduction d'un niveau supplémentaire dans l'étang c'est-à-dire des poissons carnassiers doit être étudiée en fonction de leur valeur économique propre et de leur valeur sanitaire qui devront être précisées.
- 7) la possibilité de corriger des baisses importantes dans la disponibilité en nourriture, soit qu'elles soient accidentelles, soit qu'elles soient liées au rythme de production en effectuant des apports de nourriture exogènes limités dans le temps doit être étudiée même en aquaculture extensive.

Parmi les mesures propres à assurer au mieux la réalisation de ces objectifs, il faut citer la fertilisation qui nécessite encore un effort de recherche concernant le mode d'épandage et son rythme. On sait par exemple que la biomasse du Benthos peut varier de 1 à 31 en fonction de la fertilisation.

D'autres mesures peuvent être prises, telles celles utilisées pour gérer les bassins à alevins en Hongrie qui consiste à utiliser un toxique sélectif pour favoriser certaines espèces de plancton au dépens d'autres.

## L'AQUACULTURE D'EAU DOUCE EN CHINE

Le deuxième exemple permettra d'étudier des systèmes plus intensifs de production. La Chine possède environ 20 millions d'hectares d'eau douce. Les lacs et réserves de grande taille, supérieurs à 100 hectares, sont exploités de manière extensive avec des productivités variant entre 52 à 1.100 kg/ha. Les meilleurs rendements se rencontrent dans les lacs d'une superficie inférieure à 500 hectares. Le peuplement se fait en mélangeant différentes espèces pour exploiter au mieux toutes les ressources alimentaires du milieu.

On trouvera ainsi typiquement :

- 1 herbivore — *Ctenopharyngodon idella*
- 1 phytoplanctonophage — *Hypophthalmichthys molitrix*
- 1 zooplanctonophage — *Aristichthys nobilis*
- 1 molluscophage — *Mylopharyngodon piceus*
- 1 ou plusieurs mangeurs de Benthos — *Cyprinus carpio* - *Cirrhinus molitorella*.

Le plus souvent les lacs sont peuplés à raison de 1.500 individus de 10-15 cm par hectare. Des densités supérieures peuvent être utilisées. Les proportions entre les différentes espèces varient selon les cas. Voici un exemple de répartition :

Hypophthalmichthys .....	46 %
Aristichthys .....	16 %
Ctenopharyngodon .....	10 %
Cirrhinus .....	21 %
Cyprinus .....	8 %

Les très grands lacs ne sont pas fertilisés. Pour les plus petits, on utilise essentiellement le lisier de porcs. Celui fourni par 15 porcs par hectare est considéré comme donnant de bons résultats.

La récolte est effectuée avec différents types de filets ou avec un chalut. Il existe de nombreuses formes de transition entre cette aquaculture extensive et l'aquaculture très intensive, généralement réservée aux plans d'eau de superficie inférieure à 100 hectares. Parfois on se contente de nourrir avec les végétaux cultivés sur les rives, les *Ctenopharyngodon*. Ces poissons à leur tour fertilisent l'eau et sont la source d'une productivité d'aliments pour les autres espèces. Selon un proverbe chinois, en nourrissant une carpe phytophage on nourrit trois autres poissons.

L'aquaculture extensive est intégrée dans un système plus général d'exploitation de l'espace par l'agriculture. Ceci permet la meilleure utilisation possible des déchets organiques terrestres pour fertiliser l'étang et des déchets aquatiques pour fertiliser les champs, où peuvent être cultivées les plantes servant en partie à nourrir les poissons. La polyculture est bien entendu de règle et les rendements à l'hectare très élevés. Les normes officielles sont de 1.500 kg/ha dans le nord, 3.000 kg/ha dans le centre, et 3.750 kg/ha dans le sud. Ces normes sont plus souvent dépassées, on cite des rendements de 11.000 kg/ha en Chine centrale pour une exploitation totalisant 170 hectares.

### LES ECLOSERIES

Il paraît difficile de compter sur la reproduction naturelle du poisson qui, du fait des fluctuations climatiques, est variable. Cette reproduction peut être contrôlée dans des écloseries spécialisées, qui permettent d'obtenir à partir de géniteurs choisis des produits en nombre voulu et à des dates parfois plus avantageuses que celles de la nature.

Les écloseries supposent :

- 1) le maintien d'un stock de géniteurs qui peut faire l'objet d'une sélection.
- 2) le contrôle de la formation des gamètes, en particulier de l'ovulation, par voie hormonale,
- 3) la fécondation artificielle,
- 4) l'incubation des œufs,
- 5) l'élevage des alevins jusqu'à leur transfert vers des étangs.

Les niveaux de connaissance sur ces différents points commencent à être satisfaisants et les investissements sont réduits par rapport aux bénéfices assurés, en particulier par l'élimination des fluctuations de production.

### PERSPECTIVES

Dans de nombreux pays l'aquaculture en étang se développe. Il peut s'agir de pays où la consommation de poisson d'eau douce est depuis longtemps importante ou d'une volonté de créer une production économique de protéines animales. Dans certains cas on peut espérer pallier le déclin des pêches maritimes des pays défavorisés de par leur position géographique. C'est ainsi que la Bulgarie et la Roumanie ont mis sur pied des programmes ambitieux de piscicultures d'eau douce avec des objectifs de 45.000 et 94.000 tonnes, qui devraient être atteints en 5 ans.

En France les poissons d'étangs ont des débouchés assurés. L'un de ces débouchés n'est qu'indirectement lié à l'alimentation, il s'agit de la fourniture de poissons destinés au peuplement de plans d'eau pour la pêche de loisir. Les poissons carnassiers outre ce premier usage constituent un secteur déficitaire de notre balance commerciale et le marché intérieur devrait facilement absorber une production importante.

Pour la carpe et d'autres poissons blancs, outre des marchés d'exportation qui restent ouverts, il y a lieu de tenir compte d'une technologie permettant, par fumage ou conserve de préparations cuisinées, de valoriser considérablement ces produits. Il existe très probablement non seulement sur le marché extérieur mais à l'intérieur des débouchés importants.

Les données provenant de pays comparables au nôtre pour le climat, montrent qu'on peut espérer des rendements moyens à l'ordre de 500 kg par hectare sans apport alimentaire et des rendements de l'ordre de 2.500 kg/ha en utilisant une alimentation exogène.

Enfin sans négliger les aspects pathologiques de ces diverses formes d'élevage on constate qu'ils sont généralement moins importants qu'en salmoniculture.

## ATLANTIC SALMON SEA RANCHING IN IRELAND

D.J. PIGGINS

*The Salmon Research trust of Ireland - Newport Co. Mayo - République d'Irlande*

### RÉSUMÉ

*Les quatre principales stations d'élevage de smolts en Irlande ont permis de développer la pêche des saumons adultes dans des pêcheries fixes d'estuaire. Mais les "recaptures" sont à l'heure actuelle à un taux insuffisant en regard des normes économiques d'une opération de "sea-ranching". L'un des principaux facteurs limitants du repeuplement à partir de saumons d'élevage est la viabilité inférieure des smolts d'élevage par rapport aux individus sauvages. Ce fait peut être dû à une combinaison de carences de la physiologie ou du comportement provoquées par les techniques d'élevage, aussi bien que par la présence de germes pathogènes à l'état latent sur les smolts libérés. Il est suggéré que l'amélioration de la qualité des smolts soit considérée comme une priorité essentielle pour les travaux de recherche futurs. Un second facteur limitant est constitué par une exploitation de plus en plus importante des saumons adultes lors de leur retour, par la pêche aux filets dérivants, légale et illégale, le long des côtes d'Irlande. Cette pêcherie est alimentée par une contribution significative (3 %) des smolts issus de "sea-ranching". Les adultes issus de smolts d'écloserie contribuent également aux captures à la ligne en eau douce. Dans ce cas, le lieu de lacher des juvéniles peut être déterminant dans le comportement des adultes lors du retour. La pratique du "sea-ranching" commercial privé en Irlande impliquerait de trouver une solution aux difficultés d'ordre législatif et à l'heure actuelle, ces dernières peuvent être considérées comme insurmontables, en particulier en ce qui concerne l'utilisation de pièges privés en estuaires pour recapturer les adultes. Une comparaison est établie entre l'économie des deux filières : "sea-ranching" et élevage intensif en cages, qui permet d'évaluer les taux de recaptures nécessaires pour rendre le sea-ranching compétitif vis-à-vis d'une exploitation intensive conduite efficacement.*

#### 1. The results of smolt-rearing operations in Ireland.

There are four major smolt-rearing stations in Ireland, situated at :

- a) Bushmills, Co. Antrim, operated by the N. Ireland Dept. of Agriculture & Fisheries,
- b) Carrigadrohid, Co. Cork, on the R. Lee, operated by the Electricity Supply Board,
- c) Parteen, on the R. Shannon, operated by the Electricity Supply Board,
- d) Salmon Research Trust, Newport, Co. Mayo, on the Burrishoole River system.

Two further stations exist, but neither has yet made any significant contribution to the total of reared smolts, in that the station at Virginia, Co. Cavan was opened in 1978, producing its first smolts in that year (20,000) but having a projected capacity of 100,000 smolts p.a. The other station, at Cong, Co. Mayo, was designed to produce early-feeding fry and underyearling parr for restocking and released its first batch (1000) of yearling smolts in 1978.

a) the rearing station at Bushmills (R. Bush) was partly operational by 1973 and produced the first yearling smolts in that year. River water quality is poor and this has been reflected in the survival rates from ova to smolts, with heavy losses from gill disease and furunculosis. Only 12.2 % of ova stock survived to end-of-year parr in 1974, 4.8 % in 1976 and 8.4 % in 1977, whilst there was a total loss of the 1975 stock. Filtering and monitoring improvements appear to have had beneficial effects in 1978. Survival rates from smolt to adult, including grilse, 2- and 3- sea-winter fish are shown in Table I, averaging 1.3 % over three years releases. Cold-branded fish survived some three times better than tagged fish, despite the unlikelihood of returns of branded fish from coastal nets. In addition, there is evidence that many tags were shed and brands were unidentifiable ; when due allowance is made for this, the tagged fish survival rate doubles and that of branded fish increases by almost 50 %.

Table I.

Hatch year	1 + smolts released	adults recaptured	2 + smolts released	adults recaptured
1972 Tagged	181	4 2.2 %	946	22 2.3 %
Branded	94	11 11.7 %	1027	45 4.4 %
1973 Tagged	1000	8 0.8 %	1250	8 0.6 %
Branded	1250	29 2.3 %	1250	20 1.6 %
1974 Tagged	3568	0 0.0 %	5600	17 0.3 %
Branded	907	4 0.4 %	31770	445 1.4 %

b) Smolt rearing started on the R. Lee at Carrigadrohid in 1971, following a catastrophic decline in the salmon population after the river was harnessed for hydroelectric power, from an annual catch (nets and rods) of 8000 p.a. to only 292 in 1961.

The creation of shallow reservoirs caused a large increase in pike numbers, which preyed on the smolts and when the pike were eradicated, the predatory role was taken over by large brown trout. The counts of ascending salmon at Iniscarra dam fell from a high point of 914 in 1965 to only 57 in 1972.

Carrigadrohid rearing station has a capacity of 150,000 smolts p.a. and has been virtually disease free, accounting for a survival to 1+ smoltstage from the ova, of 70 %, in most years. The smolts weigh 40-50g and since the first releases in 1972, the counts of ascending salmon at Iniscarra dam have improved :

Table 2.

Year	Smolts released	Adult count
1972	119,000	—
1973	131,418	171
1974	118,800	494
1975	126,00	205
1976	150,000	419
1977	119,000	165
1978	100,000 (?)	300

As well as 1+ smolts, some 90-120,000 underyearling parr have been planted out each year in selected nursery streams. One effect of the smolt planting has been to change the type of salmon present in Lee from what were almost exclusively 2-sea-winter fish to almost exclusively grilse, at the present time.

It was noted from 1973 onwards that a very considerable number of the fish returning to Iniscarra dam were of hatchery origin and by 1977, the river was virtually dependent on hatchery-reared smolts for its continued existence as a salmon river. At the same time, there was increasing concern over the exploitation of these fish by coastal and riverine nets, accounting for the average return to the trap at Iniscarra, of 0.2 %, over the years 1973-77.

c) The rearing station at Parteen became operational in 1960, was expanded in 1966 and can produce over 200,000 smolts p.a., for restocking the R. Shannon which was also harnessed for hydroelectric power. From 1973-76, the numbers of smolts produced fell to around 120,000 p.a., due to increased commitments for smolts in sea-cage operations and to increased mortalities from disease, particularly furunculosis. The smaller parr are graded out and planted in nursery streams on an almost continuous basis so that figures are not available for the survival rates from ova to 1+ smolts.

Similarly, no precise data are available for the return rate of adults from reared smolts at Parteen but it has been suggested that some 3-4 % survive to reach the Shannon, but are then subject to exploitation by river nets and the Thomond Weir trap.

The proportion of reared fish noted in this trap has risen from 12 % (average) from 1970-76 to 20 % in 1978, indicating that wild stocks of smolts are declining by comparison with the relatively uniform numbers of reared smolts released each year. In 1975, over 55 % of the fish examined at a trap at Parteen rearing station were of hatchery origin.

As for the R. Lee, the exploitation of these reared stocks of salmon on the Shannon by legal and illegal coastal nets and by illegal river nets is causing much concern, as the smolt-rearing operations are becoming more costly each year, for a diminishing return.

d) The Salmon Research Trust of Ireland began smolt rearing operations in 1956 and expanded the installations until 1965. A later expansion was used for the production of smolts for a pilot-scale sea-cage rearing operation. Annual production ranged between 5-9000 up to 1967 but since then, has averaged 12,000 p.a., with a maximum of some 18,000. Furunculosis caused a reduction to 7000 p.a. in 1972 and 1973 and the disease has been endemic since that time. Part of the increased production was due to the use of a warmed-water facility during late incubation, alevinage and early feeding, which can increase the proportion of 1+ smolts to 60-70 % of the yearling population, compared with 20-30 % when the fish are reared at ambient temperatures. This warmed-water facility proved too expensive to run in 1979, with oil at approx. 1 FF per litre and the scarcity of supply was such that continuous running could not be guaranteed.

In a normal year, survival from ova to end-of-year parr exceeds 60 % and that of yearlings to 2+ smolts usually exceeds 80 %, although furunculosis mortality can be difficult to control by normal antibiotic treatment.

The first significant returns from reared smolts were obtained in 1963 and in 1969, "reared" (ranch) grilse constituted almost 40 % of the population of the fishery system. In 1972, (after full trapping facilities had been installed in 1970) there was an overall return of 6.6 % from reared smolts but this has proved to be the best return to date, with recent recapture rates falling to around 1 %. It seems likely that the decline is due in part to reduced viability of the reared smolts, from residual furunculosis infection at the time of release. Although outwardly healthy, the stress of an hyperosmotic environment can cause a flare-up of the disease, with heavy losses during the first month at sea. One sea-cage operation has experienced losses of up to 60 % from this cause and in the pilot-scale operation conducted by the Trust, we lost 40 % of one batch of 2+ smolts, among which there had been scarcely any mortality during the preceding three months in fresh water.

It is possible too, that modern smolt-rearing diets are not as satisfactory now as they were in the past, when material such as FPC\* was incorporated in diets of 10-15 years ago but is now unobtainable or prohibitively expensive.

The physiological status of modern reared smolts should be rigorously compared with that of wild smolts and behavioural studies (involving telemetry) might also reveal unexpected differences.

---

\* Fish protein concentrate

Apart from reduced viability of reared smolts, a second and undoubtedly serious cause of the decline in the Irish context, has been the much increased exploitation of grilse stocks by coastal drift nets in recent years.

Table 3 gives the results of smolt rearing operations by the Salmon Research Trust since 1966, when the recapture rates up to and including 1969 are the minimum figures, full trapping facilities having been available only since 1970 :

Table 3.

Year of recapture	Smolts released	Adults recaptured	% 2+ smolts	% 1+ smolts
1966	9764	62	0.62	0.83
1967	10256	194	1.87	1.09
1968	14260	490	4.41	2.91
1969	17317	654	5.20	4.02
1970	16637	312	3.64	1.25
1971	10219	136	1.27	1.65
1972	10237	682	7.00	4.08
1973	7906	117	1.55	0.85
1974	5479	60	1.10	1.08
1975	10206	354	4.18	0.80
1976	15674	253	1.62	1.60
1977	15258	96	0.48	0.79
1978	17922	182	0.91	1.07

## 2. Exploitation of reared salmon stocks.

It is apparent from the preceding section that returns of salmon derived from reared smolts to traps situated at the rearing stations have been poor. In the case of the R. Bush, for example, 618 salmon returned from 48,843 smolts, or 1.3 %.

Results from the Lee indicate that 1454 adults returned to Iniscarra trap from 645,218 smolts, or 0.22 %. Survival rates are more difficult to estimate for the Shannon but in 1975, it can be calculated that the total return to the Electricity Supply Board at Thomond Weir and the trap at Parteen did not exceed 2 % of the smolts released. Reared fish returns to the Salmon Research Trust have varied from less than 1 % in 1977 to a maximum of 6.6 % in 1972 but over the period 1966-67, 3410 adults returned from a total release of 143,213 smolts, or 2.4 %.

The reduced viability of reared smolts mentioned above, whether it be from latent disease or physiological/behavioural deficiencies resulting from intensive rearing techniques is born out by comparisons of the relative performances of wild and reared smolts. For example, during the years 1974-76, 5230 wild smolts were tagged and released in the R. Bush, with eventual recaptures of 204 salmon and grilse, or 3.9 %. Similar taggings of reared smolts during the same period gave 0.45 % returns, at 57 salmon from 12,545 smolts. The wild fish therefore survived over eight times better.

The Salmon Research Trust operates downstream traps which allow an accurate count to be made of all wild smolts migrating out to sea. Counts of returning adults (grilse and salmon) in the upstream traps during the two succeeding years have given wild smolt survival rates ranging from 4.2-12.7 %, with an average of 8.3 % for the years 1971-77. The comparable survival rate of reared (cold-branded) smolts for the same period was 2.3 %. Here the wild fish survived better by a factor of 3.6.

Apart, however, from this reduced viability of reared smolts, a further factor which affects the return of adults to a smolt rearing station is the degree of exploitation by high-seas and coastal nets. There is no evidence to suggest that ranched salmon are more susceptible to exploitation by nets than wild fish but sea-ranching, as a commercial enterprise would depend upon harvesting the maximum yield, with a small a contribution as possible to the public fishery, unless the operation were entirely State-sponsored.

The drift-net fishery off the north, west and south coasts of Ireland has undergone a rapid expansion during recent years, with the employment of larger boats, longer nets and other technological advances. The catch has increased from about 136 tonnes in the late 1950's to 1514 tonnes in 1975, falling to around 1000 tonnes in 1977. The number of drift-net licences issued reached 1046 in 1975 and is not thought to have increased significantly since then, being subject to some restrictions since 1974. The restrictions have had the unfortunate effect of increasing the number of illegal drift-nets where the proportion of illegally caught fish marketed in 1978 has been estimated at between 20-50 %. The drift net fishery now accounts for over 75 % of the total catch of Irish salmon.

From a number of samples of salmon and grilse caught by commercial nets during the summer of 1977, the Irish Dept. of Fisheries estimated that ranched (fin-clipped) fish constituted 3 % of the catch. If the commercial catch is taken as some 300,000 fish in that year, it would mean that some 9,000 ranched fish were taken by commercial nets. Returns to all four rearing stations in Ireland totalled less than 2000 fish from a total smolt release of about 312,000 that year, with 85 % of the return to Irish coastal waters going to commercial nets and 15 % to the rearing stations.

More recently, a sample of 7567 salmon was examined in Galway by the Dept. of Fisheries between June 19 and July 20, 1978 and 592 ranched fish were noted, constituting 7.73 % of the total catch during that period. The grilse returning to Carrigadrohid station on the R. Lee appear to be particularly heavily exploited by local nets and in 1975, one bag net recorded almost 29 % of its catch of 326, as fin-clipped fish.

This heavy exploitation rate is also having an effect on wild stocks. The Salmon Research Trust is able to calculate the survival rate between successive generations of wild grilse and we find that current values are only about half that required for a self-sustaining population. For example, the survival from one female grilse spawner in 1971 fell within the range 2.83-3.29, showing a healthy surplus over the self-sustaining rate of 2.0. The values for the succeeding three years have averaged 1.03.

Salmon derived from reared smolts can make an important contribution to rod-fishing and in our own fishery, the exploitation rate has been close to (and has sometimes exceeded) that of wild fish. It should be noted that the release point for reared smolts has a pronounced effect on their behaviour as adults, in that fish which have been forced to pass their "homing-point" are generally dour and little interested in anglers lures. If reared smolts are released at the bottom of a river, in order to minimise riverine predation or pollution risks, the returning adults would be unlikely to contribute much to rod catches in the upper reaches of the river.

### **1. Legislative restrictions to commercial sea-ranching.**

Sea ranching of salmon, in the sense of a commercially orientated operation, with total culling of returning stock is not practised in Ireland and indeed, would not be possible under existing legislation, in the Republic of Ireland. A number of river traps operate commercially on some nine different rivers but with the exception of Thomond Weir on the Shannon, part of the river must be left untrapped (the "Free Gap") and traps are lifted for 48 hours at weekend close times. At Thomond Weir, the Electricity Supply Board is allowed to take 28 % of the total run until July 19, each year.

A similar situation exists on the R. Bush in N. Ireland where all ascending fish are trapped and a fixed proportion is released upstream as a spawning escapement, the surplus being sold commercially or maintained as hatchery broodstock. Whilst most of the catch consists of wild fish, there is an element of ranched fish in the catch and this would constitute the closest approach to a true sea-ranching operation in Ireland.

Total trapping facilities exist also the Salmon Research Trust's installations but these traps are used solely for monitoring annual runs of salmon and sea trout and whilst broodstock is taken from ranched fish caught in the traps, no commercial culling of the stocks is permitted.

It would be difficult to formulate the necessary amending legislation for the Republic of Ireland which would enable commercial operators to cull an entire run of ranched salmon. Of necessity, the rearing and release operations for smolts would require a site close to an ample freshwater supply and in Ireland, this would involve wild stocks of salmon and sea trout. The separation of wild and ranched stocks at a trap would almost certainly have to be done under official supervision, in order to safeguard the rights of upstream riparian owners.

#### 4. Economics of ranching salmon in Ireland.

N.B. Exchange rate 9.00 FF = £ 1.00

Any commercial sea-ranching operation requires large-scale annual outputs of smolts and production costs of these fish would constitute one of the major debit items on the balance-sheet. Costings have been produced for a unit to produce 50,000 smolts per annum, examining various alternatives such as production of 1+ smolts only, with sale or planting-out of yearling parr, or the production of mixed 2+ and 1+ smolts. The latter alternative, in the proportion 70:30 2+ to 1+, appeared to be the most economical and updated costings (1978) gave a figure of 4.50 FF each. In a ranching operation, the smolt cost is fixed and is unlikely ever to decrease but increased viability of the smolts produced will give economic returns in that the cost per adult return will decrease.

Using a unit of 1000 smolts in a rough assessment of cost-benefit, the initial outgoings on smolt production are 4500 FF, to which must be added sums for erection and maintenance of a trapping device, rates, taxes and hopefully, a profit margin.

The market price of salmon and grilse to Irish fishermen during 1978 averaged 13.50 FF so that to reach only the break-even point of smolt costs, one would require :

6.6 % return of 2.2 kg grilse  
 5.6 % return of 2.7 kg grilse  
 or 3.7 % return of 4.1 kg salmon.

Present return rates of salmon and grilse to a smolt-rearing stations in Ireland make it unlikely that sea ranching of salmon will ever find a commercial backer for an Irish enterprise.

As a State-sponsored operation however, various other options and factors become operative, such as the maintenance of coastal salmon fisheries as a social obligation, disposal of surplus yearling parr as a national restocking policy and the use of an entire river system for smolt production, with culling of all surplus adults, as is being attempted on the R. Bush in N. Ireland.

It is interesting to compare the costings of a private commercial sea-ranching operation with those of a sea-farming operation, where these latter have been derived by extrapolation from the actual costings of the pilot-scale scheme undertaken by the Salmon Research Trust from 1974-78. This operation is now being carried on by a private commercial undertaking.

Taking the same unit of 1000 smolts, the minimum expected yield after one year (or less) in sea cages would be 700 fish averaging 1.3 kg in weight. This is thought to be a conservative estimate as the actual survival rate in the 1978/79 season was over 95 %. By marketing before and after the wild grilse run, these fish should realise a minimum of 22,500 FF at 1978 prices. A rough breakdown of production costs for this weight of salmon flesh would be :

smolts .....	4500 FF
food .....	7650 FF
labour .....	2700 FF
cages & moorings .....	1260 FF
supervision .....	900 FF
TOTAL .....	17,010 FF

This leaves a profit margin of some 5500 FF. If this sum were added to the minimum production costs (4500 FF for smolts) of a sea-ranching operation, it would be necessary to achieve a recapture rate of over 12 % of 2.7 kg grilse from these smolts, in order to achieve a comparable income.

## 5. Conclusions

Sea-ranching of Atlantic salmon, as a private commercial enterprise in Ireland, would seem, at present, to be a non-viable proposition, in that :

- (a) amended legislation would be required for the operation of privately-owned river-mouth traps, to cull the entire returning stock of ranched fish, separating them from the accompanying wild stock.
- (b) Survival rates of reared smolts to the adult stage are poor, due to a combination of low viability of such smolts and increasingly heavy exploitation by legal and illegal coastal nets.

As a State-sponsored enterprise, however, with benefits accruing to all sections of the salmon fishing industry, some large-scale enterprises could be justified and may well prove necessary, as a conservation measure. There are indications that artificially reared smolts have made a significant contribution to the total commercial catch in 1978. The only problem remaining is that of increasing the viability of reared smolts. This is the area in which considerable research work remains to be done on physiological and behavioural deficiencies, allied with disease prophylaxis by means of vaccines, rather than the current techniques of antibiotic and chemo-therapy.

- 
1. Annual Reports, Salmon Research Trust of Ireland, 1962-77. St. James's Gate, Dublin, 8.
  2. Annual Fisheries Reports, Electricity Supply Board of Ireland, Lr. Fitzwilliam St., Dublin, 2.
  3. River Bush Salmon Project, Annual Reports, 1973-77. Dept. of Agriculture, Fisheries Divsn., Belfast, BT4 3TA.
  4. Report of the Inland Fisheries Commission, 1975. Govt. Stationery Office, Dublin.
  5. Piggins, D.J. & J.P. Lawrie, 1974. Costs of Production of artificially reared salmon smolts. App. I, Ann. Rep. Salm. Res. Trust Ire. XIX, 40-47.
  6. Twomey, E. 1976. The restoration of salmon stocks of the River Lee. Anad. & Catad. Fish Comm. Paper M.14, I.C.E.S. Copenhagen.

---

## *Acknowledgments*

*I am indebted to Miss Eileen Twomey, Dept. of Fisheries Dublin and to Mr. Noel Roycroft, Electricity Supply Board, Parteen Rearing Station, for helpful discussions and production of data incorporated in this paper.*

*Note that the material in this paper has been drawn from a chapter prepared by the author in a book on salmon sea-ranching, edited by Dr. John Thorpe (Academic Press).*



## SALMON RANCHING IN ICELAND

A. ISAKSSON

*Institute of Freshwater Fisheries - Reykjavik - Iceland*

### RÉSUMÉ

*Durant les trente dernières années, les captures de saumons atlantiques ont augmenté régulièrement en Islande pour atteindre 80.000 poissons en 1978. Cette augmentation est due à la constitution de passes à poissons, au repeuplement, mais surtout à l'interdiction totale de la pêche en mer, ce qui favorise également le développement du "sea-ranching". Les expériences de "sea-ranching" conduites depuis 1963 ont permis d'obtenir des taux de retour de 4-5 %, avec des records de 10-15 %. Plus de 90 % des poissons qui reviennent sont des castillons d'un poids moyen de 2,5 kg. Les castillons islandais se nourrissent probablement dans le voisinage de l'île contrairement aux saumons plus âgés qui migrent au large du Groenland et de la Norvège. Il semble qu'il y ait de grandes différences de taux de retour entre le Nord et le Sud de l'Islande, par suite de facteurs génétiques ou écologiques. Les différents aspects devront être pris en considération pour le développement à venir du "sea-ranching". Les problèmes concernant le lacher-recapture dans de petites rivières non colonisées par les saumons sont commentés. Enfin, l'aspect économique de ce type d'exploitation est mentionné.*

Sea ranching is a term commonly used for the form of aquaculture, where fish are allowed to roam freely on their feeding migration and harvested at a specific location on their spawning migration. It can in some ways be compared to sheep or cattle ranching with the major difference, that the adult fish return and do not have to be rounded up.

The Atlantic salmon, along with its Pacific relatives is very well suited for sea-ranching due to its consistent spawning migration to the place of release. It migrates into freshwater in a silvery condition and can be harvested in traps, nets or by rod fishery. Commercial operation of this kind is frequently called salmon ranching.

The Icelandic salmon has a very rapid oceanic growth, with 30 grams smolts growing to 2,5 kilograms in one year and to 6 kilograms in two. If these smolts also have reasonably high return rates this type of salmon ranching should be profitable.

Since salmon ranching experiments started at the Kollafjörður Experimental Fish Farm in the early sixties, it has become increasingly clear that the Icelandic salmon stocks enjoy a higher rate of return into freshwater than salmon in other countries bordering the Atlantic. This has only been confirmed in Southwestern Iceland but the abundance of salmon in other parts suggests similar condition. Three factors are primarily responsible for the high survival rates. Firstly, there is a law, enacted in 1932, forbidding commercial fishing for salmon in the sea. Secondly, there is a high proportion of grilse which accounts for higher oceanic survival. Finally, it is clear that there is a great abundance of suitable organisms for salmon to feed on around Iceland.

In this brief report I will try to give an overview of the state of the Atlantic salmon stocks in Iceland, regarding abundance, type of exploitation, as well as return rates of wild and hatchery smolts. Special emphasis will be placed on, how these relate to the salmon ranching potential in Iceland.

### **Abundance and Exploitation.**

Figure 1 shows the total landings of salmon in Iceland for a 20 year period from 1958 to 1978. The catch has increased four fold in that period, with proportionally greater increase in the sports fishery. Catches in salmon ranching traps have been on a relatively small scale although they amounted to about 10 % of the total landings in 1975. The oceanic environment can certainly carry more salmon, so the present limit is imposed by the number of smolts produced both naturally and in rearing stations. Natural production can be enhanced by producing and releasing summer old fry above impassable waterfalls in salmon rivers. Salmon ranching catch increases, on the other hand, rely on greater production of viable smolts and building of release and recapture facilities in suitable locations.

Salmon ranching will have to be carried out in small streams which in most cases do not foster salmon naturally due to the fact that all salmon streams in Iceland have a high price tag because of the sport fishery. All salmon ranching experiments to date have been carried out in Southern Iceland but it is of great interest to know if these could not be performed as successfully on the north coast.

Over 75 % of the salmon are caught in Southern Iceland. Many rivers in that area have predominantly grilse populations with relatively high ocean survival. Salmon on the north coast seem to stay longer at sea, and are not as abundant as in the South. This is partly due to the fact that there are fewer good salmon producing areas on the North coast but ocean age differences certainly play an important role. The differences in ocean age may be partly genetic but one can certainly see many environmental factors which could have influence such as, freshwater age, size of smolts at migration, time of downstream migration, ocean temperatures and river discharge, just to mention a few.

Until further evidence has been acquired it seems reasonable to assume that salmon ranching potential differs between geographical regions in Iceland. This assumption becomes more valid when likely feeding areas and food of Iceland salmon are considered.

In recent years it has been commonly accepted, at least with Pacific salmon, that they stay in oceanic eddies, migrating with the current on their spawning migration. Based on such theories it seems likely that the grilse from Southern Iceland go into the Irminger Sea eddy where they, according to the literature, probably feed on lancetfish and squid. Salmon from this area staying longer in the sea go to West Greenland or the Norwegian Sea as born out in tagging experiments.

The grilse in Northern Iceland probably go into the Iceland Sea eddy where the presumably feed on capelin and sandeel, where as older salmon go into the Norwegian Sea.

The migration of two and three year-ocean salmon to West-Greenland and Norway makes them vulnerable to commercial high seas fishery. It is therefore likely that the grilse populations will be the backbone of any salmon ranching programs. In that case, however, we are dealing with two populations which are feeding in different areas on different food items. The choice of salmon ranching location may therefore depend on the exhaustability of the food that the grilse from that certain area are feeding on.

### **Tagging Experiments.**

The whole concept of salmon ranching depends on the return rate of salmon smolts from the ocean. It has frequently been difficult to estimate real survival at sea due to lack of suitable tags for the relatively small smolts. In 1974 the Institute of Freshwater Fisheries acquired a microtagging unit which injects small bits of metal into the snout of salmon smolts. These tags are subsequently magnetized and can be found upon return with a special detector. This technique which was developed on the West Coast of the U.S. has been a major breakthrough in the salmon ranching research in Iceland. It has enabled us to get 14,5 % return rate from hatchery smolts which only weighed 25

grams at release compared to 10 % return rates from 50 grams smolts using the Carlin tagging method. It is obvious that it is economically very important to be able to release small hatchery smolts, because it takes considerable amount of food and time to rear them the extra 25 grams. It has, on the other hand, turned out that the smaller smolts require fairly sophisticated release facilities, either concrete or plastic lined.

#### **a) Wild Smolts.**

It is of considerable interest for a salmon ranching operation to know the true return rate of wild smolts in the vicinity of the station, as these smolts demonstrate the potential that one should try to aim for in hatchery smolt return rates. The microtagging unit seemed ideal for this kind of study.

In 1975 downstream migrants were tagged in Ellioaár, a grilse stream flowing through Reykjavik, about 10 kilometers from Kollafjörður Fish Farm. Hatchery smolts from the Fish Farm were also microtagged and released into the river using two different release methods. The results from that study are in figure 2, which shows the rates of return for various smolt groups.

The most striking results are a recovery rate of wild smolts exceeding 20 %. Comparable figures for hatchery smolts are 7-8 %. It is clear that these high return rates of wild smolts would never have achieved using conventional tagging methods such as external tags. Considering that the average size of the wild smolts at tagging was 12,5 cm and they were extremely silvery and difficult to handle.

#### **b) Hatchery smolts.**

The Kollafjörður Experimental Fish Farm was established in 1961 for the purpose of rearing salmon smolts and experimenting with salmon ranching. Unlike many research facilities, the station has been under pressure from the very start to be financially independent and great emphasis has been placed on mass production and sale of smolts, as well as sale of adults returning to the salmon trap shown in figure 3.

The most important contribution of the Fish Farm is the work done to determine the oceanic survival of hatchery smolts. That information has enabled fish farmers to set certain criteria with respect to smolt quality necessary for successful salmon ranching.

Most of the smolt releases at Kollafjörður have been from the release ponds shown in figure 3, but recently release ponds have been built below the salmon trap, which seems to be an improvement. These ponds offer the opportunity of pump seawater from the tidal pond for saltwater adaptation of smolts before release. This method of release is being tested at the station.

Total releases and returns at the Kollafjörður Fish Farm for the past 13 years are shown in table 1. Also shown are returns of the best tagged groups as well as the age of smolts in that group.

Summing up total releases and returns for these years we see that some 20 thousand salmon have returned as a result of 430 thousand smolts released. This amounts to a recapture rate of little less than 5 % which must be considered satisfactory considering the variation in the quality of smolts released over the years. Looking at individual years it can be seen that the early releases in 1964 to 66 were better than the four years following in 1967 to 70. The success of the early years is due to exclusive use of two year smolts, which were raised in outdoor ponds during their last freshwater winter. By 1967 the emphasis was on indoor rearing of one-year-smolts which were exposed to artificial light throughout the rearing period, which in turn inhibited smoltification. (See 1970).

By 1972 techniques had been worked out for successful one-year smolts production, by speeding up the hatching process and using correct photoperiod regimes during the last 30 weeks before release. This resulted in return rates of over 14 % for tagged one-year-smolts as shown in table 1.

Although major guidelines have been worked out with respect to rearing techniques of one and two-year-smolts at the Fish Farm, there is still a great deal lacking in predictable stability of the salmon returns. Too little is known about the relationship between stage of smoltification and correct release time, especially since smoltification has frequently been speeded up by the use of tempe-

rate rearing water. The issue has further been confused by the fact that adequate funding has not been available to provide release facilities suitable for the very small one year smolts which are mostly between 12 and 13 cm in fork length. As a result the returns to the hatchery have been substantially below capacity, especially during 1978. This, however, could easily be predicted from very heavy saprolegnia outbreaks in the earthen release ponds.

#### **Other Salmon Ranching Locations.**

Although the foundation of salmon ranching has been laid at the Kollafjörður Fish Farm, it is by no means the only place in Iceland, working on salmon ranching. At Laros in Snøfellsnes there have been attempts to use a natural rearing area, provided by a large lake to rear salmon smolts and generate salmon runs. Success of this operation has been entirely limited by the rearing capacity of the lake where salmon fry have to compete with char fry in an environment better suited for char. Salmon runs to this area lie between 500 and 1000 salmon per year.

Adult traps for salmon are also located at Sugandafjörour, Sveinhusavatn and Eidsvatn, where salmon ranching has been tried using hatchery smolts of distant origin. Most of these areas have been releasing few smolts with no meaningful returns. Returns of 2%, however, have been obtained at Sugandafjörour. It is likely that the distant stocks are not suited for these locations and stocks originating as close to the release location as possible should be secured.

#### **Economics of salmon ranching.**

During the spring of 1979 Mr. Andresson, an economics student at the University of Iceland did a cost-benefit analysis of the salmon ranching potential in Iceland. Some of his findings are shown in figure 4. Revenue and cost in dollars are presented on the y-axis as a function of percent returns of salmon smolts on the x-axis.

The analysis assumes that 200,000 salmon smolts are being reared and released in the same location, such as is being done at Kollafjörður Fish Farm. It also assumes an average weight of 2.6 kilograms for returning adults and a price of 5.7 dollars per kilo.

From the figure we can see that 7.2% returns of hatchery smolts are needed for a break-even, but satisfactory profits to owners are being secured at 10% returns. It needs hardly be pointed out that a larger operation would be more economical and the returns needed for a break-even would be considerably lower, although exact figures for that are not available.

Judging from our experience at Kollafjörour it seems that it should be possible to perform salmon ranching economically in Iceland even under the terms presented in the figure, provided that the rearing and release operations are carried out in the same location.

#### **Conclusions.**

There is no doubt that salmon ranching can be profitably performed in Iceland. The potential in southwestern Iceland is fairly well known and success seems to be primarily dependent on the use of high quality smolts and good release techniques. Oceanic survival as a function of marine feeding conditions seems of lesser importance.

The most successful salmon ranching experiments have been conducted from combined rearing and release facilities. Further expansion of salmon ranching must go to small streams where a rearing station is not practical, in most instances. There are many problems associated with this expansion. The main ones are related to the use of stocks suited for a specific location, the question of homing to unproductive streams with dilute chemical characteristics, as well as marketing of returning adults. The Icelandic market does not accommodate much and large export markets have to be developed.

Proper development of the salmon ranching programs requires considerable capital which has not been available and has slowed down progress considerably. It is conceivable that the development of a large scale salmon ranching industry is too costly for the Icelandic people and international cooperation of some sort should be considered. But whatever the rate of development one must hope that salmon ranching will become a profitable industry in Iceland in the near future.

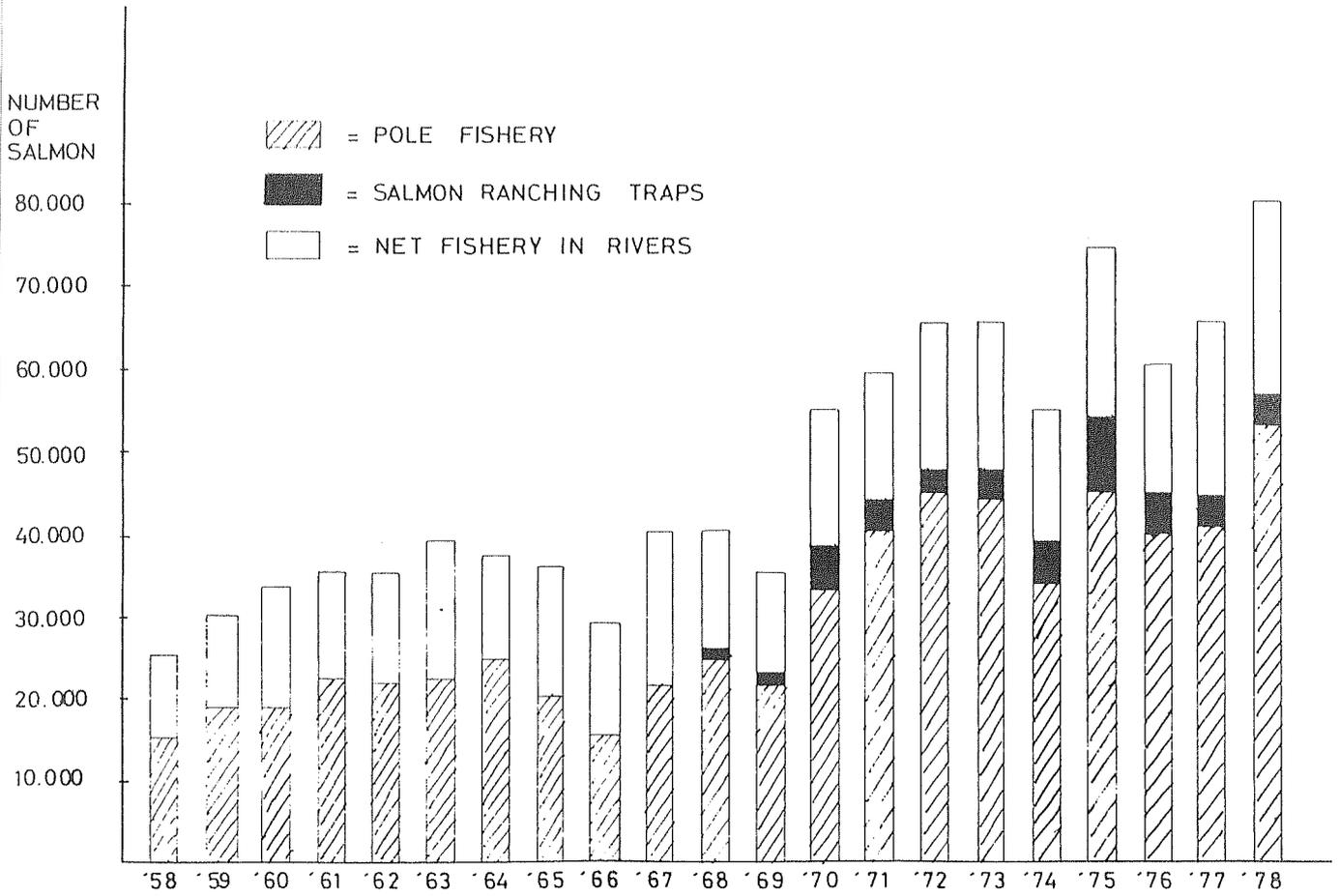


Fig. 1 Totale landings of Salmon in Iceland for the last 20 years and the distribution of the catch into the 3 major exploitation categories.

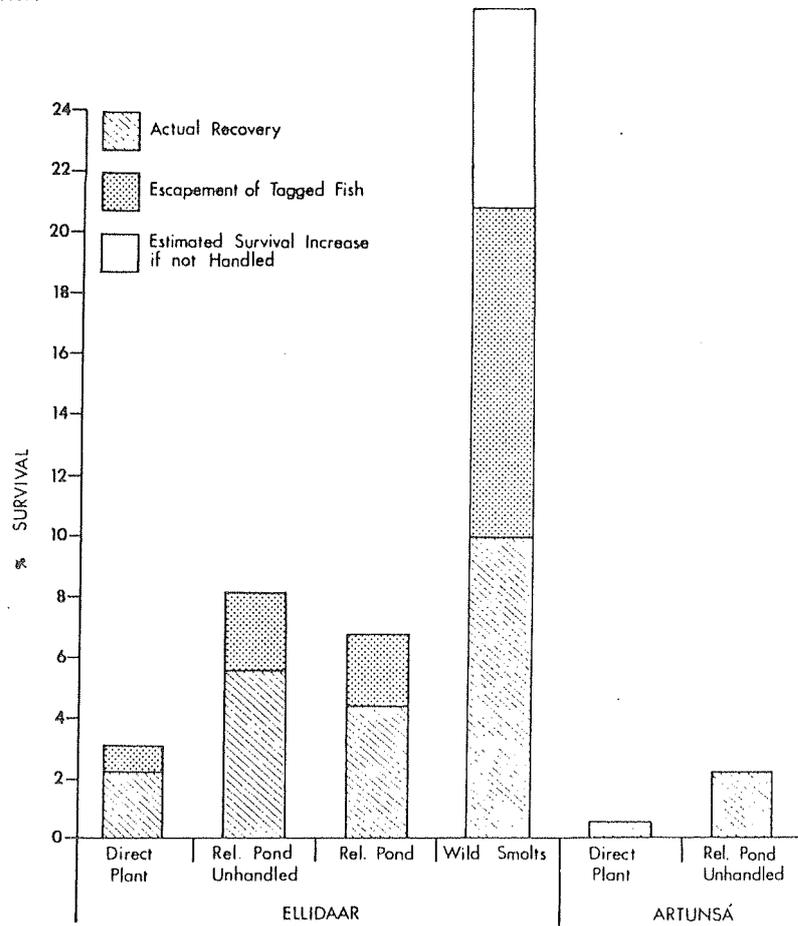


Fig. 2 Survival of microtagged hatchery and wild smolts at Ellidaar and Artunsá in the 1975 tagging experiment.

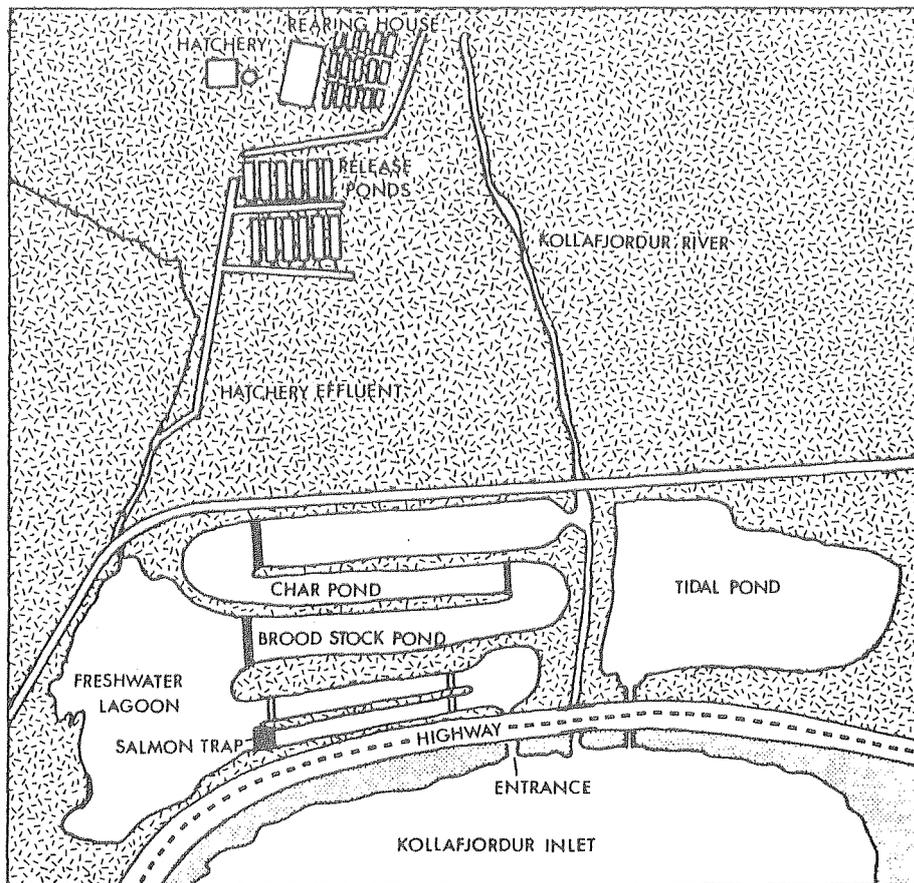


Fig. 3 Diagram of the Kollafjörður Experimental Fish Farm, showing the major rearing facilities, release site and adult trap. Most smolt releases have been performed from the release ponds although some have been released below the salmon trap.

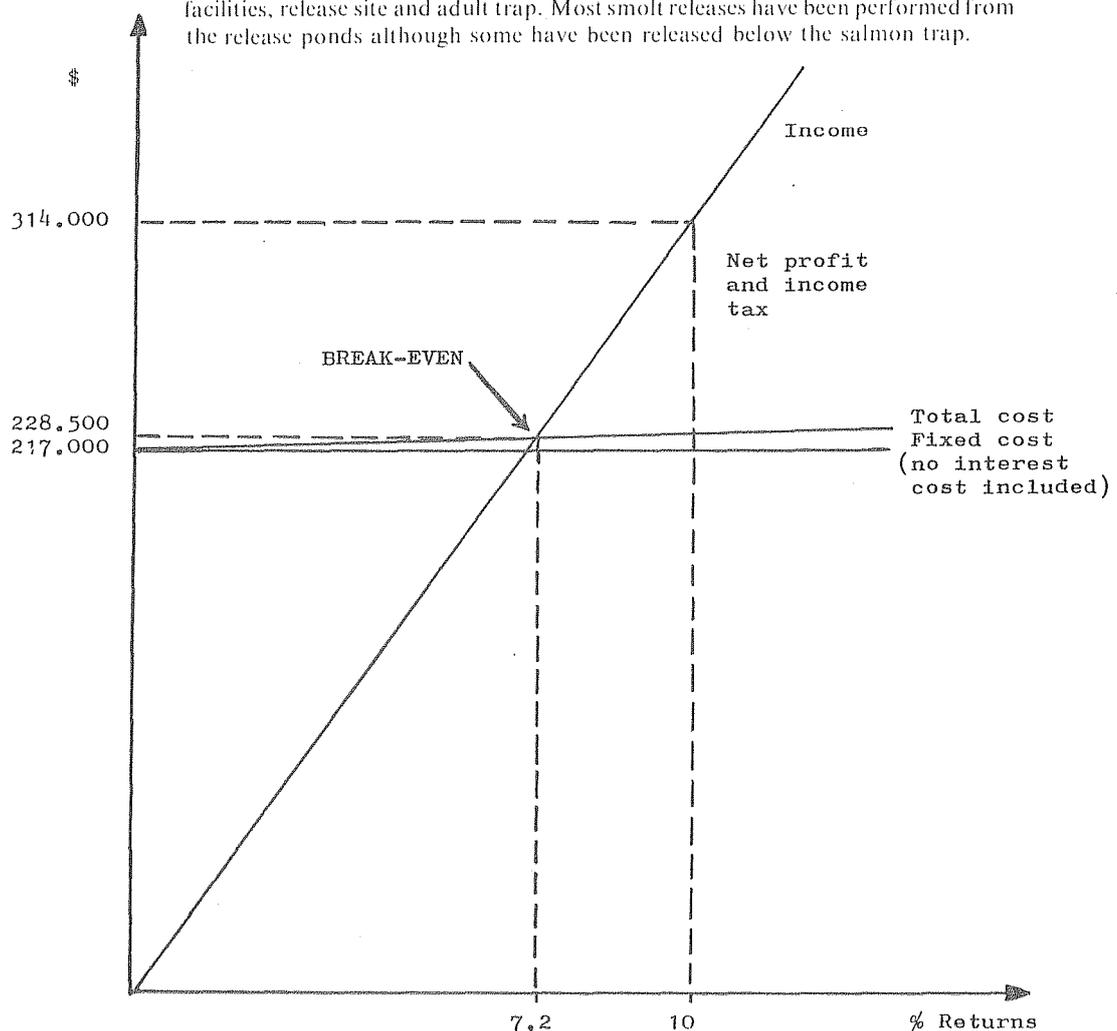


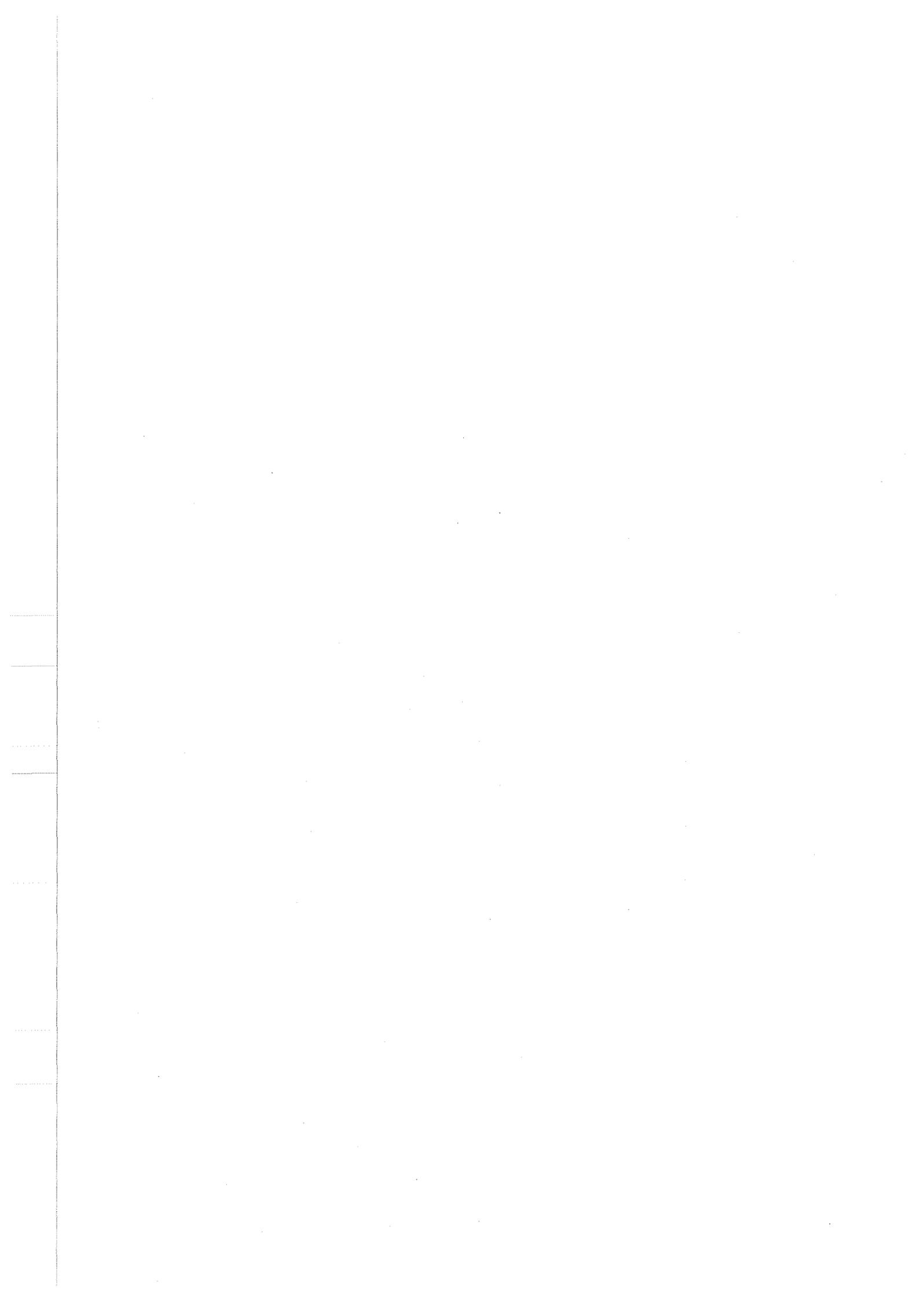
Fig. 4 When average price per kg is \$ 5,7, 7,2 % returns are required to reach "BREAK-EVEN". For being able to distribute 15 % of average capital (annually) to owners, 10 % returns are required. Fixed cost is the cost of producing 200.000 smolts.

**Table 1.** Yearly releases of smolts from Kollafjörour Experimental Fish Farm from 1963 through 1975 and subsequent returns to the adult trap.

Year of release	Number of smolts released	Number of adult return	Number returning as grilse	% return as grilse	Highest returns of tagged smolts %	Age of smolts in best group	Lowest returns of tagged smolts %
1963 a)	300	4	4	1,3	-	-	-
1964 a)	1.000	57	57	5,7	-	-	-
1965 a)	12.250	704	640	5,2	8,2	2-years	-
1966 a)	11.500	610	550	4,8	2,5	2-years	0
1967 a)	11.300	203	190	1,7	0,6	2-years	0
1968 a)	16.000	263	230	1,4	1,7	2-years	0,1
1969 a)	125.700	4187	4100	3,3	10,5	2-years	0,1
1970	95.000	516	350	0,4	0,01	1-year	-
1971 b)	17.500	681	600	3,4	4,7	2-years	0
1972 b)	14.000	1956	1600	11,0	9,8	2-years	1,9
1973 b)	23.300	3065	2850	13,0	14,8	1-year	3,5
1974	82.600	6920	6400	8,0	13,0	2-years	0,1
1975	26.400	2094	1500	5,7	14,4	1-year	0,5
Total	436.850	21.260 (4,9 %)	19071	4,4	-	-	-

a) Guðjónsson 1973

b) Isaksson 1976



## IMPACT OF ARTIFICIAL PROPAGATION OF SALMON ON THE PACIFIC COAST OF THE UNITED STATES AND CANADA 1872 - 1979

R. WAHLE

*National Marine Fisheries Service - National Oceanic and Atmospheric Administration -  
Portland - Oregon - U.S.A.*

### RÉSUMÉ

*Avant les années 1960, les repeuplements n'ont pratiquement pas permis d'augmenter la production des pêcheries de saumon du Pacifique. Par la suite, grâce à des programmes de recherches effectués plus particulièrement pour le développement des pêches de la rivière Columbia, la production artificielle a joué un rôle important dans le maintien des pêcheries de saumon en mer et en rivière.*

*A l'heure actuelle, environ 50 % des prises de saumons chinook (*Oncorhynchus tshawytscha*) et coho (*Oncorhynchus kisutch*), ainsi que de truites de mer (*Salmo gairdneri*) effectuées sur la côte pacifique sont issues de la production de smolts de pisciculture. Les recherches actuellement en cours doivent permettre d'augmenter cette contribution.*

The first hatchery in North America that reared Pacific salmon *Oncorhynchus spp.* was operated by the United States Fish Commission in 1872 on the McCloud River in northern California, United States of America. At conception this hatchery was intended to provide Pacific salmon to supplement the declining Atlantic salmon, *Salmo salar*, fishery on the east coast of the United States. Hatcheries were later established at Harrison Lake, British Columbia, Canada, in 1884 and on the the Clackamas River in Oregon, U.S.A., in 1877. By this time the main reason for artificial propagation of Pacific salmon was to maintain the west coast fishery at a high level instead of supplementing the declining Atlantic salmon fishery on the east coast. This policy produced a network of hatchery stations from California northward to Alaska with annual ova production in the hundreds of millions by 1900.

The period from 1900 to 1960 could be characterized by a long plateau of slow learning, when many problems concerning Pacific salmon propagation became obvious, but very few solutions were discovered. During the early part of the period, 1900-1930, serious problems such as thoses associated with disease and nutrition were uncorrected, mainly because, despite annual rises and declines in numbers of salmon, the overall salmon catch of the Pacific Coast remained fairly constant. Beginning about 1930, the loss of freshwater spawning and rearing habitat became a serious problem, especially in the Columbia River, the most important producer of chinook salmon on the Pacific Coast. About the same time it also occurred in the Sacramento River in California. The primary cause of the loss of fish was irrigation diversions with few fish passage facilities, followed by hydroelectric projects with their upstream and downstream fish passage problems, and finally a degradation of the freshwater environment from pollution.

In 1949 the Columbia River Fishery Development Program was initiated to counteract the severe loss of salmon and steelhead trout, *Salmo gairdneri*, resulting from the expansion of water-use projects in the Columbia River system (Fig. 1). The Program is a cooperative effort of fish management agencies of the States of Oregon, Washington, and Idaho and the Federal Government and is administered by the Environmental and Technical Services Division, National Marine Fisheries Service, NOAA, Portland, Oregon. The Program has included two major functions: 1) the protection and improvement of stream environment which has included improvement of natural habitat, such as clearing obstructions from nearly 2,000 miles of tributary streams, building 87 fishways past natural barriers, and installation of 570 screens in diversion ditches and canals, and 2) the production of fish in hatcheries which has been accomplished by the construction or modernization of 21 salmon and steelhead hatcheries on the lower Columbia River and tributaries.

A supplementary function of the Program is to fund operational improvement research studies to complement the hatchery system. Major achievements of the studies have been: 1) determination of the physiological factors controlling downstream salmonid smolt migration through understanding the development of osmotic and ionic regulation in coho salmon (CONTE et al. 1966), chinook salmon (WAGNER et al. 1969) and steelhead trout (CONTE and WAGNER 1965), thus improving hatchery release timing; 2) improved fish diets through development of the Oregon Moist Pellet (HUBLOU 1963); 3) reduction of natural competition and predation through the development of Squaxin, a selective toxin for squawfish (MACPHEE and RUELLE 1969); 4) improved marking techniques through development of the implanted coded wire fish tag (BERGMAN et al. 1968); and 5) increased wild production through rehabilitation of chinook salmon runs in the Clearwater River system in Idaho, and Wind River in Washington, and the Willamette River system in Oregon. A major focus of the Program has been to improve the effectiveness of artificial propagation. There were two reasons for concentrating on hatchery produced salmon and steelhead trout: 1) their life histories allow successful hatchery propagation and 2) these species are of great historic, economic and social importance to the U.S.A. Over the past decades Pacific salmon have ranked first or second in landed value of commercial finfishes to U.S. fishermen. In addition, the net economic value of marine and freshwater sport fishing for salmon in the U.S.A. in 1970 was estimated at \$ 77.7 million (WAHLE et al. 1974).

Initially Columbia River Program hatcheries were constructed for rearing of fall chinook salmon (scientists have separated chinook salmon into seasonal races based on time of entry into freshwater on their spawning migration) because of a serious decline of this run in the early 1950's (VAN HYNING 1973). Releases of migrant-size fall chinook salmon have ranged from 10 million fish from 6 hatcheries in 1949 to 99 million from 22 hatcheries in 1976 (WAHLE and SMITH 1979). However, prior to 1969 little was known about the quantitative contribution of these releases to the commercial and sport fisheries.

About 1960 the U.S.A. Office of Management and Budget declared a moratorium on further hatchery construction until there was proof that any expansion would be economically justified. Accordingly, the Columbia Fisheries Program Office initiated a marking study in 1962 which was designed to estimate the contribution of Columbia River hatchery-reared fall chinook salmon to the various fisheries. During the marking phase (1962-1965) identifying fin marks were applied to 21.3 million of the 213 million fingerling fish released (1961-1964). The study was confined to 12 hatcheries and 1 rearing pond that during this period propagated nearly 90% of the fall chinook salmon artificially reared in the Columbia River system. Locations of the hatcheries are shown in Figure 2.

The mark recovery phase of the study began in 1963 and was completed in 1969. Major marine sport and commercial fisheries from southeastern Alaska to central California (and Columbia River) fisheries were sampled for marked fish (Fig. 3). Although some Columbia River hatchery fall chinook were captured in all marine fisheries from Alaska to California, most recoveries came from offshore areas of British Columbia and Washington. During the 7 years of sampling 65,620 marked fish were estimated to have been caught. The potential contribution of the four broods from the 13 study facilities, after adjustment for the effects of marking, was 1,433,300 fish. The value of the contribution was estimated at \$ 12,027,000. Costs applicable to rearing were \$ 2,859,700, yielding an average benefit to cost ratio of 4.2 to 1 (WAHLE and VREELAND 1978).

In 1965 the hatchery-produced fall chinook study was expanded to include coho salmon. Ac-

cordingly, representative samples from all Columbia River hatcheries rearing 1965 - and 1966 - brood coho salmon were marked. During the 2-year marking phase 4.1 million of the 40.1 million total coho production from 20 hatcheries were marked. Location of hatcheries is shown in Figure 4. As in the fall chinook study, commercial and sport fisheries in marine waters from Pelican, Alaska to Avila Beach, California, and including the Columbia River, were sampled for marks during 1967-69. A total of 179,096 marked coho was estimated to have been caught by the fisheries. An additional 33,910 marked fish returned to the study hatcheries to spawn. The potential contribution for the two broods from the 20 hatcheries after adjustments for the effects of marking was 2,188,172 coho. The value of the contribution was estimated to be \$ 17,690,177. Costs of rearing the 2 broods were \$ 2,518,900 yielding an average benefit to cost ratio of 7.0 to 1 (WAHLE et al. 1974).

The ocean distribution of the hatchery reared coho salmon catch differed markedly from that of the fall chinook. The fall chinook were taken mainly in the marine waters north of the Columbia River in British Columbia and Washington. Only 5 % of the catch was taken off Oregon and California. In contrast, few coho were caught off British Columbia, with 55 % of the catch taken south of the Columbia River off Oregon and California.

The excellent benefit-cost ratio for the Columbia River coho salmon hatcheries of 7 to 1 was not possible before 1960. Most juvenile coho being reared in hatcheries being released before this time could be typified by their short rearing period, poor health due to nutritional deficiencies, and low survival. However, having benefited from advances in fish culture, especially nutrition, in the early 1960's these salmon were characteristically large and healthy with a high survival potential. The Oregon Moist Pellet Diet, which was developed by scientists of the Fish Commission of Oregon (now Oregon Department of Fish and Wildlife) and Oregon State University, should be given credit for most of the increased success of hatcheries. The new diet besides having high nutritive value has several other desirable qualities. First, because it is pasteurized, severe diseases which had been transmitted through food were controlled. Second, soluble food elements were not lost into the water by leaching because they are bound together in pellets. Third, sanitation in the rearing pond was improved because there is little food wasted that can harbor unwanted organisms (CLEAVER 1969).

As a result of all the foregoing and related efforts, artificial propagation now plays a critical role in maintaining productive marine and freshwater salmon fisheries.

In the 1950's 70 artificial rearing facilities released about 1.5 million pounds of chinook and coho salmon and steelhead trout annually which had a very low survival potential. Currently 150 rearing facilities located from southeast Alaska to central California release approximately 11 million pounds of the same species annually having a high survival potential. These hatcheries are estimated to contribute near one-half of the total catch of over 40 thousand metric tons in the Eastern Pacific Ocean marine and freshwater commercial and sport fisheries.

We are now entering a new era that promises to yield substantial improvement in the effectiveness of artificial propagation of Pacific salmon. An example of the most promising areas of research is what we call a study to assess "The Status of Smoltification and Fitness For Ocean Survival of Chinook and Steelhead". The study is designed to achieve three goals which follow : 1) develop the best time, sizes and methods of releasing fish, considering variations between hatcheries, 2) reduce competition between hatchery and wild fish in freshwater, 3) release hatchery fish which are ready to adapt to salt-water, thus dramatically increasing survival of both hatchery and wild fish.

The Pilot study, during 1977, conducted by National Marine Fisheries Service personnel at Manchester, Washington and funded by the Columbia River Fishery Development Program applied a series of sequential tests to determine the status of smoltification and fitness for ocean survival of nine stocks of chinook and coho salmon. Samples of each stock were : 1) examined for gill-ATPase enzyme activities up to time of release, 2) taken to Manchester for introduction into seawater net pens to determine long term (6 to 9 months) saltwater adaptability, growth, reversion to parr, and susceptibility to bacterial diseases. We concluded from the study that : 1) high gill ATPase activity at the hatcheries was directly related to survival in seawater in chinook salmon stocks, 2) in coho salmon stocks low ATPase activity at the hatchery did not result in high initial mortality.

ty upon saltwater entry but might be related to parr reversal in the late summer and fall months, 3) all nine stocks incurred losses due to *Vibrio anguillarum*.

In addition, research conducted in the 1970's has indicated that coho and chinook salmon can be manipulated by a number of techniques to : 1) alter migration routes ; 2) increase survival ; and 3) imprint to new homing areas. These techniques include delayed releases from both fresh and saltwater areas ; releasing salmon from floating net-pen culture systems ; culturing and releasing salmon from diked-tidal lagoons ; and the utilization of pumped saltwater raceways (NOVOTNY 1979).

A major research emphasis at this time is an attempt to assess the migratory instinct and sea-water adaptation of coho and chinook salmon and steelhead trout cultured in the Columbia River hatcheries. This approach is expected to increase survival by closely aligning the time of releases of the fish from each hatchery with true physiological migratory function.

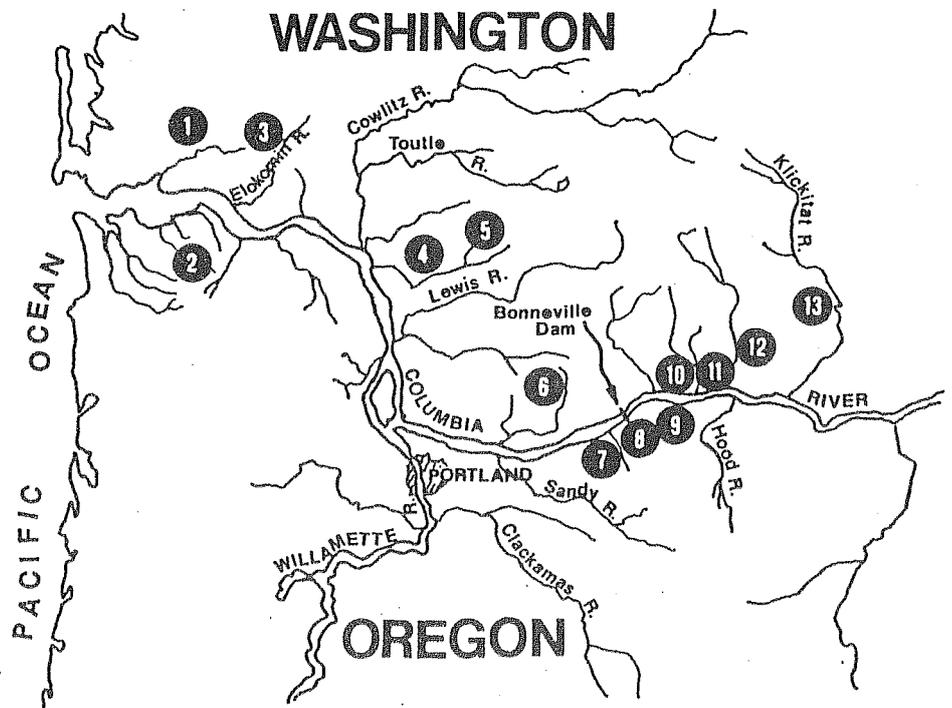
However, this is only another small step in a continuing process. To become complacent and accept the status quo would mean no future increases in salmon populations. If we can assume that some of the major problems of degradation of the runs in the Columbia River can be associated with a degradation in the environment ; if we can assume that the environment has now been stabilized ; then the next big effort must be in expanding our knowledge of genetics, disease and nutrition to provide fish that can readily survive these conditions.

- BERGMAN, P.K., K. B. JEFFERTS, H.F. FISCUS, AND R.C. HAGER. 1968. A preliminary evaluation of an implanted, coded wire fish tag. *Wash. Dep. Fish., Fish. Res. Pap.* 3 : 63-84.
- CLEAVER, F. 1969. Recent advances in artificial culture of salmon and steelhead trout of the Columbia River. *U.S. Fish. Wildl. Serv. Fish. Leaf.* 623, 5 p.
- CONTE, F.P. AND H. H. WAGNER. 1965. Development of osmotic and ionic regulation in juvenile steelhead trout, *Salmo gairdneri*. *Comp. Biochem. Physiol.* 14 : 603-620.
- CONTE, F.P., H. H. WAGNER, J. FESSLER, AND C. GNOSE. 1966. Development of osmotic and ionic regulation in juvenile coho salmon, *Oncorhynchus kisutch*. *Comp. Biochem. Physiol.* 18 : 1-15.
- HUBLU, W.F. 1963. Oregon pellets. *Prog. Fish-Cult.* 25 : 175-180.
- MACPHEE, C., AND R. RUELLE. 1969. A chemical selectively lethal to squawfish (*Ptychocheilus oregonensis* and *P. umpqua*). *Trans. Am. Fish. Soc.* 98 : 676-684.
- NOVOTNY, ANTHONY J. 1979. "Delayed Releases of Salmon", *Salmon Ranching*, Ed. John Thorpe : Academic Press, London (In Press).
- VAN HYNING, J.M. 1973. Factors affecting the abundance of fall chinook salmon in the Columbia River. *Res. Rep. Fish Comm. Oreg.* 4 (1) : 1-87.
- WAGNER, H. H., F. P. CONTE, AND J. L. FESSLER. 1969. Development of osmotic and ionic regulation in two races of chinook salmon, *Oncorhynchus tshawytscha*. *Comp. Biochem. Physiol.* 29 : 325-341.
- WAHLE, R. J. AND R. Z. SMITH. 1979. A historical and descriptive account of Pacific coast anadromous salmonid rearing facilities and a summary of their releases by region, 1960-76. *U.S. Natl. Mar. Fish. Serv. S.S.R.F.* (in press).
- WAHLE, R.J. AND ROBERT R. VREELAND. 1978. Bioeconomic contribution of Columbia River hatchery fall chinook salmon, 1961 through 1964 broods, to the Pacific salmon fisheries. *Fish. Bull., U.S.* 76 : 179-208.
- WAHLE, R.J., R. R. VREELAND, AND R. H. LANDER. 1974. Bioeconomic contribution of Columbia River hatchery coho salmon 1965 and 1966 broods, to the Pacific salmon fisheries. *Fish. Bull., U.S.* 72 : 139-169.

# COLUMBIA RIVER BASIN



Fig. 1



## FALL CHINOOK STUDY HATCHERIES

- |                 |               |                  |
|-----------------|---------------|------------------|
| 1. Grays River  | 6. Washougal  | 10. Little White |
| 2. Big Creek    | 7. Bonneville | 11. Spring Creek |
| 3. Elokomia     | 8. Cascade    | 12. Big White    |
| 4. Lower Kalama | 9. OxBow      | 13. Klickitat    |
| 5. Kalama Falls |               |                  |

Fig. 2

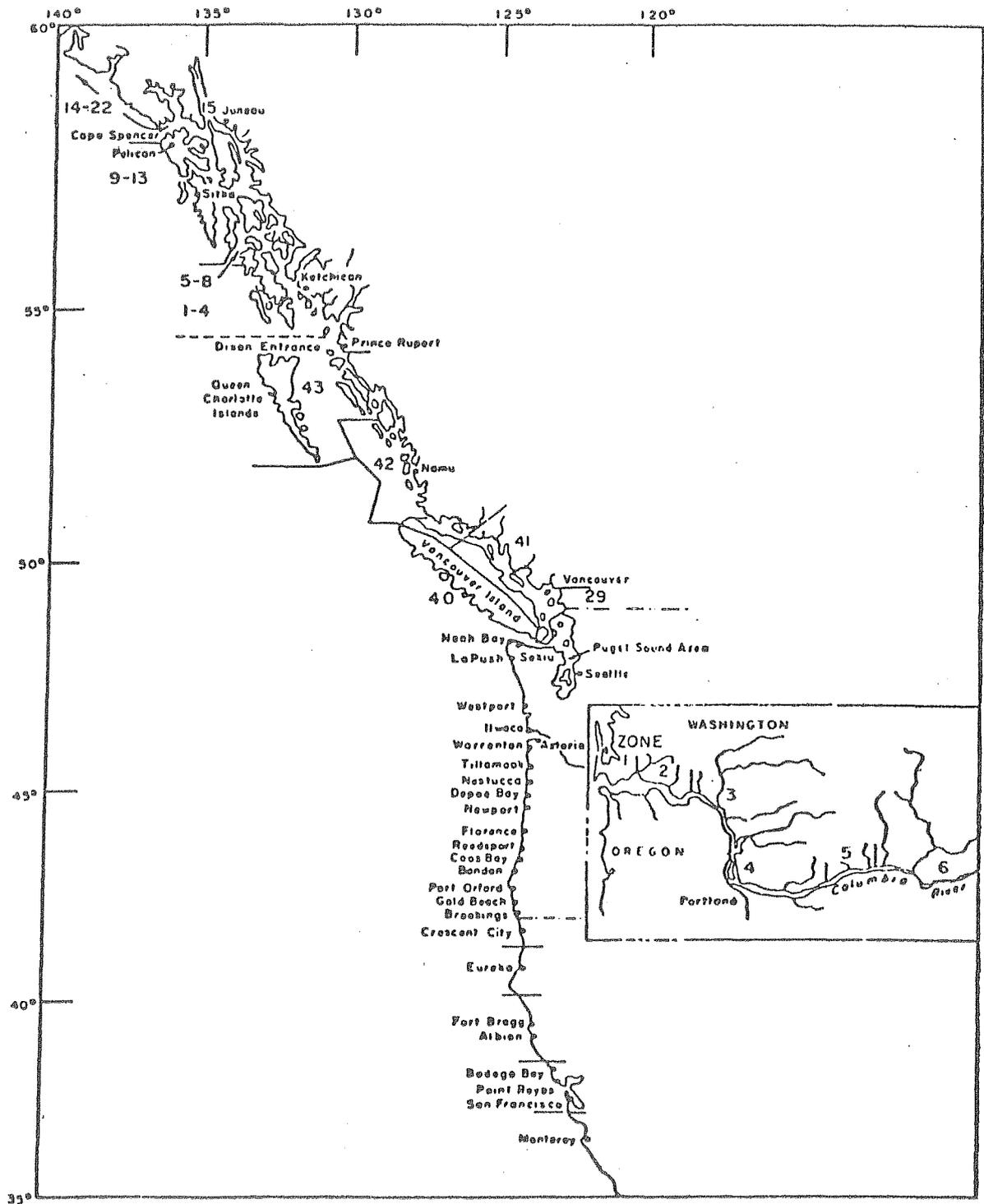
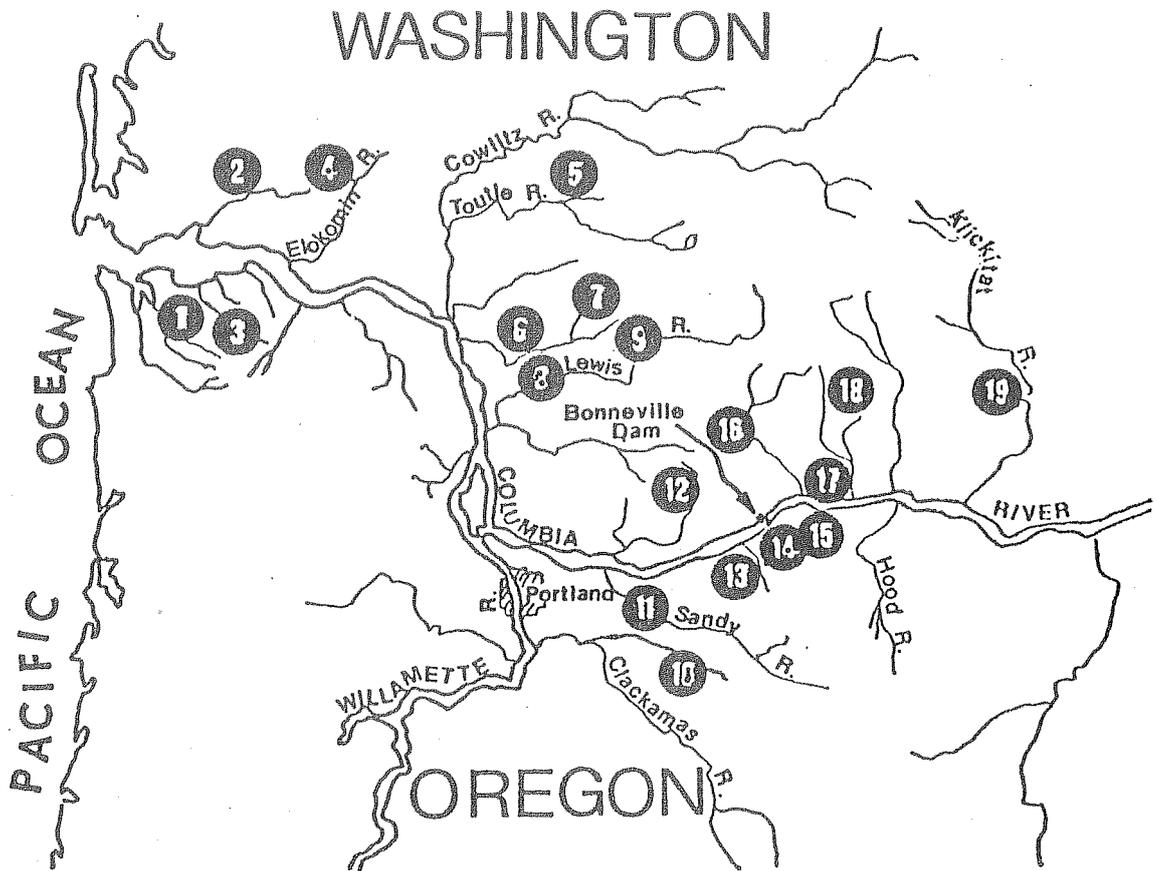


Fig. 3. — Ports and zones sampled for marked salmon of Columbia River origin.



## COHO STUDY HATCHERIES

- |                |                        |
|----------------|------------------------|
| 1 Klaskanine   | 11 Sandy               |
| 2 Grays River  | 12 Washougal           |
| 3 Big Creek    | 13 Bonneville          |
| 4 Elokomin     | 14 Cascade             |
| 5 Toutle       | 15 OxBow               |
| 6 Lower Kalama | 16 Carson              |
| 7 Kalama Falls | 17 Little White Salmon |
| 8 Lewis River  | 18 Willard             |
| 9 Speelyai     | 19 Klickitat           |
| 10 Eagle Creek |                        |

(Not shown - Leavenworth)

Fig. 4

## OLFACTORY IMPRINTING AND HOMING IN SALMON\*

A. HASLER

*University of Wisconsin - MADISON - U.S.A.*

### RÉSUMÉ

*L' "hypothèse olfactive" du "homing" des salmonidés suppose que le juvénile est conditionné de telle sorte qu'il reconnaisse une odeur spécifique de sa rivière natale durant le stade smolt et qu'il utilise cette caractéristique pour localiser sa rivière durant la migration de ponte. Nous avons testé cette hypothèse en exposant, en conditionnement artificiel, des saumons cohos, truites arc-en-ciel et truites fario d'élevage, âgés de 18 mois, à une substance chimique (morpholine ou alcool phényl) introduite dans le milieu de production naturelle (mélange de cette substance avec les odeurs de la rivière natale), afin de déterminer s'ils seront sensibles à ce produit pour localiser leur milieu de production initiale lors de la migration de ponte. Des lots témoins, non conditionnés à la morpholine, devaient nous permettre de savoir si les lots expérimentaux retourneraient à la rivière natale indépendamment de la substance chimique. Six expériences avec le saumon coho, trois avec la truite arc-en-ciel et une avec la truite fario, indiquent qu'un nombre plus important de poissons des lots expérimentaux que des lots témoin reviennent à la rivière où la morpholine a été introduite (rapport 8-17 pour 1). Des expériences de marquage ultrasonique montrent que les poissons exposés à la morpholine peuvent détecter et reconnaître cette substance alors que les poissons des lots témoin ne le peuvent pas. Comme ces études sont effectuées en milieu naturel, elles montrent à l'évidence que le saumon et la truite utilisent un mécanisme olfactif pour accomplir avec succès leur migration de retour vers le milieu de production initial. De plus, ces expériences démontrent que le saumon et la truite peuvent être conditionnés artificiellement à une substance chimique.*

*En conclusion, nos travaux ont des applications pratiques directes dans la sauvegarde des stocks de saumon en voie d'extinction.*

\* Cet exposé a fait l'objet d'une publication dans : American Scientist, volume 66, May-June 1978, pp. 347-355 : Olfactory imprinting and homing in Salmon by A.D. HASLER, A.T. SCHOLZ and R.M. HERRAL.



## ÉTAT DES CONNAISSANCES SUR LE SAUMON EN FRANCE

J. DUMAS (1), P. PROUZET (2), J.P. PORCHER (3), P. DAVAINÉ (1)

(1) I.N.R.A., Lab. Ecologie des Poissons, B.P. 3, ST-PEE S/NIVELLE 64310 ASCAIN

(2) C.N.E.X.O., Centre Océanologique de Bretagne, B.P. 337 29273 BREST

(3) C.S.P., Délégation Régionale n° 2, 14, rue Massenet, 35000 RENNES

### ABSTRACT

*At present, there are no more than 30 salmon rivers in France located mainly in Brittany, lower Normandy, Loire-Allier basin and Adour-Gave Basin. The depletion of salmon populations has been general and more pronounced for the last years (less than 5.000 fish captured per year since 1973). The main causes of this depletion are : dams without fishways, new causes of variation of flow, pollutions, overfishing either in rivers or in the sea (Greenland sea). In France, Atlantic salmon have a short fresh water life span (mainly 1 or 2 years old smolts). They grow very fast (16 to 18 cm at 1 year and 20-22 cm at two years) and they migrate to the sea mainly in April. The majority of the exploited population spends 2 years or more in the sea, and runs in winter or spring. The stock of grilse returning mainly in summer out of the angling season is underestimated. Precise observations have been gathered on two types of actions : improvement of the environment and restocking. Restocking with reared smolts has contributed to increase adult population of Salmon in the Nivelle, a river of south west of France where 58 and 22 % of the adults respectively returning in 1977 and 1978 were of hatchery origin. In several rivers smolts reared extensively in nursery brooks gave better results than intensively reared smolts. Restocking with native strains of Allier river appeared also more efficient than with foreign strain. Cleaning bed and banks of a river in Brittany (Scorff) resulted in a smolt population 4 times as large as before cleaning. These first results are encouraging for the projects of rehabilitation of former salmon rivers, sea-ranching in Brittany, and Kerguelen islands (south of Indian Ocean) where several species of salmonids have been recently introduced.*

### SIGLES

- A.P.P.S.B. : Association pour la protection du Saumon et de la Truite en Bretagne et en Basse Normandie.  
C.S.P. : Conseil Supérieur de la Pêche.  
D.P.N. : Direction de la Protection de la Nature. (Ministère de l'Environnement).  
T.A.A.F. : Terres Australes et Antarctiques françaises.

Poisson prestigieux pour le pêcheur sportif, le saumon atlantique (*Salmo salar* L.) est surtout d'un grand intérêt économique et écologique. La France importe près de 15.000 tonnes par an de saumons de diverses espèces, pour une valeur de 400 millions de francs, de mars 1978 à février 1979 inclus. Cet animal est un symbole de vie sauvage et un critère de qualité des cours d'eau dans lesquels il vit.

Or, depuis 1973, moins de 30 tonnes de saumons sont annuellement capturés dans les rivières françaises, alors que cette espèce était très abondante dans la plupart de nos cours d'eau au début de ce siècle. Actuellement, le saumon ne fréquente plus qu'une trentaine de rivières :

3 en Picardie et Haute-Normandie,

21 en Bretagne et Basse-Normandie, l'axe Loire-Allier, le bassin de l'Adour-Gave et Nive,

2 en Pays Basque côtier.

Pour remédier à cette situation, plusieurs études et travaux ont été entrepris ces dernières années par le Ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie (Direction de la Protection de la Nature et Conseil Supérieur de la Pêche), le C.N.E.X.O. et l'I.N.R.A. Un plan d'action pour la sauvegarde et la réhabilitation du saumon atlantique fut décidé en 1975 pour une durée de 5 ans et une somme de 70 millions de francs doit lui être consacrée.

Ce bilan succinct de nos connaissances sur le saumon en France porte sur l'évolution des stocks, les contraintes qu'ils subissent, les études de populations, d'amélioration du milieu et des repeuplement, et enfin, les perspectives de développement.

## I. — ÉVOLUTION DES STOCKS

Les nombres officiels des captures annuelles effectuées dans chacune des trois grandes régions à saumons par les services de gestion des pêches (1) reflètent la tendance actuelle de l'évolution des populations.

### 1 — Bretagne et Basse Normandie

Au 18<sup>ème</sup> siècle, les pêcheries fluviales de cette région auraient produit près de 4.000 tonnes de saumons par an, selon ROULE (1920). Actuellement, les captures aux filets sont devenues très faibles, moins d'une tonne en 1975. Le recensement des captures à la ligne, fait à partir de 1966 (fig. 1, tabl. 1), indique une diminution progressive du stock. Depuis 1973, le nombre de saumons prélevés ne dépasse pas 1.600 (exception faite des 2.125 pris en 1975). Dans le même temps, le nombre de pêcheurs diminue de moitié et, plus significative, l'estimation du nombre de prises annuelles par pêcheur suit une évolution parallèle. Cet indice devient faible, 1,2 saumons en moyenne, et très irrégulier à partir de 1971.

Les populations de saumons de l'Elorn et de l'Aulne, tributaires de la rade de Brest, suivent cette évolution générale (HARACHE et PROUZET, 1977 ; PROUZET, HARACHE et BRANELLEC, 1978).

### 2 — Bassin Loire-Allier

Le bassin de la Loire était jusqu'au début de ce siècle l'un des plus riches de France, avec celui de l'Adour. Entre 10.000 et 15.000 saumons y étaient capturés annuellement (BACHELIER, 1963, 1964 a et b). Des barrages entravèrent ses affluents un à un et limitèrent l'accès aux frayères. Seul l'Allier demeurait accessible. Les captures étaient de l'ordre de 4.000 par an, peu avant la construction du barrage de Poutès-Monistrol sur le Haut-Allier en 1941. Dès lors (fig. 2, tabl. 2) entre 1.000 et 2.000 saumons seulement sont pris chaque année. Alors que, jusqu'en 1972, les pêcheurs professionnels réalisaient la majorité des captures aux filets barrages surtout, ce sont les pêcheurs à la ligne qui, depuis, prélèvent le plus de poissons, notamment en 1973 année de basses eaux : 1.475 saumons, en majorité capturés derrière des obstacles.

Le nombre de pêcheurs à la ligne est variable (fig. 3). Il a atteint son maximum en 1975. L'indice des captures (fig. 3) est également très fluctuant, le plus souvent compris entre 0,5 et 1 prise/pêcheur/an, jusqu'à 1,3 en 1973.

(1) Conseil Supérieur de la Pêche (C.S.P.), Fédérations de Pêche, Directions Départementales de l'Agriculture, Affaires Maritimes. Les captures aux filets sont au moins le double des valeurs indiquées.

### 3 — Bassin de l'Adour-Gave et Nive

Au début du siècle, 11.000 à 19.000 saumons étaient capturés chaque année dans le bassin de l'Adour (DE BOISSET et VIBERT, 1945). Les barrages et les pollutions ont depuis lors limité les zones de production en juvéniles au gave d'Oloron et à la Nive (DELARUE, 1974). Alors qu'il se prenait 4.000 saumons aux filets vers 1930 (sennes et tramails), depuis 1964 (fig. 4, tabl. 3) les captures totales (filets et lignes) atteignent rarement 2.600 unités (1967 et 1972). Une remarquable chute des prélèvements est amorcée (moins de 300 saumons en 1977) depuis lors. Les effectifs des pêcheurs aux filets (fig. 5) ont décliné régulièrement et se sont stabilisés depuis 1960, alors que la baisse du nombre des pêcheurs à la ligne ne s'est amorcée qu'à partir de 1974. L'indice des prises aux filets (fig. 5), très bas avant 1960 et très sous-estimé, se maintenait ensuite entre 10 et 15 saumons/pêcheurs/an avant de régresser. Pendant le même temps, la réussite des pêcheurs à la ligne ne cesse de décroître pour se situer à moins d'un saumon par pêcheur, sauf en 1972.

La décroissance des stocks est générale dans notre pays et particulièrement accentuée ces dernières années. Elle est la conséquence de l'instauration du droit de pêche pour tous après la Révolution française, associée à une gestion défailante, ayant entraîné une surexploitation persistant de nos jours. Plus récemment, les autres contraintes imposées à l'environnement des saumons : barrages, pollutions, ont accentué le processus.

## II. — CONTRAINTES ACTUELLES AU DÉVELOPPEMENT DES POPULATIONS

### 1. — Les principales contraintes et leur effets

Les nuisances dont souffrent les stocks français s'exercent dans les fleuves et en mer aussi bien sur les saumons adultes que sur les juvéniles :

— Les obstacles constitués par les **barrages** et les **seuils non aménagés** entravent ou arrêtent la migration des adultes ou des smolts ; ce sont les principaux responsables de la stérilisation de grands cours d'eau, tels que la Vienne, la Dordogne, la Garonne ou le Gave de Pau. Ces dernières années, un effort important d'équipement en dispositifs de franchissement a été fait par le C.S.P. et la D.P.N.

— Les **variations des débits**, éclusées des grands barrages et des microcentrales hydro-électriques, étiages et crues sévères des bassins versants mal exploités, sont conjuguées avec l'augmentation des débits dérivés. Elles peuvent provoquer une diminution de la production des zones où vivent les juvéniles, une altération du taux de croissance des parrs et une augmentation de leur temps de séjour en eau douce.

La **dégradation de la qualité de l'eau**, le plus souvent chronique et insidieuse limite également la capacité de production en juvéniles. Elle agit aussi sur les adultes, spécialement ceux migrant tardivement en période estivale, qui rencontrent les effets conjugués des diverses pollutions, des baisses de débits et de l'accroissement de la température de l'eau. Des bouchons de pollution risquent de détourner les migrateurs dans d'autres rivières comme ce fut constaté au Canada (SPRAGUE, ELSON et SAUNDERS, 1965).

— La **surexploitation des adultes** s'exerce dans les eaux d'origine et en mer. Actuellement les services de gestion de la pêche ont peu de possibilités pour faire appliquer la réglementation. La surveillance est plus efficace, bien que limitée, en zone fluviale, grâce aux "Brigades Mobiles du Saumon" du C.S.P. et à quelques gardes des Fédérations et des Sociétés de Pêche, qu'en estuaire où s'exerce la pêche aux filets et où le gardiennage est insuffisant, voire inexistant. D'autre part, l'exploitation des stocks de saumons, en majorité européens, à l'ouest du Groënland, entraîne une réduction pouvant dépasser 50 p. 100 des effectifs de poissons de deux hivers de mer et plus de retour dans nos cours d'eau : les captures du Groënland de saumons marqués comme smolts dans le Gave d'Oloron et l'Allier (tabl. 4 et 5) représentent respectivement 2,6 et 0,7 fois les captures réalisées dans chacun de ces bassins (DUMAS, 1977 ; CUINAT et BOMASSI, 1978) (2) ; le taux d'exploitation en eaux d'origine des poissons de ces deux cours d'eau est de 40 à 80 p. 100 selon les années.

(2) L'impact de la pêcherie groënlandaise sur les captures dans les eaux d'origine est très important : les dommages causés aux stocks arrivant dans leurs rivières peuvent atteindre ou dépasser le tonnage effectivement pris au Groënland (ANONYME, 1971). Les conclusions récentes des experts sur ce sujet n'infirmant pas cette estimation.

## 2. — Contraintes spécifiques aux différentes régions et bassins fluviaux

### 1 — Picardie et Haute Normandie

Les trois principales rivières fréquentées par le saumon possèdent des obstacles le plus souvent dès l'embouchure : busage de la rivière. Pas moins de trente deux petits barrages ont été édifiés sur la Bresle et sa partie inférieure est menacée par la pollution et le braconnage (ARRIGNON, 1973).

### 2 — Bretagne et Basse-Normandie

Quatre grandes causes de diminution du saumon apparaissent dans cette région :

— Les variations importantes des débits des cours d'eau bretons qui sont dues aux fonctionnements des barrages, à l'irrigation, à la création de plans d'eau et à l'utilisation urbaine.

— L'eutrophisation par les pollutions d'origine agricole tout le long des nombreuses rivières, ainsi que les pollutions domestiques et industrielles dans le cours inférieur des fleuves et dans leurs estuaires, comme l'Ellé et l'Elorn.

— Les obstacles non aménagés, encore nombreux.

— L'absence d'entretien de certaines rivières encombrées de débris entraînant un envasement progressif. Sous l'égide de l'A.P.S.B., des travaux importants de remise en valeur ont été réalisés sur le Scroff et l'Elorn.

### 3 — Le bassin Loire-Allier

Les contraintes sont nombreuses tout au long des 800 à 900 km que doivent parcourir les saumons entre la mer et les frayères. Ce sont (CUINAT et BOMASSI, 1978) :

— Une quinzaine d'obstacles constitués par les barrages et seuils d'érosion régressive consécutifs aux extractions de granulats : principalement, le seuil du Pont Règemortes à Moulins, la microcentrale de Vieille-Brioude, et le barrage infranchissable de Poutès-Monistrol interdisant l'accès aux deux tiers des meilleures frayères de l'Allier.

— Les pollutions, surtout mécaniques, dues aux extractions provoquent des envasements de frayères. Bien que la qualité de l'eau de l'Allier soit en voie d'amélioration, il subsiste une zone critique en aval des rejets de la ville de Clermont-Ferrand pouvant causer de gros dégâts chez les adultes en été.

— Le fonctionnement de l'usine hydro-électrique E.D.F. de Poutès-Monistrol fait sentir ses effets sur une cinquantaine de kilomètres et réduit le potentiel de production de jeunes saumons.

— La surexploitation à l'ouest du Groënland où une bonne partie des saumons de l'Allier sont capturés (tabl. 5) conjuguée avec la difficulté de contrôle de la pêche dans l'estuaire de la Loire.

— L'aspiration d'une partie des smolts dans les prises d'eau des centrales nucléaires de St Laurent-des-Eaux, puis de Chinon.

### 4 — Le bassin Adour-Gave et Nive

Bien que les saumons de ce bassin n'aient à parcourir qu'un maximum de 100 km pour accéder aux frayères, les embûches sont encore nombreuses (DELARUE, 1974, BOUSQUET, 1979, ANONYME, 1979) :

— Les saumons rencontrent neuf barrages sur le gave. Ceux de Dognen, Saucède, Loubière, et Herrère sont difficilement franchissables, ils sont arrêtés au pied des ouvrages infranchissables de St Cricq sur l'Ossau et de Soeix sur l'Aspe. La Nive, plus courte, présente des difficultés sérieuses aux barrages d'Halsou et d'Itxassou.

— La pollution urbaine et industrielle est importante en aval des confluent du gave de Pau et de l'Adour.

— La surexploitation des gros saumons du gave au Groënland est évidente, comme en témoignent les captures de saumons marqués au stade smolt (tabl. 4).

— Le braconnage à certaines échelles et passe-lits existe encore, notamment sur la Nive.

### 5 — La Nivelle

Sur ce petit fleuve côtier du Pays Basque, deux problèmes demeurent :

— Les barrages d'Uxondoa, difficilement franchissable, et d'Olha, infranchissable, limitent l'accès aux meilleures frayères.

— La pollution agricole eutrophisante.

## III — CARACTÉRISTIQUES DES STOCKS, AMÉNAGEMENT DU MILIEU ET REPEUPEMENTS

Chacun de ces trois types d'études sont entrepris dans les diverses régions ; les difficultés de réalisation des travaux sont inégales et beaucoup de résultats sont en cours d'élaboration.

### 1. — Description des populations sauvages

Elles s'adressent aux stades adultes et juvéniles, essentiellement smolts.

#### Les stocks d'adultes

Les études de populations d'adultes ont commencé sur le bassin de l'Adour, il y a une trentaine d'années (VIBERT, 1950). Elles se sont généralisées à partir de 1972 à l'ensemble des régions, grâce aux enquêtes auprès des pêcheurs et aux campagnes de déclarations des captures effectuées par le C.N.E.X.O., l'I.N.R.A. et le C.S.P. (FONTENELLE et al., en préparation ; DUMAS et MARTY, en préparation ; DUMAS en préparation). Certaines caractéristiques importantes apparaissent (tabl. 6) :

— Les saumons de nos rivières ont une courte durée de vie en eau douce, la majorité est partie en mer comme smolt de 1 an, très rares sont ceux partis à 3 ans.

— Les populations exploitées comportent une majorité de saumons de deux hivers de mer ou plus remontant en hiver et au printemps. Cependant, le stock réel de castillons (14 à 18 mois de mer), se présentant dans nos rivières essentiellement en dehors de la période d'ouverture, mars à mi-juin ou juillet, est sous-estimée. La Nivelle d'ailleurs héberge une population à majorité de castillons au moment de la reproduction.

— La proportion de grands saumons (trois hivers de mer et plus), très importante dans l'Adour-Gave, il y a 30 ans (67 p. 100) est en diminution très nette (21 p. 100), alors que celle des castillons augmente ; ce phénomène est signalé en Bretagne également. Par contre, les saumons de 3 et 4 hivers de mer sont toujours très nombreux dans l'Allier et représentent 59 p. 100 des effectifs observés par BOMASSI et CUINAT en 1979 (communication personnelle) ; aucun castillon n'est présent dans cet échantillon.

— Pour un même âge marin, les adultes ont une plus grande taille dans le Sud de la France que dans le Nord. La différence paraît surtout marquée pour les grands saumons : 92 cm dans l'Adour-Gave contre 82 cm dans le Massif Armoricain.

— Sur l'Ellé, BAGLINIERE et FONTENELLE (1978) ont constaté un taux de reprise de 10,4 p. 1000 des saumons marqués par ablation de la nageoire adipeuse ; dans le bassin de l'Adour, ce taux n'est que de 2,5 p. 1000, mais avec des smolts marqués au moyen d'étiquettes dorsales (DUMAS, 1977).

#### Les populations de smolts

Les caractéristiques du stade smolt sont actuellement les mieux connues (tabl. 7) :

— La dévalaison est plus précoce en France que dans les pays plus nordiques ; elle a lieu de début mars à début mai, avec un maximum d'intensité en avril.

— Les productions annuelles de smolts varient grandement d'une année à l'autre : CHAMPIGNEULLE (1978) estime que 3.100 smolts ont dévalé le Scorff en 1977 et 6.000 en 1978. CUINAT et BOMASSI (1978) font état pour l'Allier d'une descente de 25.000 smolts en 1975 et 50.000 en 1977.

— Les études scalimétriques des smolts confirment les résultats des lectures d'âge des adultes : la majorité des jeunes quittent nos rivières à 1 an, exceptionnellement à 3 ans. (BAGLI-  
GNIERE, 1976 a et b ; NIHOUARN, 1976 ; BOUSQUET, 1979). Ce sont les rivières les plus méridionales qui présentent les proportions les plus élevées de très jeunes smolts (Allier : 89 p. 100 et Gave : 69 p. 100).

— La taille moyenne de nos smolts est très grande (16 à 18 cm à 1 an ; 20 à 22 cm à 2 ans). Elle est nettement plus élevée sur le Gave qu'il y a 30 ans, signe probable d'une moindre densité de peuplement induisant une meilleure croissance.

## **2. — Etude de l'aménagement du milieu**

Outre les dispositifs de franchissement d'obstacles progressivement mis en place, des essais de remise en valeur des rivières, par modification de l'environnement, ont été effectués principalement sur le Scorff et l'Elorn, en Bretagne. Le nettoyage du lit dans les zones encombrées et le contrôle de la végétation rivulaire, pour un meilleur passage de la lumière, conduisent à une évolution du substrat des radiers à l'avantage des jeunes saumons. Le peuplement en tacons d'âge 0 + augmente de 300 p. 100 sur les zones du Scorff ainsi récupérées (CHAMPIGNEULLE, 1978).

## **3. — Etude des repeuplements**

La plupart des cours d'eau à saumon ont fait l'objet de nombreux repeuplements sous forme d'œufs embryonnés, d'alevins, de parrs, ou de smolts, le plus souvent d'origines étrangères. Seuls l'Allier et la Nivelle sont progressivement repeuplés en souche autochtone (tabl. 8).

Certaines expériences concernant les modes de production, extensives semi-extensives et intensives, et la vérification de la qualité des sujets produits par les taux de reprises ont été conduites par le C.S.P., le C.N.E.X.O., et l'I.N.R.A., avec le support du Ministère de l'Environnement et le concours des Sociétés de Pêche locales.

### **Productions extensives en ruisseaux pépinières**

Des études sont actuellement effectuées en Bretagne et au Pays Basque ; elles confirment l'intérêt de l'élevage des jeunes saumons dans les ruisseaux (tabl. 9) :

— La densité de juvéniles de 1 an obtenue est en moyenne plus élevée que dans les radiers des rivières ; elle atteint 27 à 30 individus/100 m<sup>2</sup>, pour la totalité de certains ruisseaux.

— La croissance des parrs, de souches étrangères, est comparable à celle des poissons autochtones.

— La survie des alevins ou des parrs est plus élevée qu'en rivière : jusqu'à 5,3 p. 100 en Bretagne avec des alevins vésiculés (PROUZET, 1979), jusqu'à 20 et même 51 p. 100 au Pays Basque, avec des parrs nourris depuis 3 ou 5 mois, et des mises en charge très inférieures aux précédentes (DUMAS, 1977, DUMAS, non publiée).

— Le taux de capture des smolts d'origine écossaise marqués et produits dans ces ruisseaux est élevé ; il est compris entre 18 et 26 p. 1000 sur l'Elorn ; il est de 32 p. 1000 sur l'Aulne (PROUZET, 1979).

### **Production semi-extensive en ruisseaux pépinières**

Des essais d'apport de nourriture artificielle en ruisseaux pépinières menés en Bretagne ont conduit à l'obtention de densités de 10 smolts/100 m<sup>2</sup> et la première recapture de saumon ainsi élevé a eu lieu en 1979 sur l'Aven (PORCHER, non publié).

### **Production intensive**

Des élevages intensifs expérimentaux ont été créés en Bretagne (salmonicultures du Quinquais et de la Motte), sur le bassin Loire-Allier (salmoniculture d'Augerolles) et au Pays Basque (domaine expérimental I.N.R.A. de Saint-Pée-sur-Nivelle). Différents milieux sont utilisés (bacs de type suédois, bassins de type Burrows, rigoles aménagées) :

— Les jeunes saumons produits ont des croissances plus rapides qu'en eau libre ; la majorité de la production est constituée de smolts d'un an.

— Leur survie lors de la première année est variable : 40 à 60 p. 100 à Augerolles (CUINAT, 1978), 35 p. 100 en bacs et 50 p. 100 en rigoles aménagées à Saint-Pée-sur-Nivelle (DUMAS, 1976). Des épidémies de furunculose limitent encore souvent la survie, excepté à Augerolles où cette maladie n'a pas été observée.

— Les retours de poissons d'élevage d'origine écossaise ont été nombreux dans la Nivelle et représentent des proportions non négligeables de la population totale (58 p. 100 en 1977, 22 p. 100 en 1978). Le taux de reprise provisoire est variable (tabl. 10 et 11) ; il peut atteindre 14,9 p. 1000 chez les smolts de 2 ans. Ces poissons sont en grande majorité des castillons (DUMAS, 1979). Cependant, les poissons autochtones d'élevage présentent une supériorité sur ceux d'origine étrangère libérés dans l'Allier (tabl. 5) : leurs reprises dans les eaux d'origine sont 2 fois plus nombreuses que celles relatives à la souche danoise (5,1 contre 2,5 p. 1000) ; ils donnent, de plus, une majorité de gros saumons (DUMAS, 1977 ; CUINAT et BOMASSI, 1978).

## **IV. — PERSPECTIVES DE DÉVELOPPEMENT**

A la lumière des résultats obtenus et outre la sauvegarde prioritaire des rivières possédant encore des populations de saumons, trois types d'actions sont envisagés.

### **1. — Essais de restauration d'anciennes rivières à saumons**

La disparition des populations de saumons de nombreuses rivières françaises est la conséquence de l'édification de barrages ayant interrompu la migration vers les zones de fraie encore existantes. L'ouverture de passes à poissons, des repeuplements bien conduits et une protection efficace peuvent aboutir à la naturalisation et la reconstitution d'une population (JONES et HOWELLS, 1973). C'est le cas de la Dordogne, très grande rivière où des dispositifs de franchissement vont être édifiés sur trois barrages qui ont empêché, depuis le début du siècle, les saumons et les truites de mer d'accéder aux zones de reproduction. Le seul axe principal a une production potentielle de 120.000 smolts par an en l'état actuel.

### **2. — Le sea-ranching**

La mise au point de techniques de production de jeunes en éclosérie est à l'origine de l'idée de "sea-ranching" qui permet de s'affranchir totalement des contraintes du milieu pour la phase de production de juvéniles. La productivité du milieu n'intervient, dans ce cas, que comme facteur limitant dans la production des adultes.

Pour les salmonidés migrateurs, la pratique du sea-ranching est basée sur le retour des adultes à l'endroit du lâcher. De petits systèmes hydrologiques côtiers sont utilisés avec succès dans des pays comme l'Islande et l'Irlande (saumon atlantique) ou la Pologne (truite de mer). Ce type de système côtier abondant en Bretagne peut-être le point de départ d'expériences de cette nature.

En 1980, le C.N.E.X.O. envisage la mise en place d'un programme expérimental sur un tel système. Ce programme consisterait en l'évaluation des capacités de production de juvéniles, intensive et extensive, sur le site ainsi que de leur taux de retour de manière à constituer une population de salmonidés adultes exploitable, saumon et truite de mer.

### **3. — Tentatives d'acclimatation du Saumon atlantique dans les Terres Australes françaises**

Depuis 1975, l'I.N.R.A., à la demande de l'Administration des T.A.A.F., tente d'acclimater le Saumon atlantique dans deux réseaux hydrographiques des Iles Kerguelen (50° Sud, 71° Est ;

7.000 km<sup>2</sup>), situées à proximité des zones de forte concentration en krill. Les essais sont menés à partir d'œufs embryonnés, d'origine danoise et écossaise, éclos sur place et déversés sous forme d'alevins déjà nourris (BEALL, DAVAINE et FOSTIER, 1975).

Les inventaires de populations effectués chaque année (DAVAINE, 1978) révèlent une bonne croissance (10 cm de longueur à la fourche un an après le déversement) et une survie excellente (tabl. 12).

Cependant, en dépit du départ en mer de la majorité des smolts avant 2 et 3 ans, une fraction non négligeable de la population semble rester en rivière ; on observe en outre, immédiatement en amont des estuaires, une proportion importante de poissons très argentés qui effectuent apparemment de brefs séjours en milieu marin, à l'instar des truites de mer (*Salmo trutta* L.) acclimatées dans des rivières voisines. La taille de ces poissons après une ou deux saisons en mer est alors de 30 et 45 cm. L'incertitude demeure sur la possibilité de retour des individus à migration lointaine (JOYNER, MAHNKEN et CLARK, 1974) attendus en proportion notable à partir de 1980.

Le succès de cette tentative signifierait la possibilité d'exploiter indirectement l'énorme production de krill de l'Océan Antarctique.

## CONCLUSION

A l'heure où certains pays comme l'Irlande, l'Ecosse ou la Norvège ont réussi à augmenter leurs populations de saumons, la France voit les siennes en grand danger de disparition. Dans l'ensemble des cours d'eau, l'évolution des captures de ces dernières années indique une diminution progressive de nos stocks, spécialement de gros individus remontant en hiver ou au printemps. Cette situation devient particulièrement critique sur certaines rivières considérées comme les meilleures de France : le gave l'Oloron, l'Allier, l'Elorn, l'Aulne ou l'Ellé. D'importantes zones de frayères ne sont plus occupées et ne produisent plus de juvéniles.

Il est impérieux de conforter la politique de restauration déjà commencée, par l'intensification des études et actions concernant :

— d'une part, l'amélioration du milieu : franchissement d'obstacles, entretien du lit et des berges, lutte contre la pollution ;

— d'autre part, les repeuplements intensifs et extensifs, suivant les possibilités régionales et selon les normes précisées par l'expérimentation.

Les possibilités de développement existent ; elles contribueront non seulement à sauvegarder le saumon et la truite de mer, mais encore à réduire les pertes de devises dues aux importations de saumons. Ce sont :

— la réhabilitation de certaines grandes rivières potentiellement productives, comme la Dordogne ;

— le sea-ranching, spécialement en Bretagne ; les résultats obtenus en Nivelle avec une souche étrangère ouvrant de très sérieuses perspectives ;

— la mise en valeur des territoires d'Outre-mer, comme les Iles Kerguelen, où d'ores et déjà la truite de mer prospère.

---

ARRIGNON J., 1973. An attempt at *Salmo salar* reacclimatization in the Bresle river basin, Normandy, France. *Spec. Publ. Ser. Int. Atl. Salm. Found.*, 4 (1), 463-474.

BACHELIER R., 1963. Histoire du saumon de la Loire. *Bull. fr. Piscic.*, 211, 50 - 70.

BACHELIER R., 1964 a. Histoire du saumon de la Loire. *Bull. fr. Piscic.* 212, 86 - 103.

BACHELIER R., 1964 b. Histoire du saumon de la Loire. *Bull. fr. Piscic.*, 213. 121 - 135.

- BAGLINIERE J.L., 1976 a. Les populations de Saumon atlantique (*Salmo salar* L., 1766) en Bretagne - Basse-Normandie. I - Caractéristiques des smolts de la rivière Ellé. *Ann. Hydrobiol.* 7 (2), 141 - 158.
- BAGLINIERE J.L., 1976 b. Etude des populations de Saumon atlantique (*Salmo salar* L., 1766) en Bretagne - Basse-Normandie. II - Activité de dévalaison des smolts sur l'Ellé. *Ann. Hydrobiol.* 7 (2), 159 - 177.
- BAGLINIERE J.L., (en préparation). Production de juvéniles de Saumon atlantique (*Salmo salar* L.) dans quatre affluents du Scorff, rivière de Bretagne Sud.
- BAGLINIERE J.L., FONTENELLE G., 1977. Les populations de Saumon atlantique (*Salmo salar* L., 1766) en Bretagne et Basse-Normandie. 3 - Recaptures de saumons adultes marqués au stade smolt par ablation de la nageoire adipeuse. *Ann. Hydrobiol.* 8 (3), 401 - 411.
- BAGLINIERE J.L., NIHOUARN A., CHAMIGNEULLE A., 1979. L'exploitation des salmonidés par pêche à la ligne sur le Scorff, rivière de Bretagne Sud. *Bull. fr. Piscic.*, 272, 94 - 115.
- BEALL E., DAVAINÉ P., FOSTIER A., 1975. Introduction du Saumon atlantique (*Salmo salar* L.) à Kerguelen : campagne d'été 1974 - 75. *T.A.A.F.*, 65-66, 92 - 113.
- DE BOISSET L., VIBERT R., 1945. La pêche fluviale en France. Son état. Son avenir. Libr. Champs-Élysées, Paris. 227 p.
- BOUSQUET B., 1979. Biologie et migration des smolts de Saumon atlantique (*Salmo salar* L.) dans le bassin Loire-Allier et Adour-Gave d'Oloron. Thèse Doc. 3e cycle, Sci. et Tech. Prod. Anim., Inst. Natl. Polytechn., Toulouse, 80 p.
- CHAMPIGNEULLE A., 1978. Caractéristiques de l'habitat piscicole et de la population de juvéniles sauvages de Saumon atlantique (*Salmo salar* L.) sur le cours principal du Scorff (Morbihan). Thèse Doc. 3e cycle, Biol. Anim., Fac. Sci. Univ. Rennes, 92 p.
- CUINAT R., 1978. La salmoniculture du Conseil Supérieur de la Pêche à Augerolles. Déleg. Reg. du C.S.P. Auvergne-Limousin, Rap. dactylographié, 15 p.
- CUINAT R., BOMASSI P., 1978. la situation écologique du Saumon atlantique dans le bassin Loire-Allier. Cons. Sup. Pêche, Déleg. Rég. du C.S.P. Auvergne-Limousin, Rap. dactylographié, 14 p.
- DAVAINÉ P., 1978. Tentative d'acclimatation du Saumon aux Iles Kerguelen (T.A.A.F.). Rap. int., T.A.A.F., 20 p. dactylographiées.
- DELARUE J., 1974. Le saumon dans le bassin de l'Adour. *Bull. Inf. Fed. Depart. A.P.P. Pyrénées-Atlantiques*, Numéro spec., 27 p.
- DUMAS J., 1976. Amélioration des techniques de repeuplement en Saumon. Convention DGPNE-INRA. Cent. Rech. Hydrobiol., INRA, Biarritz. 25 p. dactylographiées (+ Annexe : coordination des marquages de jeunes saumons : 18 p. dactylographiées).
- DUMAS J., 1977. Amélioration des techniques de repeuplement en saumons. Convention DGPNE-INRA. Cent. Rech. Hydrobiol., INRA, Biarritz. 21 p. dactylographiées (+ Annexe : coordination des marquages de jeunes saumons : 18 p. dactylographiées).
- DUMAS J., 1978. Amélioration des techniques de repeuplement en saumons. Convention DGPNE-INRA. Cent. Rech. Hydrobiol., INRA, St-Pée-sur-Nivelle 20 p. dactylographiées.
- DUMAS J., 1979. Les saumons (*Salmo salar* L.) adultes de la Nivelle (Pyrénées-Atlantiques) en 1977. Début de restauration avec des smolts d'élevage d'origine écossaise. *Ann. Limnol.*, 15 (2), p. 223-238.

- DUMAS J., (en préparation). La population de saumons (*Salmo salar* L.) adultes de la Nivelle en 1977 et 1978.
- DUMAS J., MARTY A., (en préparation). Caractéristiques des saumons adultes du bassin de l'Adour de 1977 à 1979.
- FONTENELLE G., BAGLINIERE J.L., PROUZET P., HARACHE Y., DOUAIRE R., (en préparation). Preliminary observations on the characteristics of adult Atlantic salmon (*Salmo salar* Linné) in Brittany.
- HARACHE Y., PROUZET P., 1977. Characteristics of salmon caught during the fishing season on the Elorn and Aulne rivers. *ICES Anad. Catad. Fish. Comm.*, CM 1977/M : 19, 11 p.
- JONES A.N., HOWELLS W.R., 1973. The re-establishment of the river Rheidol salmon fishery. *Yb. Dir. Ass. River Authorities*, 206-209.
- JOYNER T., MAHNKEN C.V.W., CLARK R.C. Jr, 1974. Salmon - Future harvest from the Antarctic Ocean ? *Mar. Fish. Rev.*, 36 (5), 20 - 28.
- NIHOUARN A., 1976. Les saumons juvéniles dans la rivière Allier et leur dévalaison en 1976. Mem. Fin Etudes, section halieutique, E.N.S.A., Rennes, 40 p. + annexes.
- PROUZET P., 1979. Le Saumon atlantique de l'Elorn et de l'Aulne. Etude des stocks et repeuplement. Thèse Doc. 3<sup>e</sup> cycle, Biol. Anim., Fac. Sci. Univ. Brest, 233 p.
- PROUZET P., HARACHE Y., BRANELLEC J., 1978. An attempt to explain fluctuations of the Atlantic salmon catches in the river Elorn during 1966 - 1977 period. *ICES Anad. Catad. Fish. Comm.*, CM 1978/M : 14, 15 p.
- ROULE L., 1920. Etude sur le Saumon des eaux douces de la France considéré du point de vue de son état naturel et du repeuplement de nos rivières. 1 vol., 178 p., Min. Agric., Dir. gén. Eaux For., Pêche Piscic., Paris.
- SPRAGUE J.B., ELSON P.S., SAUNDERS R.L., 1965. Sublethal copper-zinc pollution in a salmon river. A field and laboratory study. *J. Air Water Poll.*, 9, 531 - 543.
- VIBERT R., 1950. Recherches sur le saumon de l'Adour (*Salmo salar* Linné). (Age, croissance, cycle génétique, races). 1942 - 1948. *Ann. Stat. centr. Hydrobiol., appl.*, 3, 27 - 149.
- ANONYME, 1971. Third report of the ICES/ICNAF joint working party on North Atlantic Salmon. December 1970. *ICES, Coop. Res. Rep.*, Ser. A. 24. 36 p.
- ANONYME, 1979. Situation du saumon de l'Adour : environnement, biologie, pêche. Premiers résultats 1977 - 1978. *Cons. Sup. Pêche, Dég. Rég. Midi-Pyrénées-Aquitaine*, Rap. Polycop., 50 p.

Tableau 1 — Effectifs de pêcheurs à la ligne, estimation annuelle des captures de saumons et du nombre de captures par pêcheur en Bretagne et Basse-Normandie, de 1966 à 1978.

Année	Nombre de permis "saumons" (ligne)	Nombre de captures	Captures/pêcheur/an.
1966	1 950	4 810	2,47
67	2 050	4 600	2,24
68	2 000	3 630	1,82
69	2 060	4 285	2,08
1970	2 110	3 860	1,83
71	2 140	2 490	1,16
72	1 950	3 425	1,76
73	2 020	1 500	0,74
74	1 330	1 075	0,81
1975	1 280	2 125	1,66
76	1 060	945	0,89
77	1 073	1 565	1,46
78	1 095	1 505	1,37

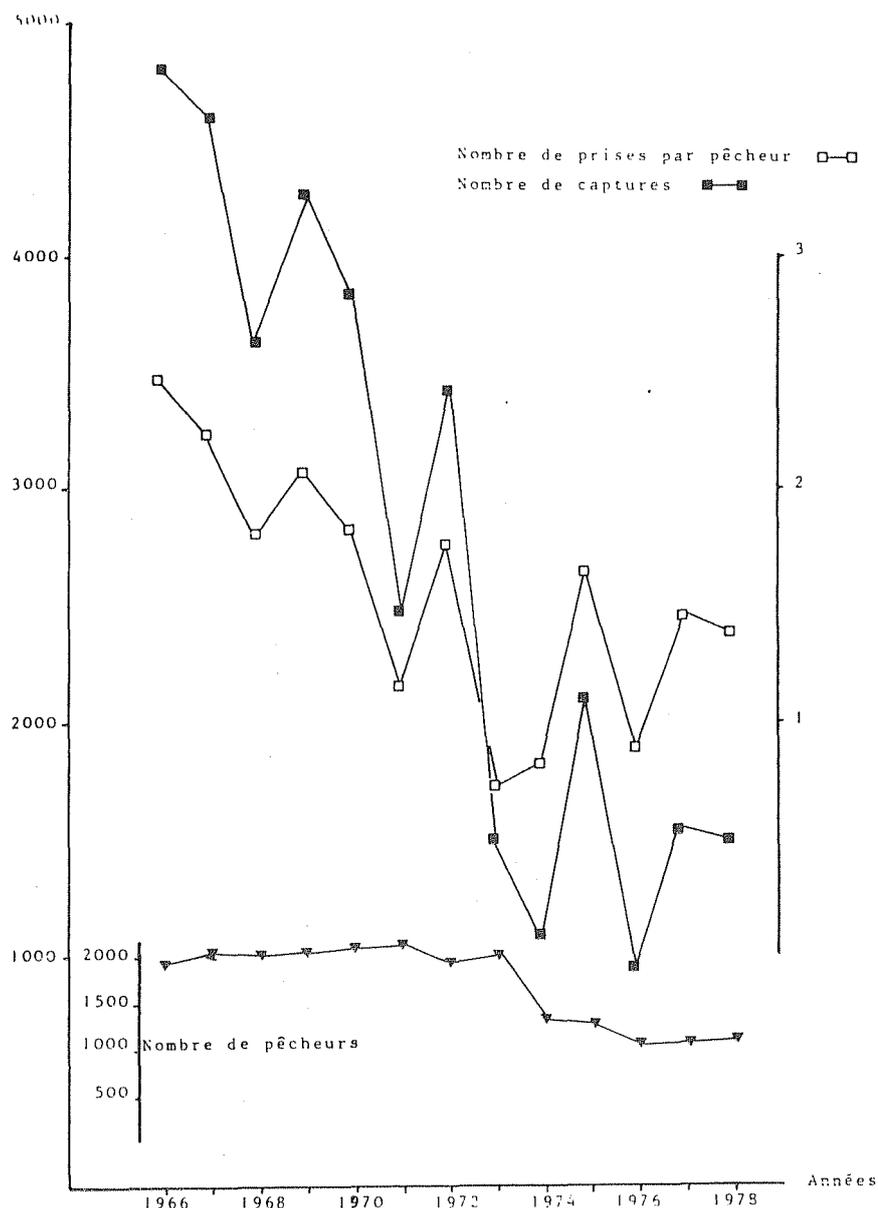


Fig. 1 — Evolutions du nombre de captures, de prises par pêcheur et de pêcheurs de 1966 à 1978 en Bretagne et Basse-Normandie.

Tableau 2 — Effectifs de pêcheurs à la ligne, estimation annuelle des captures de saumons et du nombre de poissons capturés par pêcheur en Loire-Allier de 1950 à 1978.

Année	Loire (filets)	Allier (ligne)		Ensemble des captures	
	Captures aux filets	Nombre de permis "saumons"	Captures à la ligne		Captures/pêcheur/an
1950	1 550	813	400	0,49	1 950
51	330	893	100	0,11	430
52	475	769	75	0,10	550
53	1 360	990	300	0,30	1 660
54	1 072	1 036	320	0,31	1 392
1955	682	1 271	420	0,33	1 102
56	1 114	749	165	0,22	1 279
57	520	657	185	0,28	705
58	760	551	300	0,54	1 060
59	665	717	580	0,81	1 245
1960	557	686	555	0,81	1 112
61	1 223	941	1 005	1,07	2 228
62	592	1 119	730	0,65	1 322
63	1 022	977	215	0,22	1 237
64	790	1 041	150	0,14	940
1965	438	681	670	0,98	1 108
66	499	789	600	0,77	1 099
67	880	858	640	0,74	1 520
68	725	874	780	0,89	1 505
69	470	918	390	0,42	860
1970	722	818	510	0,62	1 232
71	315	693	260	0,38	575
72	539	632	400	0,63	939
73	1 036	1 098	1 475	1,34	2 511
74	435	1 307	372	0,28	807
1975	517	1 641	1 190	0,73	1 707
76	500	1 345	700	0,52	1 200
77	100	1 228	315	0,26	415
78	30	984	210	0,21	240

Source des renseignements : Ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie (Service Chasse et Pêche), CUIINAT et BOMASSI (1978), Bulletin d'Information du C.S.P. de 1951 à 1979.

Tableau 3 — Effectifs des pêcheurs aux filets (Inscrits Maritimes) et à la ligne, estimation annuelle des captures de saumons et du nombre de poissons capturés par chaque catégorie dans l'Adour - Gave et Nive, de 1950 à 1978.

Année	ADOUR (tramaills et sennes)			GAVE et NIVE (ligne)				Ensemble des captures	
	Nombre inscrits maritimes	Captures de saumons	Captures/pêcheur/an	Nombre permis "saumons"	Captures saumons		Captures saumons Gave et Nive		Captures/pêcheur/an
					Gave	Nive			
1950	312	340	1,09	351					
51	300	420	1,40	378					
52	280	870	3,11	434					
53	260	980	3,77	520					
54	240	950	3,96	503					
1955	221	180	0,81	574					
56	200	460	2,30	490					
57	180	920	0,90	585					
58	170	620	3,65	550					
59	160	670	4,19	509					
1960	146	2 240	15,34	506					
61	120	1 380	11,50	564					
62	110	1 305	11,86	538					
63	100	1 625	16,25	534					
64	90	1 030	11,44	554	450		450	0,81	1 480
1965	106	1 153	10,88	544	1 147		1 150	2,11	2 300
66	102	1 450	14,21	660	850	106	956	1,45	2 406
67	120	2 000	16,67	630	600	18	618	0,98	2 618
68	110	965	8,77	632	635	8	643	1,02	1 608
69	85	550	6,47	579	350	6	356	0,61	906
1970	80	650	8,13	500	350	11	361	0,72	1 011
71	76	680	8,95	428	220	8	228	0,53	908
72	85	2 000	23,52	424	600	6	606	1,43	2 606
73	100	600	6,00	505	250	10	260	0,51	860
74	102	200	1,96	433	100	3	103	0,24	303
1975	110	300	2,73	345	223	65	288	0,83	588
76	130	210	1,62	333	250	14	264	0,79	474
77	110	100	0,90	250	180	7	187	0,75	287
78	113	200	1,77	228	183	7	190	0,83	390

Source des renseignements : DELARUE (1974), Fédération de Pêche des Pyrénées-Atlantiques, APS de la Nive, Bulletin d'Information du C.S.P. de 1951 à 1979, Affaires Maritimes de Bayonne.

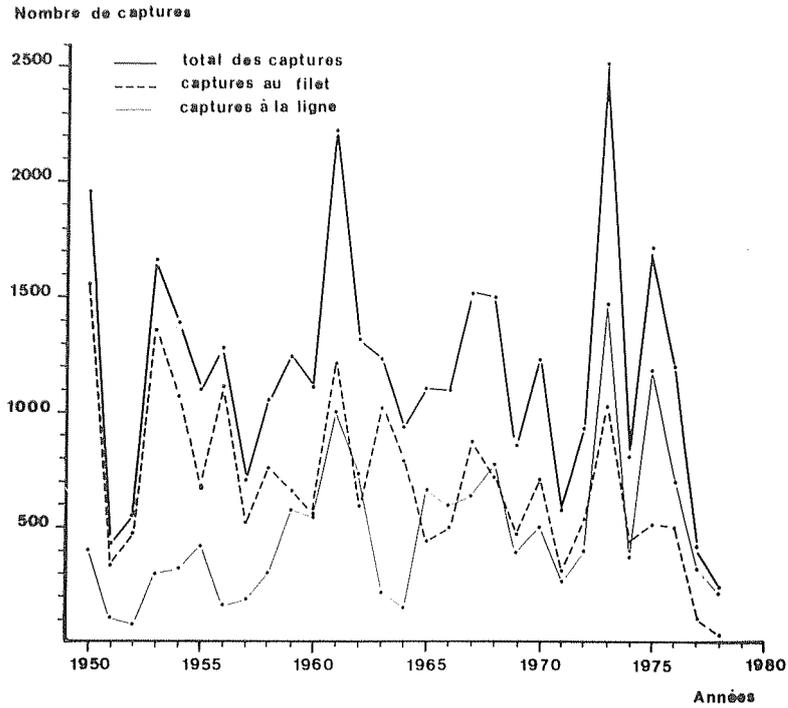


Fig. 2 — Evolution des captures des saumons en Loire - Allier, de 1950 à 1978.

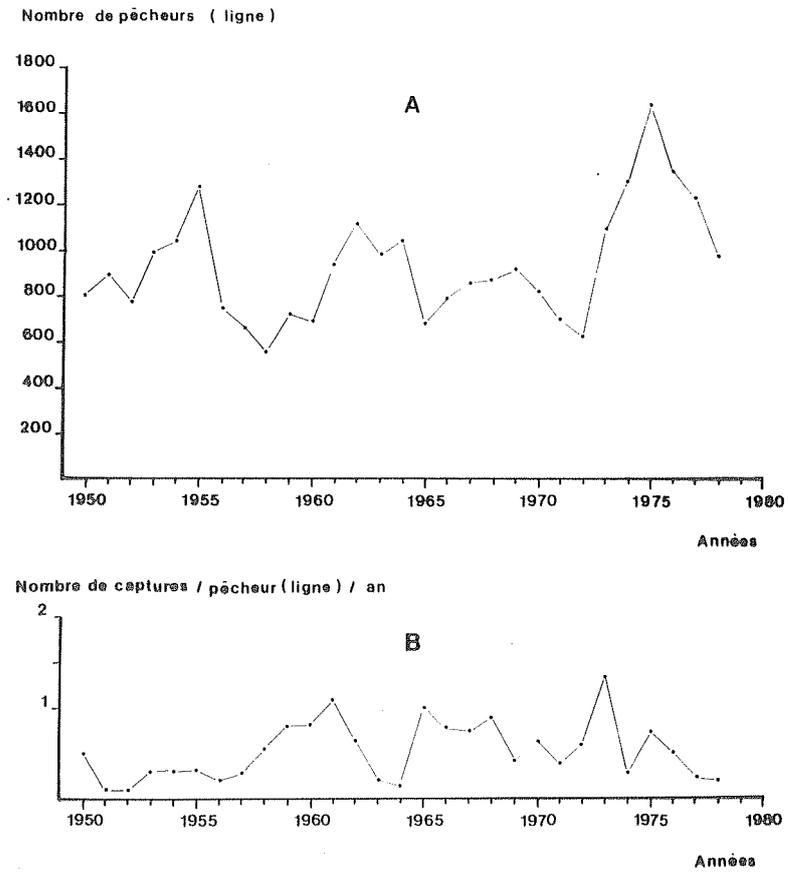


Fig. 3 — Evolution des effectifs de pêcheurs à la ligne (A) et du nombre de saumons capturés par pêcheur annuellement (B) en LOire — Allier, de 1950 à 1978.

Nombre de captures

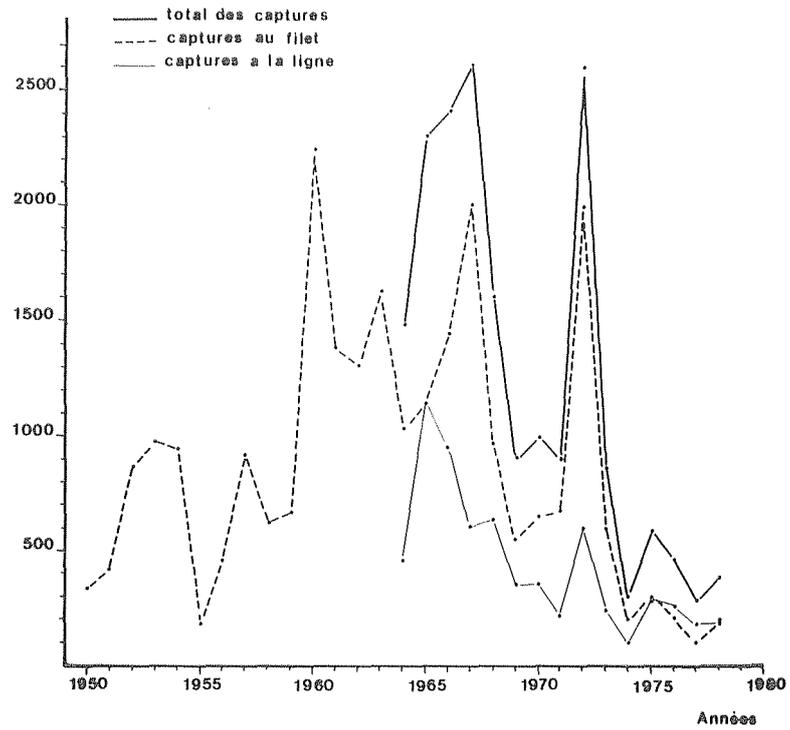
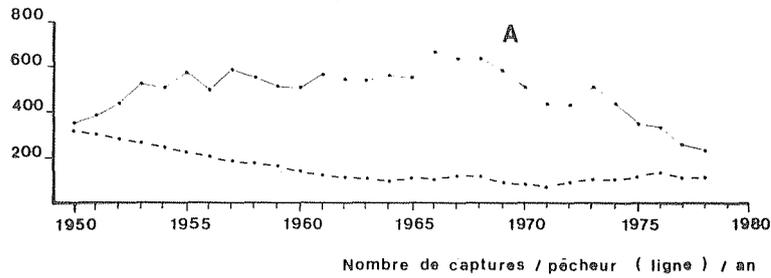


Fig. 4 — Evolution des captures de saumons dans l'Adour - Gave et Nive, de 1950 à 1978.

Nombre de pêcheurs



Nombre de captures / pêcheur (filet) / an

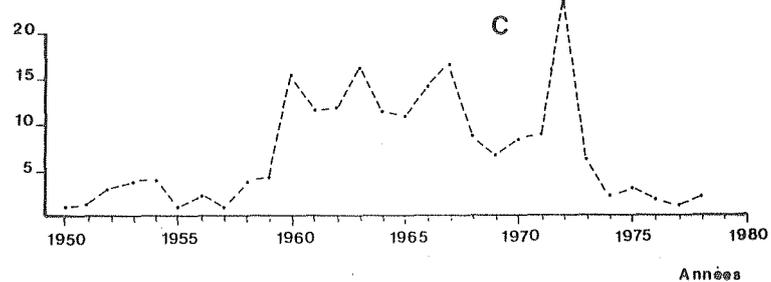


Fig. 5 — Evolution des effectifs de pêcheurs aux filets et à la ligne (A) et du nombre de saumons capturés par pêcheur annuellement à la ligne (B) et au filet (C) dans l'Adour — Gave et Nive, de 1950 à 1978.

Année	Nombre de smolts marqués	Recaptures							Autres lieux	Grand total
		Ouest Groenland			Eaux d'origine					
		1 hiver de mer	2 h.m.	Total	1 h.m.	2 h.m.	3 h.m.	Total		
1969	2 089	12	3	15 (7,2)		3	1	4 (1,9)		19 (9,1)
1970	3 124	21	5	26 (8,3)	1	8	4	13 (4,2)		39 (12,5)
1971	1 813	10		10 (5,5)		4		4 (2,2)	1 (0,6)*	15 (8,3)
1972	213									
1973	1 114	3		3 (2,7)						3 (2,7)
1969-1973	8 353	46	8	54 (6,5)	1	15	5	21 (2,5)	1 (0,1)	76 (9,1)

(\*) Marque renvoyée de Londres

Tableau 4 — Recaptures de smolts sauvages du Gave d'Oloron (âgés de 1 et 2 ans), marqués par étiquettes dorsales Carlin de 1969 à 1973. Répartition par zone de captures et par âge de mer (DUMAS, 1977).  
Les nombres entre parenthèses indiquent le taux de reprise pour 1.000 smolts marqués.

Année	Nombre de smolts marqués	Recaptures							Autres lieux	Grand total
		Ouest Groenland			Eaux d'origine					
		1 hiver de mer	2 h.m.	Total	1 h.m.	2 h.m.	3 h.m.	Total		
1973	4 896 (Allier)	14	3	17 (3,5)		8	17	25 (5,1)	1 (0,2)*	43 (8,8)
	1 186 (Danois)				3					

(\*) Capturé au large des îles Feroë après le premier hiver de mer.

Tableau 5 — Recaptures de smolts d'élevage de l'Allier (âgés de 2 ans), de souches autochtone et danoise, marqués par étiquettes dorsales Carlin en 1973. Répartition par zone de captures et par âge de mer (DUMAS, 1977. CUINAT et BOMASSI, 1978).  
Les nombres entre parenthèses indiquent le taux de reprise pour 1.000 smolts marqués.

Region ou bassin fluvial	Caractéristiques	Age d'eau douce smolts (années)			Age de mer (années)				Observations	Auteurs
		1	2	3	1	2	3	4		
Bretagne et Basse-Normandie	Pourcentage (p.100)	54,0	45,8	0,2					1 568 adultes dont 2 p.100 à leur 2ème retour (82,2 cm en moy.) (échantillonnés de 1972 à 1978)	FONTENELLE et al., (en préparation).
	Pourcentage (p.100)				12	69	17	0,3		
	Longueur fourche (cm)				61,1	74,1	81,9	98,5		
Adour-Gave (1942 - 1948)	Pourcentage (p.100)	70,3	28,6	1,1					1 037 adultes dont 1,3 p.100 à leur 2ème retour (échantillonnés de 1942 à 1948).	VIBERT (1950)
	Pourcentage (p.100)				2,7	29,0	66,6	0,4		
	Longueur fourche (cm)				65,0	83,5	96,9	93,0		
Adour-Gave (1977 et 1978)	Pourcentage (p.100)	68,0	32,0						294 adultes dont 0,3 p.100 à leur 2ème remontée (Echantillonnés en 1977 et 1978) * un seul saumon de 4 ans de mer	ANONYME (1979), DUMAS et MARTY (en préparation)
	Pourcentage (p.100)				17,1	59,9	20,4	(0,3)*		
	Longueur fourche (cm)				62,9	77,5	92,4	(96,0)		
Nivelle	Pourcentage (p.100)	47,5	52,5						61 adultes échantillonnés en automne et hiver 1977 et 1978. Sex-ratio castillons : 1 fem./1 mâle Sex-ratio petits saumons : 4,7 fem./1 mâle	DUMAS (en préparation)
	Pourcentage (p.100)				72,1	27,9				
	Longueur fourche (cm)				67,0	80,9				

Tableau 6 — Structure d'âge et longueur à la fourche aux différents âges des populations de saumons adultes sauvages étudiées en France.

Région ou bassin fluvial	Caractéristiques	Age d'eau douce (années)			Observations	Auteurs
		1	2	3		
Eilë (Bretagne)	Pourcentage (p.100)	52,6	47,4		11 171 smolts piégés au moulin de Zulio de 1972 à 1974	BAGLINIERE (1976 a et b)
	Longueur fourche (cm)	16,2	19,9			
	Epoque dévalaison	max. : 1 - 30/4 (23/3 - 5/5)				
Loire-Allier	Pourcentage (p.100)	88,7	10,7	0,6	3 522 smolts piégés à Vieille-Brioude et à St-Laurent-des-Eaux de 1975 à 1977. Vitesse de dévalaison des smolts : 17 km/j	NIHOUARN (1976) et BOUSQUET (1979)
	Longueur fourche (cm)	16,7	20,7	25,5		
	Epoque dévalaison	max. : 29/3 - 10/4 (15/3 - 10/5)				
Adour-Gave 1946 - 1948	Pourcentage (p.100)	57,5	42,3	0,2	492 smolts piégés à Sorde l'Abbaye de 1946 à 1948.	VIBERT (1950)
	Longueur fourche (cm)	14,8	16,1	17,1		
	Epoque dévalaison	-				
Adour - Gave 1978	Pourcentage (p.100)	69	28	3	695 smolts piégés à Sorde l'Abbaye en 1978.	BOUSQUET (1979)
	Longueur fourche (cm)	18,4	21,5	23,1		
	Epoque dévalaison	max. : 10 - 20/4 (1/3 - 10/5)				

Tableau 7 — Structure d'âge, longueur à la fourche et époque de dévalaison des populations de smolts sauvages de diverses rivières françaises.

Région ou bassin fluvial	Contingent annuel d'oeufs ou d'alevins obtenus		Période	Organismes
	Etrangers*	Autochtones		
Picardie et Haute-Normandie	35 000 à 100 000		1972 - 1978	C.S.P.
Bretagne et Basse-Normandie	75 000 à 820 000		1974 - 1979	C.S.P., Fédérations et C.N.E.X.O.
Loire - Allier	160 000 à 260 000	30 000 à 70 000	1973 - 1977 1973 - 1977	C.S.P., Fédérations, Ministère de l'Environnement
Adour - Gave et Nive	125 000 à 400 000		1977 - 1979	C.S.P., Ministère de l'Environnement
Nivelle	50 000 à 250 000	8 000 à 57 000	1972 - 1977 1976 - 1979	Ministère de l'Environnement, I.N.R.A.

(\*) Origines : Ecosse, Islande, Irlande, Norvège, Danemark et Canada

Tableau 8 — Contingents annuels d'œufs de saumons pour repeuplements obtenus dans les différentes régions et bassins fluviaux ces dernières années.

Stade	Alevins vésiculés		Alevins résorbés	Parrs de 3 mois	Parrs de 5 mois	Parrs de 1 an
	To	To	To + S	To partiellement	To partiellement	To + T
Compétition lors mise en charge avec: T = truites, To = truitelles 0+ S <sub>1</sub> = saumons 1+						
Région (ruisseau)	Bretagne (St-Jean)	Bretagne (Kernec)	Bretagne (Runigou, Ster Vian)	Pays Basque (Garbela)	Pays Basque (Auziarzia, Julian Borda)	Bretagne (Runigou)
Densité de mise en charge (ind./100 m <sup>2</sup> )	510 530	1 000	570 440	200 150	46 45	57
Densité au printemps suivant (ind./100 m <sup>2</sup> )	13,8 26,5	11	0,7 1,3	18,4 29,9	13,9 22,9	9,7
Survie jusqu'au printemps suivant (p.100)	2,7 5,3	1,1	0,12 0,30	9,2 20,2	30,3 50,6	17,1*
Auteurs	PROUZET (1979)	BAGLINIERE (en préparation)	PROUZET (1979)	DUMAS (1978) DUMAS (non publié)	DUMAS (1978) DUMAS (non publié)	PROUZET (1979)

\* Survie observée sur une période de 5 mois, du printemps à l'automne suivant.

Tableau 9 — Exemples de densités et de survies en ruisseaux pépinières des jeunes saumons atlantiques de repeuplement selon les stades de développement au déversement et selon les régions.

Age des smolts	Longueur à la fourche (cm)	Nombre libéré	Nombre contrôlé			Taux de capture (p.1000)		
			1977	1978	Total	1977	1978	Total
1	12,2	7 450	9		9	1,2		1,2
2	14,5	1 480	21	1	22	14,2	0,7	14,9
Tous âges	12,6	8 930	30		31	3,4		3,5

Tableau 10 — Captures comparées des saumons d'élevage (souche écossaise), libérés comme smolts en 1976 (classes 1974 et 1975 dans la Nivelle).

Age des smolts	Longueur à la fourche (cm)	Nombre libéré	Nombre contrôlé	Taux de captures (p.1000)
			1978	1978
1	14,0	7 253 *	6	0,8
2	15,1	3 296	4	1,2
Tous âges	14,4	10 549	10	0,9

\* 1 019 smolts de 1 an (environ 1 sur 7) sont d'origine femelle d'élevage revenue en Nivelle, les autres sont d'origine écossaise (rivière Thurso)

Tableau 11 — Captures comparées des saumons d'élevage, libérés comme smolts en 1977 (classes 1975 et 1976) dans la Nivelle.

	Rivière	Densité de mise en charge (ind/100 m <sup>2</sup> )	Densité 1 an plus tard (ind/100 m <sup>2</sup> )	Survie après 1 an (p.100)	Densité 2 ans plus tard (ind/100 m <sup>2</sup> )	Survie entre 1 et 2 ans (p.100)**
Cohorte 1975	Déversoir IV	19,7	9,9	46	7,4	74
	Déversoir III	15,1	17,3	104*	7,8	45
Cohorte 1976	Déversoir II	36,2	19	52	13,9	74
	Déversoir I	78,5	54,8	70	35,3	64

\* Survie surestimée en raison de l'immigration de quelques parrs venant d'un lac en aval.  
\*\* Survie sous-estimée car l'inventaire est postérieure au départ du premier groupe d'âge de smolts.

Tableau 12 — Densités et survies obtenues à partir du déversement d'alevins nourris de saumon atlantique (origine danoise) dans le système hydrographique des KORRIGANS (ILES KERGUELEN, T.A.A.F.).

## 21. SALMON RANCHING IN OREGON

William J. Mc NEIL

*Oregon Aqua-Foods, Inc.*  
*SPRINGFIELD - OREGON - USA*

### RÉSUMÉ

*L'Etat d'Oregon a délivré des permis à douze firmes privées pour relâcher 180 millions de juvéniles de saumon Coho, Chinook et Chum dans le cadre d'opérations de sea ranching. En ajoutant les lâchers des écloseries d'Etat, la production totale future doit atteindre 258 millions. En 1978, cette production a été de 84 millions de juvéniles de saumon. Actuellement, l'Oregon contribue pour environ 3 % au nombre de juvéniles de saumon produits artificiellement et relâchés dans l'Océan Pacifique Nord. On pense que l'augmentation de l'activité de sea ranching en Oregon va de pair avec l'augmentation dans d'autres états ou pays, et les plans de l'Oregon pour le futur sont de se maintenir à une participation d'environ 3 % de la production. Les captures de saumons Coho et Chinook ont tendance à augmenter en Amérique du Nord grâce à la production des écloseries qui est en pleine expansion. La production de saumons Chum en écloserie connaît également une expansion rapide mais il est encore trop tôt pour affirmer son impact bénéfique sur la récolte. Les réglementations régissant la production de saumons en écloserie varient selon les juridictions des états. Quelques états ont limité le droit de production de juvéniles de repeuplement aux écloseries publiques. La législation la plus libérale a été choisie par l'Oregon pour favoriser le sea ranching du saumon par des entreprises privées.*

The Oregon Legislature passed a law in 1971 authorizing private salmon ranching firms to release chum salmon. The law was amended in 1973 to add coho and chinook salmon.

Twenty permits have been issued to private salmon ranching firms in Oregon for release of juvenile salmon into the North Pacific Ocean. Locations of authorized release sites are shown on Figure 1. Numbers of smolts authorized for release include :

Chum salmon	100 million
Coho salmon	38 million
Chinook salmon	<u>42 million</u>
	180 million

The number of salmon released by private firms has remained modest (Figure 2). Release numbers are expected to remain below authorized levels for a number of years due primarily to scarcity of brood stock.

Growth of private salmon ranching comes at a time when smolt releases from Oregon public hatcheries have tended to level off. Present smolt releases and outlook for increased releases from public hatcheries are summarized below :

### Millions of Smolts from Public Hatcheries

Species	Present	Outlook
Chum	4	4
Coho	15	16
Chinook	<u>53</u>	<u>58</u>
	72	78

Should private salmon ranching achieve authorized levels, about two-thirds of salmon smolts from Oregon hatcheries would come from the private sector and one-third from the public sector in future years. Regardless of the origin of smolts, all fish remain a public resource available for harvest by commercial and recreational fishermen while in public waters. Private hatcheries are required by regulation to release fish directly into estuaries or the ocean, thus returning fish do not make significant contributions to river fisheries.

### COHO SALMON

Unpublished data suggest that about 80 percent of coho salmon caught by American sport and commercial fishermen off the Pacific Northwest originate from hatcheries. Recovery of tagged coho salmon smolts released into Yaquina Bay, Oregon, by a private firm shows that returning adults were caught by commercial and recreational fishermen off California, Oregon, Washington, and British Columbia (Figure 4). To date returning adults were most abundant off the central Oregon coast near Yaquina Bay. The total contribution of these fish to commercial and recreational fisheries is under evaluation by fisheries agencies. Preliminary comparisons of tagged fish from private and public hatcheries indicate similar contribution rates.

There was a six-fold increase (14 to 88 million) in the number of coho smolts released from Pacific Northwest hatcheries over the period 1960 to 1977. The harvest of coho salmon by commercial and sport fisheries increased substantially during the same period (Figure 5). The commercial harvest of coho salmon in the Pacific Northwest is 50 % higher today than in the 1930s, when wild stocks contributed most of the fish caught. Upward trend of commercial harvest of coho in the Pacific Northwest is in sharp contrast to the downward trend in Alaska, where the fishery is supported by wild rather than hatchery stocks. Even though the Canadian harvest is buffered by large numbers of fish from Pacific Northwest hatcheries, their commercial catch is also trending downward, probably from loss of wild stocks.

Continued growth of the Oregon private hatchery program to the presently authorized level of 38 million coho smolts would increase by about 40 % the number of hatchery smolt released in 1977 by the United States and Canada. These additional smolts should contribute substantially to continued growth of public ocean fisheries (sport and commercial) primarily in the offshore waters of Oregon, Washington, and California.

### CHINOOK SALMON

Public hatcheries in California, Oregon, Idaho, Washington, British Columbia, and Alaska released 217 million juvenile chinook salmon in 1977. Due to large scale releases from public hatcheries, the commercial harvest of chinook salmon in North America is higher today than historically. Catch statistics indicate that Canada has benefited most from increased commercial catches (Figure 6), even though 97 % of hatchery fish come from hatcheries in California, Oregon and Washington.

Oregon private hatcheries have been authorized to release 42 million chinook smolts. Attainment of this authorized level would increase by about 20 % the number of hatchery smolts released in 1977 by the U.S. and Canada. Recapture of tagged chinook indicates that commercial and sport fishermen from California to Alaska will benefit.

Projected growth of salmon ranching in Oregon is symptomatic of growth else-where around the North Pacific rim. Approximately 2.8 million juvenile salmon were released in 1978

from hatcheries in Japan, USSR, Canada, and USA. Smolts from Oregon public and private hatcheries accounted for about 3 % of these releases. The outlook is for releases from North Pacific rim countries to more than triple by 2000, which is comparable to the outlook for Oregon. It appears, therefore, that Oregon's share should remain at about 3 % of the total, even with continued growth of private hatchery releases to levels now authorized (Figure 3).

## CHUM SALMON

It has been more than 30 years since chum salmon have made a significant contribution to Oregon's economy (Figure 7). Scarcity of fish helped trigger complete closure of commercial net fishing for chum salmon south of the Columbia River in 1962. Private hatcheries were first authorized to release chum salmon in 1971, but scarcity of eggs has impaired efforts to re-establish runs. Increased releases in 1979 (Figure 2) are due primarily to transplantation of chum salmon from Sakhalin Island, USSR, to Oregon.

Chum salmon contribute almost 30 % of the poundage of salmon harvested commercially in the North Pacific Ocean. Chum salmon are grown successfully in hatcheries, mostly in Japan and the USSR. A successful chum salmon hatchery program would create new opportunities for economic growth in Oregon.

## DISCUSSION

Public hatcheries in Oregon released 72 million juvenile salmon in 1978. Projected additions to the public hatchery program are expected to boost production to 78 million, for a modest 8 % increase over the next several years. However, implementation of the planned private hatchery program would add 180 million smolts and would boost combined output from public and private hatcheries in Oregon to 258 million - a 358 % increase over 1978 production. This large projected increase has raised a number of questions, some of which are addressed below :

1. *Capacity of marine waters to grow salmon.* The catch of coho and chinook salmon in North America is somewhat above historic levels, even though natural production remains depressed from land and water use activities and overfishing. There is no conclusive evidence of density-dependent growth and/or mortality from limited analyses to date associated with observed levels of recruitment of hatchery smolts to marine waters. Capacity of marine waters to grow salmon is affected by climate, food organisms, and predators. Intensive fishing has reduced abundance of competitors, and ocean-rearing capacity is probably much above present stocking rates of salmon.

2. *Competition with other species.* Salmon are carnivores and feed at the same level in the food chain as most marine fin fish and many shellfish. The biomass of potential fin fish competitors of salmon is probably more than 10 times greater than the biomass of salmon and could be more than 20 times greater. It is unlikely that the impact of hatchery smolts on competitors could be measured at present levels of production with existing natural variability in abundance of competitor species and food organisms. It is variability in abundance of competitor species and food organisms. It is difficult to predict if a three - to four - fold increase in smolt production will provide a basis to measure effects of competition with other species.

3. *Genetic effects on wild stocks.* When salmon are removed from their natural environment, spawned artificially, and raised in the controlled environment of a hatchery, they become exposed to new sets of environment experiences. The hatchery environment minimizes many of the stresses which greatly reduce egg-to-fry survival in nature, but the hatchery can impose other stresses (e.g., disease) which are not experienced to the same degree by wild fish under less crowded conditions. The genetic problem of greatest concern is whether or not the hatchery will cause loss of adaptive genetic variability which might affect the ability of fish to adapt to changing environmental conditions upon release. Even though this is largely an untested hypothesis, rules governing private hatchery operations empower fishery agencies to control practices which could affect genetic make-up of stocks.

4. *Economic impact on existing fisheries.* Recapture of tagged coho suggests that Oregon commercial and sport fisheries will benefit most from the private hatchery program, with significant benefits also accruing to Washington and California (see Figure 4). If one assumes an average 5 % marine survival for coho smolts from private hatcheries and a 70 % exploitation rate by combined commercial and sport ocean fisheries, the release of 38 million coho smolts by private firms in Oregon would add :

	1,330,000 coho caught by commercial and sport fishermen
+	570,000 coho caught by salmon ranchers
	<hr/>
	1,900,000 coho contributed to the economy.

Exploitation rate by combined commercial and sport ocean fisheries has been higher than 70 % in recent years, but management agencies are attempting to reduce exploitation to levels which will minimize overfishing of wild fish. The harvest of coho in ocean fisheries off Oregon, northern California, and southern Washington has averaged about 2 million fish over the last 20 years. Implementation of the private hatchery program in Oregon shows promise of nearly doubling the harvest while providing an opportunity to reduce exploitation rate in order to conserve wild stocks.

Preliminary results of tagging indicate that chinook salmon released by private hatcheries in Oregon will have beneficial impacts on ocean commercial and sport fisheries similar to coho. However, smolts tagged at Oregon hatcheries and recaptured in ocean fisheries show that chinook are more widely distributed in public fisheries in British Columbia and Alaska than coho.

Chum salmon are not expected to benefit existing public fisheries to the same extent as coho and chinook. This is because chum tend to remain seaward from near-shore waters where fishing effort is centered more than coho and chinook.

5. *Protection of wild populations from overfishing.* Artificial propagation raises questions vital to conservation of wild populations of salmon, especially where naturally and artificially propagated fish intermingle in a common property fishery. Wild populations can typically withstand 50 to 70 % rate of exploitation. Artificially propagated populations, on the other hand, can withstand 90 to 95 % rate of exploitation. Thus, the fishery manager faces a dilemma : If on the one hand, a manager permits the common property fishery to remove hatchery fish surplus to the needs of reproduction, any intermingled wild populations will be overfished and rapidly depleted. If on the other hand, a manager holds down exploitation to conserve wild population, surplus hatchery fish will return for the benefit of terminal fisheries. Primary beneficiaries of terminal fisheries include sportsmen, Indians, commercial gillnet fishermen, and private hatcheries.

The problem of managing fisheries on mixed populations is very basic to the conservation of wild populations whether or not artificial propagation is practiced. Inability to resolve this problem is one important factor contributing to depletion of wild populations.

6. *Institutional arrangements for salmon ranching.* Institutional arrangements are undergoing rapid change. Much of the change is directed toward economic efficiency. An important question is whether or not fish returning to hatcheries can repay the cost of artificial propagation.

Salmon released into the ocean by private firms are a public resource while in public waters. They contribute to commercial and recreational fisheries the same as wild fish and public hatchery fish because fish from all three sources intermingle freely on ocean fishing grounds.

In such mixed stock fisheries, wild populations are much more vulnerable to overfishing than hatchery populations. This is because egg-to-smolt survival is relatively high in a hatchery and relatively low in a stream, thus producing several times more fish returning to a hatchery than to a natural stream per pair of spawners. Where fishery managers attempt to conserve wild stocks, there are typically resultant surpluses of fish returning to hatcheries. Such surpluses force a public hatchery system to enter the salmon market by selling fish or to dispose of them by some other means, such as transplanting hatchery fish to streams.

Private hatcheries offer an opportunity to utilize hatchery fish in a cost-effective fashion.

They relieve government of the necessity of harvesting and selling fish. They reduce the necessity for taxpayers to subsidize increased public hatchery programs. They free fishery management agencies of the burden of operating more costly salmon hatcheries. And, they allow fishery management agencies to concentrate their efforts on managing stocks and fisheries rather than on raising more fish.

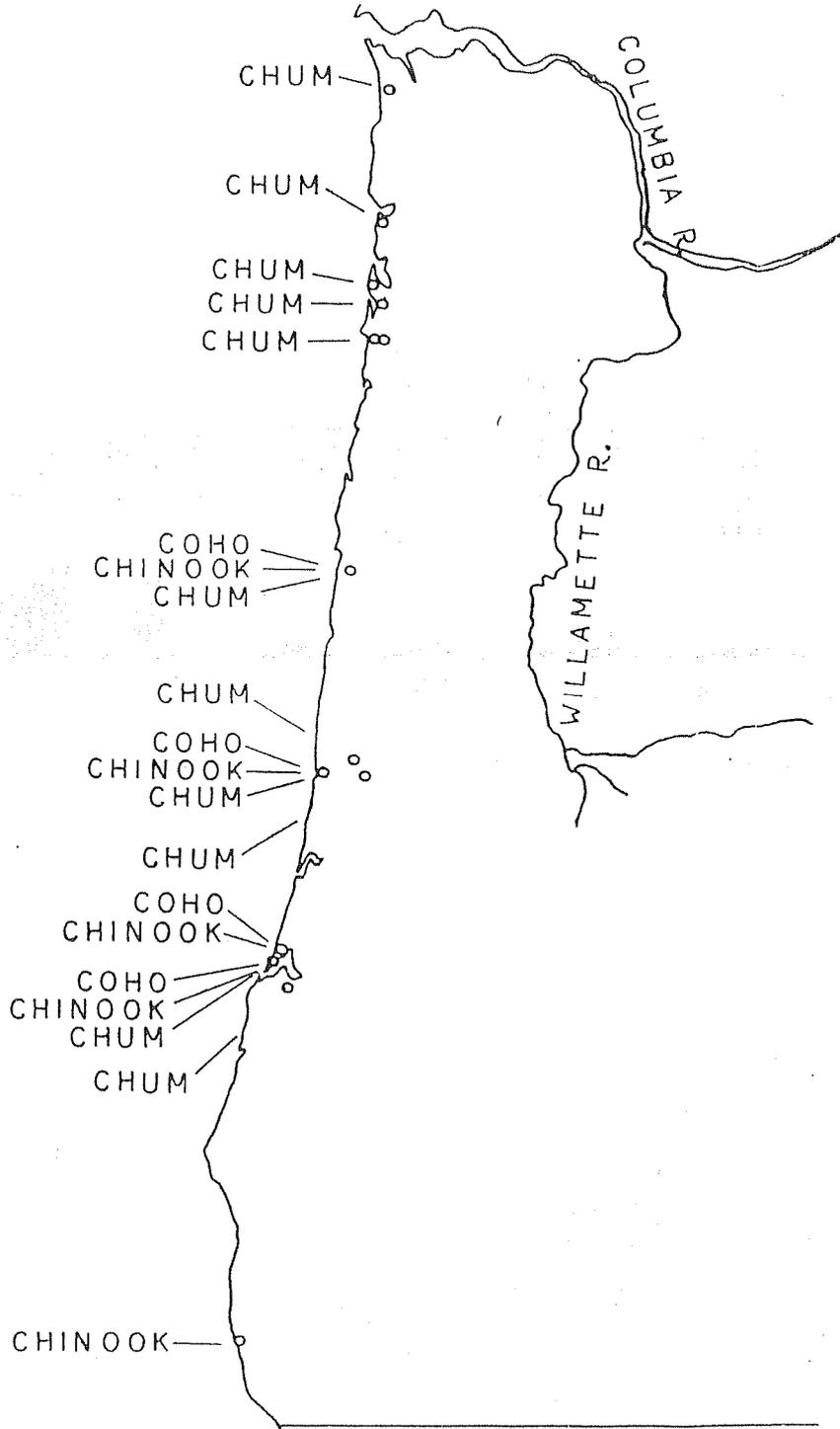


Fig. 1. Locations of authorized private salmon hatcheries in Oregon.

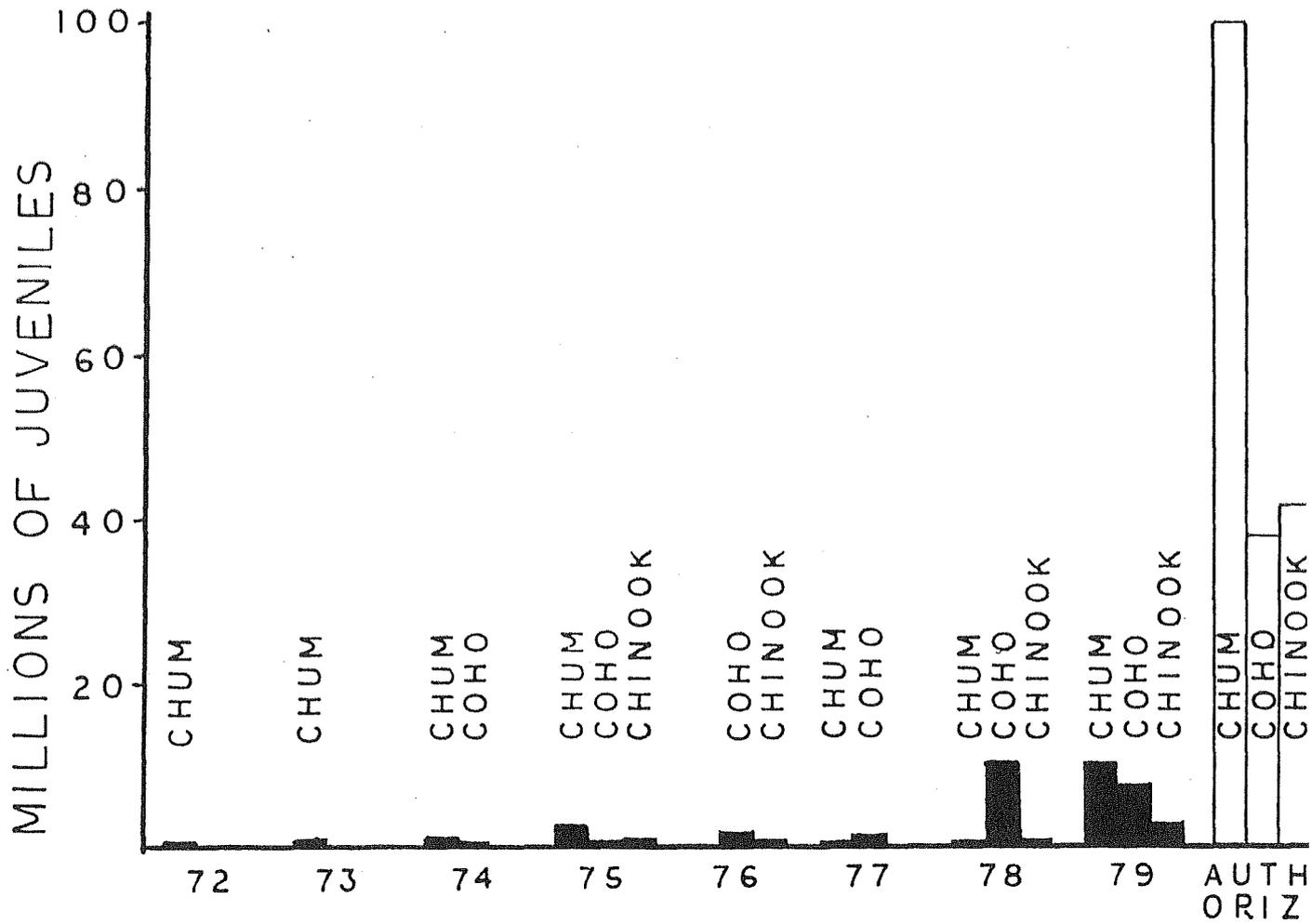


Fig. 2. Releases of chum, coho, and chinook smolts by private salmon ranching firms and authorized releases (1979 values are estimated).

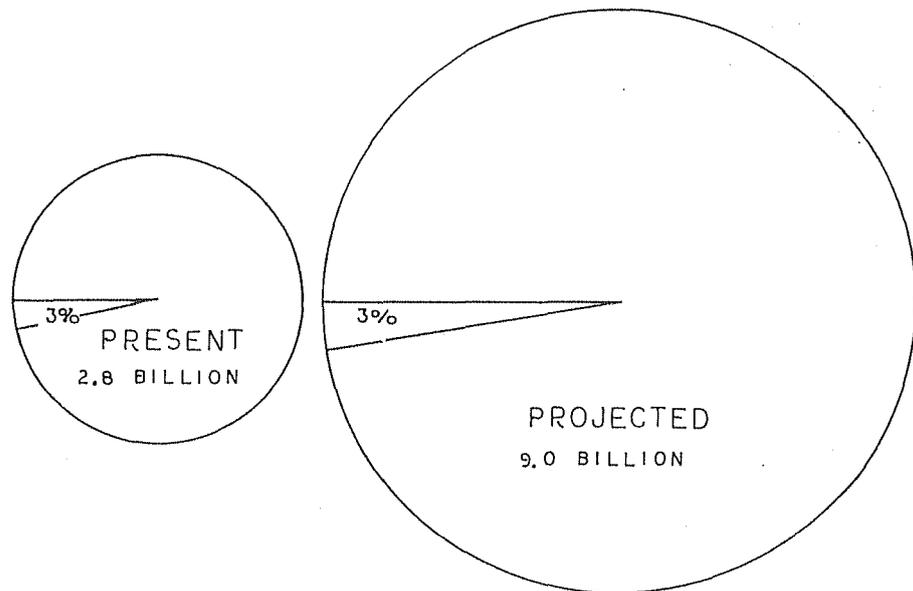


Fig. 3. Present and projected Oregon contribution to release of hatchery smolts into the North Pacific Ocean.

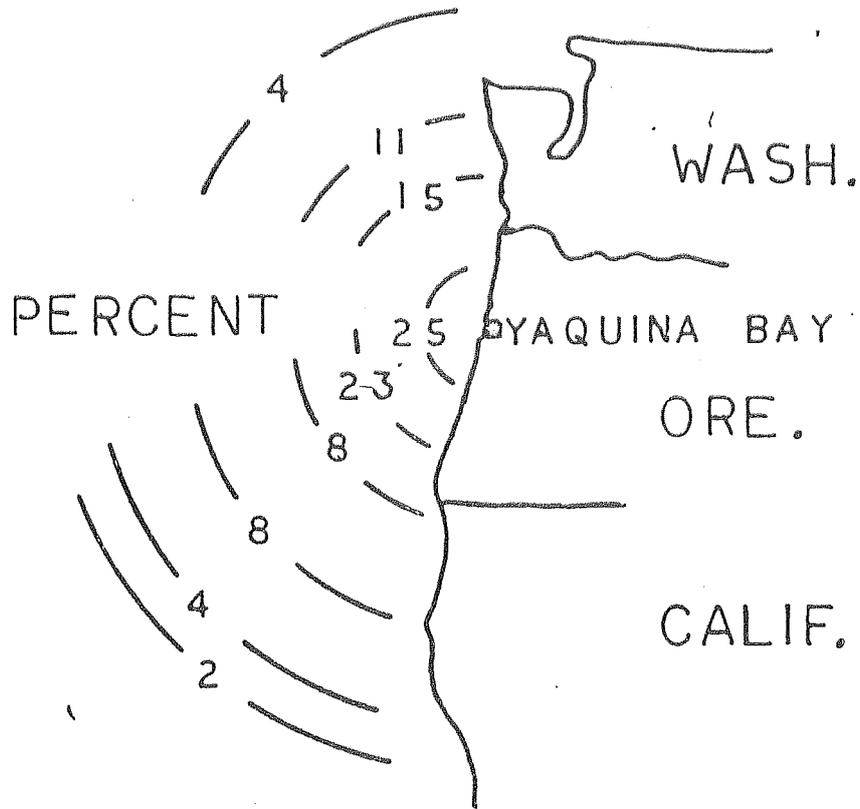


Fig. 4. Relative percentages of tagged coho salmon released into yaquina bay, Oregon, and recaptured by commercial and sport fishermen.

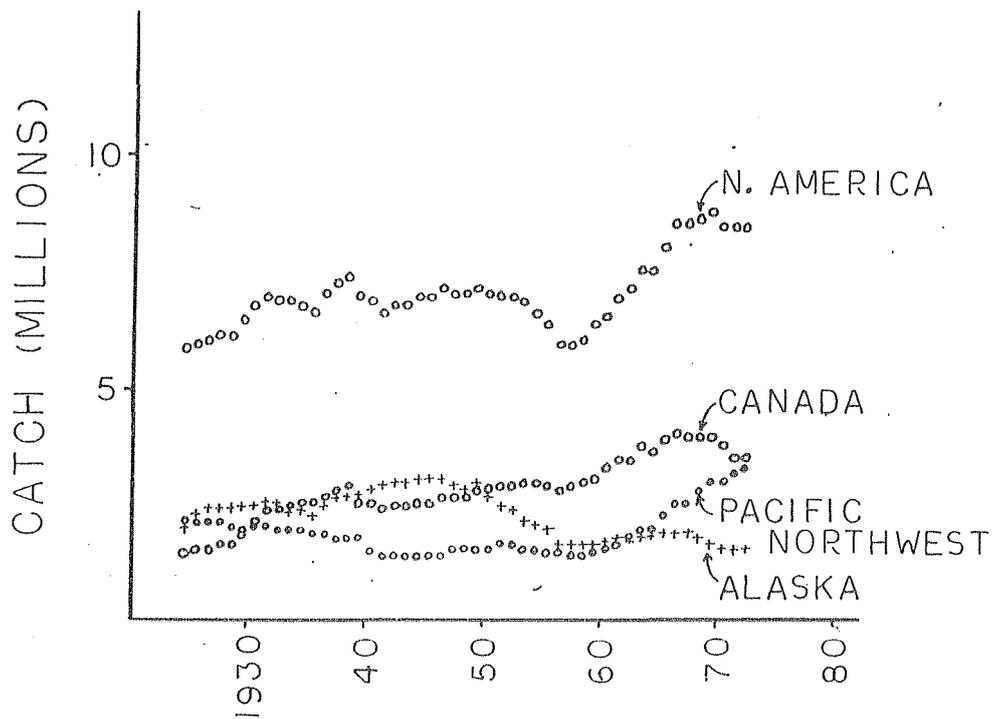
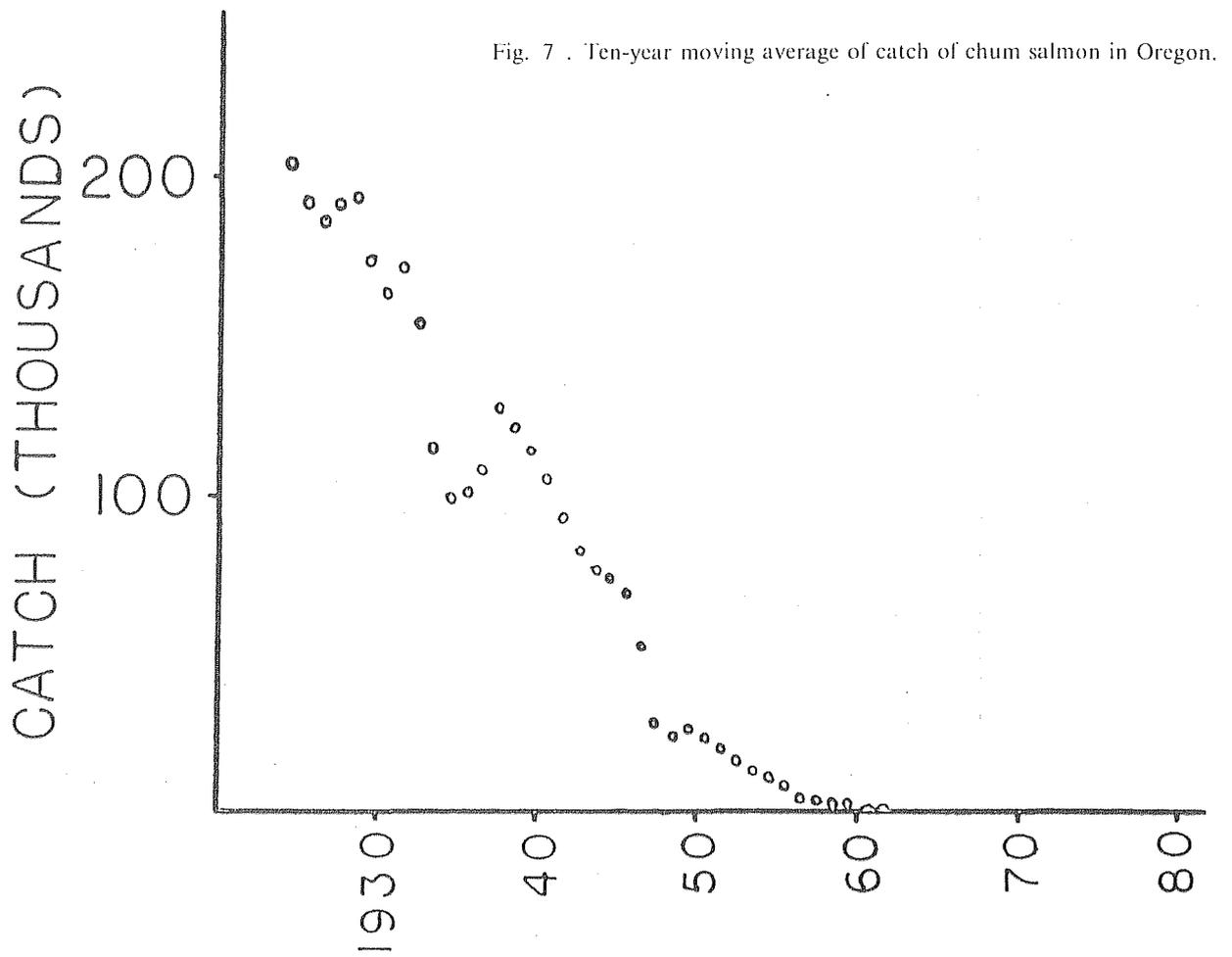
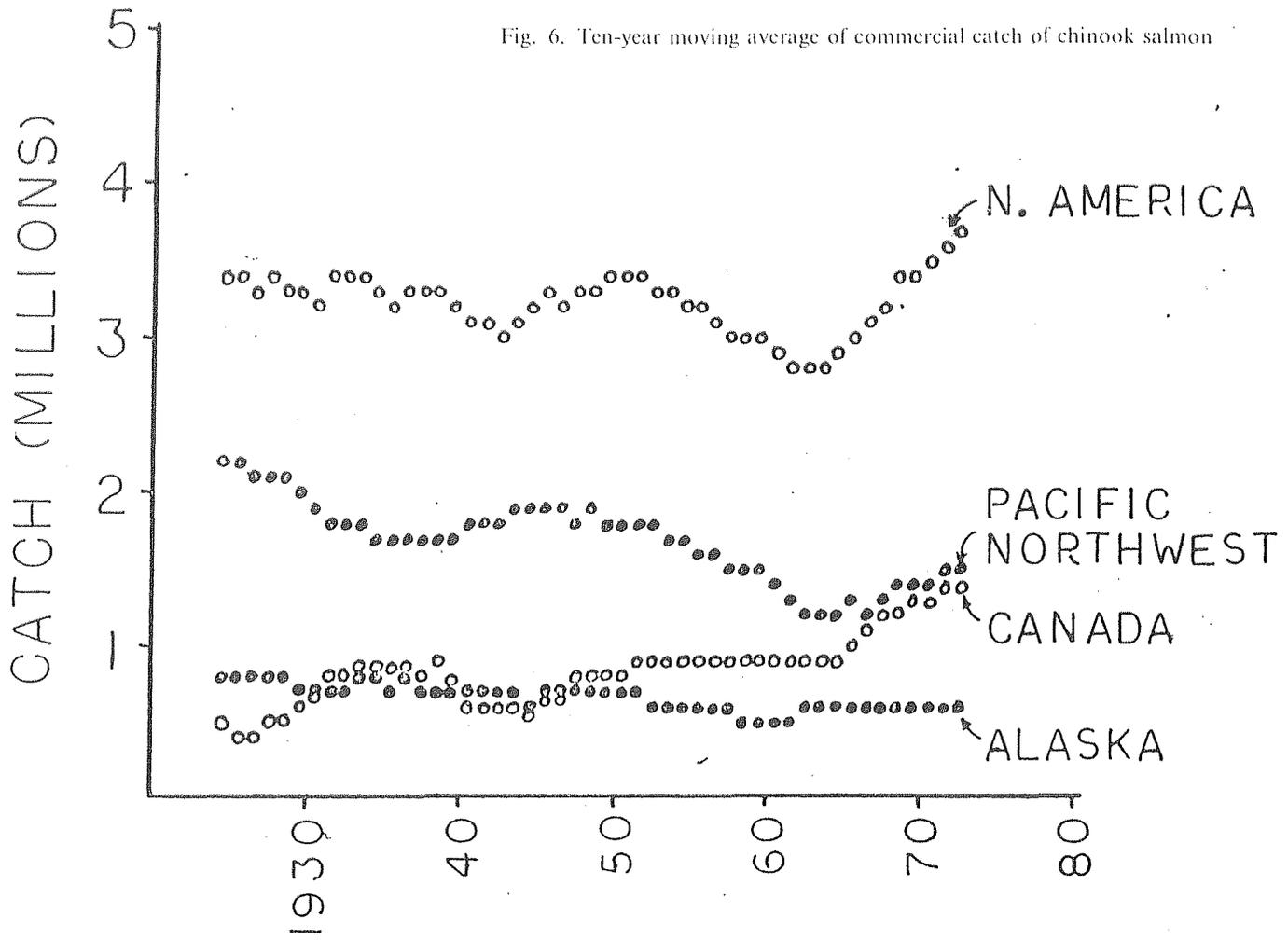


Fig. 5. Ten-year moving average of commercial catch of coho salmon.



## DISCUSSION GÉNÉRALE SALMONIDÉS

La discussion porte tout d'abord sur l'aspect historique de la production de saumon en Bretagne et sur le rôle de la dégradation du milieu (rivières) dans la diminution des stocks. L'accent est mis sur le manque de connaissances sur les potentialités de production du milieu naturel et sur les mécanismes qui les régissent. Les études sur ce sujet n'ont commencé en France qu'en 1950.

Pour certains scientifiques, il vaut mieux tirer parti de la production naturelle d'une rivière, mais il est nécessaire d'en connaître l'état présent. Pour d'autres, la diminution rapide des captures depuis 1966 doit conduire à entreprendre rapidement des actions de repeuplement énergiques en ayant recours aux espèces les plus adaptées. Cependant, il existe suffisamment de rivières en Bretagne pour laisser diverses écoles s'intéresser à ces questions avec des pensées différentes. A partir du cas du repeuplement des grands lacs américains on signale que, même dans le cas où le milieu naturel (rivières) est dégradé (barrages, pollutions), ou inadapté (rivière du WISCONSIN), l'établissement d'une migration artificielle à partir de smolts d'écloserie est possible et on peut maintenant parler d'une population exploitée des grands lacs qui démontre l'intérêt du repeuplement.

L'unanimité s'est faite autour du concept d'approvisionnement en juvéniles à partir de smolts d'écloserie dont on peut attendre de meilleurs résultats encore, car de nombreux progrès techniques sont envisageables :

— la *prophylaxie* dès les stades juvéniles. Les firmes américaines pratiquant le sea-ranching privé ont vacciné contre la vibriose près de 20 millions de smolts en 1979.

— la *nutrition des juvéniles*, encore mal connue.

— l'*amélioration des taux de retour* qui comportent un facteur génétique, celui des populations transplantées est inférieur à celui des populations indigènes, et un facteur environnement. Il ne faut pas oublier que 80 à 90 % des animaux relâchés disparaissent en mer, principalement dans la zone côtière.

Les aspects économiques ont été abordés en tenant compte du prix du smolt (0,50 F par coho aux Etats-Unis), mais surtout des taux de retour et du mode d'exploitation.

Il est indéniable maintenant que l'effet des repeuplements a permis de reconstituer les populations et de développer les pêches. Cependant, il n'est pas encore évident que la pratique du sea-ranching privé permette de dégager un bilan économique positif. Par contre, sur un plan plus global, prenant en compte les pêches sportives et commerciales en mer qui peuvent être beaucoup plus importantes que les retours à l'établissement de lacher, il semble que le bilan soit largement positif. C'est le problème irlandais, où le sea-ranching privé semble voué à l'échec tant que les pêches maritimes aux filets dérivants ne seront pas contrôlées et limitées.

Ces considérations aboutissent aux problèmes de choix de filière de production mais aussi aux choix d'espèce et au choix du ou des bénéficiaires du repeuplement : pêcheur amateur, marin-pêcheur, firme privée, ...).

L'introduction d'espèces non indigènes, présentant des caractéristiques intéressantes, semble poser moins de problèmes lorsqu'il n'y a pas de compétition entre l'espèce locale et l'espèce introduite. C'est le cas aux îles Kerguelen pour le saumon atlantique et la truite de mer, espèce encore méconnue.

Les représentants des pêcheurs à la ligne et une partie des scientifiques ont insisté sur la priorité qui doit être attribuée à la relance de l'espèce locale dans le cas où le risque existe. D'autant plus que la Bretagne présente un potentiel important grâce aux nombreux petits ruisseaux encore improductifs. Cependant, une expérience très localisée d'acclimatation (coho) a été évoquée avec intérêt à condition de s'entourer de toutes les précautions.

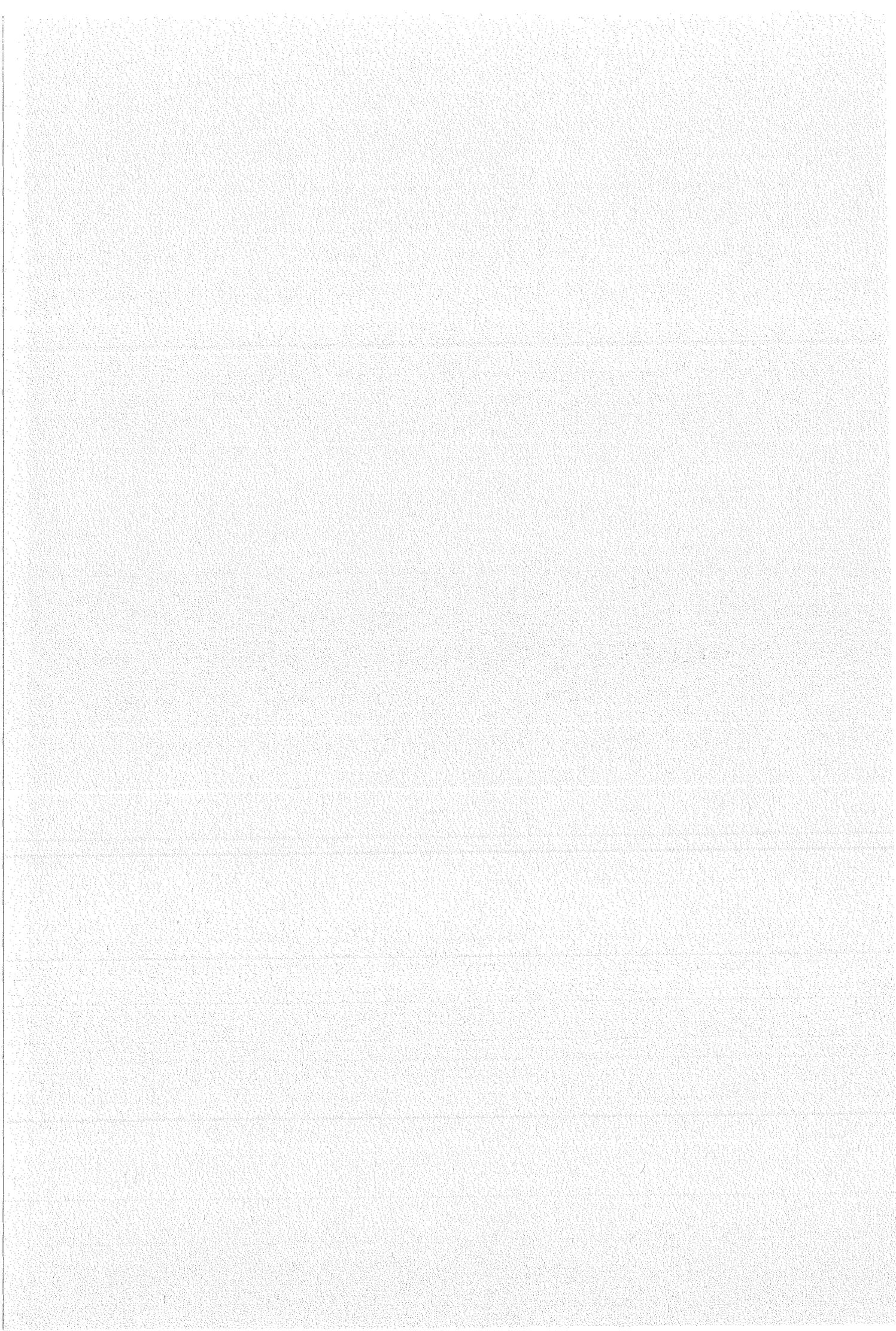
L'intérêt méconnu de la truite de mer en tant qu'espèce exploitable est souligné.

Les discussions se sont terminées sur les interactions possibles entre les différents facteurs évoqués qui imposent des stratégies d'intervention globales incluant gestion des ressources naturelles et aménagements.

**SESSION IV**

**RÉFLEXIONS SYNTHÈSE**

*Président :*  
**P. LUBET**  
(Université de Caen)



## SÉMINAIRE

Mesures d'interventions en milieu naturel :  
estimation des taux de survie par la dynamique de population,  
les marquages artificiels ou génétiques.

animé par A. LAUREC (CNEXO)

Ce séminaire débute par une intervention de l'animateur qui présente les différents problèmes que pose l'estimation des taux de survie.

L'efficacité d'une action de repeuplement ne peut ainsi être mesurée objectivement que si l'on sait évaluer le taux de survie des animaux qu'on lâche dans le milieu naturel. La difficulté de cette évaluation est très variable suivant les espèces. Schématiquement, on distingue 3 groupes :

— les espèces pour lesquelles on peut compter directement les animaux ayant survécu, soit parce qu'on peut les confiner (saumons piégés dans des trappes), soit parce que l'animal reste à l'endroit où on l'a "semé" (coquilles Saint-Jacques comptées sur le fond en plongée). Ces espèces pour lesquelles un dénombrement exhaustif est possible sont celles dont l'aquaculture extensive est proche de devenir une réalité.

— les espèces pour lesquelles on peut évaluer indirectement le taux de survie, en marquant les individus : la différence entre le nombre d'animaux marqués au moment du lâcher et le nombre d'animaux marqués dans des recaptures successives permet d'estimer la mortalité. Cette méthode est employée pour les animaux qui se dissimulent (ormeaux) ou se déplacent trop (thon), et est rendue plus performante par la possibilité d'utiliser des marques suffisamment petites pour être implantées sur de très jeunes animaux.

— les espèces pour lesquelles le marquage est impossible ou délicat, par exemple le homard. La mise en évidence d'une injection massive de juvéniles suppose alors un suivi très rigoureux de la dynamique du stock naturel.

Les problèmes particuliers à chacun de ces trois groupes sont illustrés par des exemples :

### — Stock évaluable directement : la coquille Saint-Jacques

Pour la coquille, il est possible de suivre directement un semis sur le fond comme cela a été réalisé en rade de Brest.

Mais la précision du dénombrement des animaux ne peut être parfaite :

— les jeunes animaux sont répartis par taches. Cette hétérogénéité dans la distribution des individus rend l'échantillonnage très imprécis : le taux de survie est compris entre 40 et 70 % pour les petites tailles.

— l'échantillonnage sur les populations d'adultes est influencé par l'efficacité du plongeur ou de l'engin de prélèvement, en sorte que la précision de l'estimation ne dépasse pas 20 % pour le moment et que l'ajustement à une loi mathématique connue n'est pas encore réalisé.

### — Stock marquable : l'ormeau

L'ormeau se cache dans des failles, ce qui rend impossible le comptage direct. La mise en place de marques dans les trous de la coquilles permet de suivre l'évolution d'une population implantée artificiellement.

Mais la grosse difficulté qui reste à résoudre dans le cas du marquage semble être l'effet du marquage lui-même sur la survie des animaux. Pour l'ormeau, on sait que l'animal part de son trou quand il est dérangé et devient plus sensible à la prédation. Le marquage, par la perturbation qu'il crée, est susceptible de provoquer une mortalité supplémentaire.

Cette technique semble plus délicate à utiliser pour les jeunes salmonidés : d'une part, l'animal est fortement traumatisé au moment du marquage, mais de plus, la recapture par pêche électrique dans le cas d'un ruisseau peut entraîner la fuite des animaux hors de la zone de pêche.

Pour le homard enfin, les tentatives de marquages "génétiques" : production de "mutants" de couleurs différentes ou d'hybrides, ne semblent pas encore très encourageantes, toujours parce qu'on ignore si les animaux marqués ne sont pas plus vulnérables à la prédation que les non-marqués.

Il apparaît en conclusion que les opérations de marquage doivent être entreprises suivant un protocole très rigoureux et après des expériences préliminaires sur l'influence de la manipulation, sans quoi elles resteront ininterprétables.

— **Stock où seule une augmentation sensible d'abondance permet de mesurer l'efficacité de l'intervention : le homard.**

Dans le cas du homard, où on ne peut ni compter les animaux sur le fond, ni marquer les juvéniles de façon sûre, la seule solution proposée est de suivre l'évolution du stock à partir de l'exploitation des fiches de pêche. L'augmentation ne sera plus remise en doute, seulement lorsqu'elle sera supérieure aux fluctuations naturelles du stock. L'étude précise des stocks actuels est présentée comme une nécessité.

La maîtrise des techniques d'études de la dynamique des populations naturelles apparaît comme le préliminaire indispensable à tout programme de repeuplement ou à toute opération d'aquaculture extensive.

## SEMINAIRE

La perception de l'aquaculture extensive et du repeuplement par les acteurs :  
professionnels - aménageurs - juristes - biologistes

animé par P. HERRY. (CEASM)\*

Le débat est engagé entre les futurs intervenants dans les opérations d'aquaculture extensive et de repeuplement : professionnels, aménageurs du littoral, juristes, promoteurs et scientifiques. Les aspects importants à prendre en compte sont les suivants :

— le *scepticisme des professionnels du littoral* vis-à-vis des réelles possibilités de développement de ces opérations, qui sont susceptibles d'aider au maintien de leurs emplois et de leurs revenus.

— la difficulté pour les aménageurs de concilier *les propositions concurrentes* pour occuper l'espace littoral et de réserver une place aux opérations d'aquaculture extensive.

— la nécessité absolue pour les formateurs et les biologistes d'investir beaucoup plus que cela ne se fait actuellement dans *l'information des populations littorales* sur les réelles perspectives qui se dégageront au fur et à mesure de l'avancement des recherches. Cette transmission de l'information est le préliminaire indispensable à la mise en place d'opérations de grande envergure comme le seront les opérations d'aquaculture extensive et de repeuplement.

### 1 — Le point de vue d'un professionnel - R.P. CHEVER (CLPM Guilvinec)

Pour les professionnels, l'aquaculture deviendra une réalité pour ceux qui auront de l'argent, qui bénéficieront du transfert des connaissances acquises par les scientifiques, qui auront reçu une formation.

Pour le premier point, les professionnels sauront investir dès que des opérations rentables se dégageront. Pour le second, la mise en place de structures décentralisées devrait répondre à la demande pour peu qu'il y ait une bonne articulation terrain-scientifiques. Le troisième point est le plus important : la **formation** sera la clef de l'aquaculture et les marins-pêcheurs ressentent l'urgence de la mise en place d'un outil valable de formation, avant que l'aquaculture ne soit prise en main par d'autres que les professionnels de la mer. Ils proposent :

— un enseignement dans les écoles d'Apprentissage Maritime en liaison étroite avec les Comités Locaux pour ouvrir la formation traditionnelle aux activités nouvelles, dont l'aquaculture.

— un système de formation continue des marins-pêcheurs, avec des sessions de travail sur le terrain, à la demande, et de préférence en hiver.

Au Guilvinec, ces deux propositions sont en voie de réalisation :

— la seconde année de formation mise en place cette année à l'EAM offrira à la fois un programme d'acquisition de connaissances de base sur la biologie des pêches, et des travaux pratiqués où les élèves seront associés étroitement aux opérations d'aquaculture entreprises sur le quartier.

---

\* CEASM : Centre d'Etude et d'Action Sociale Maritime - 14, rue Saint Benoît 75006 PARIS.

— la formation continue des marins-pêcheurs par le Comité Local, lequel se propose de répondre aux demandes de visites, d'intervention sur des questions que se posent les pêcheurs, et de leur offrir l'occasion de participer à des opérations à petite échelle.

Les organismes traditionnellement liés à la pêche (AGEAM, Marine Marchande) ne semblent pas s'intéresser à l'enseignement de l'aquaculture, et les professionnels de la mer refusent de voir ainsi l'aquaculture leur échapper. Ils insistent sur l'urgence de la mise au point d'une formation qui leur soit destinée, formation qui nécessite une active collaboration avec les organismes scientifiques.

## 2 — Le point de vue d'un juriste - J.P. BEURRIER, (Université de Bretagne Occidentale)

Cette intervention précise les problèmes d'ordre juridique que pose le développement de l'aquaculture extensive. Ce problème se résume à deux questions :

### Où vont pouvoir s'exercer ces nouvelles activités ?

Les eaux territoriales françaises, dans lesquelles vont s'exercer ces nouvelles activités, font partie du domaine public, c'est-à-dire qu'elles appartiennent à tous les citoyens français. La création de concessions va signifier la privatisation de ce domaine public sur des surfaces sans commune mesure avec ce qui a été pratiqué jusqu'ici pour les petites entreprises familiales de conchyliculture. Ce changement d'échelle va poser des problèmes juridiques internes à l'administration française, mais va également soulever la question beaucoup plus grave de la concurrence avec les autres occupants putatifs du domaine public maritime.

### Qui va prélever les ressources introduites dans le milieu marin ?

Il est logique de prévoir que les personnes ou groupes de personnes ayant financé le repeuplement d'une zone voudront en conserver le bénéfice. Or, jusqu'ici la pêche a été une activité libre sur toutes les eaux nationales, et il paraît difficile de réserver certaines zones exclusivement à ceux qui en ont financé le repeuplement. La solution pourrait être la prise en charge par des groupes de pêcheurs eux-mêmes, Comités Locaux ou coopératives de production de zones propres qu'ils auraient à charge de repeupler et d'exploiter rationnellement.

Mais la solution ne peut être trouvée uniquement à l'échelon national, alors que toutes les décisions en matière de pêche sont prises à Bruxelles à la Communauté. La soumission aux décisions européennes, et en particulier aux règlements de 1976 sur la liberté d'établissement, aurait pour conséquence la possibilité par tous les pêcheurs européens de venir exploiter les zones mise en valeur par leur collègues français, ce qui pose un grave problème. En résumé, un certain nombre de questions devront être résolues :

- la taille des concessions domaniales,
- la possibilité de privatiser le domaine public maritime,
- la réservation au pavillon français de l'exploitation des ressources.

## 3 — Le point de vue d'un aménageur - A. BERQUIN (Mission d'Aménagement de Basse-Normandie)

L'action des "Aménageurs" est orientée selon trois axes essentiels :

*1er axe — aménager le littoral* : L'aménagement du littoral passe par l'identification et la résolution des conflits entre les intérêts différents de ceux qui voudraient utiliser l'espace littoral. L'aménageur a d'une part à trouver des compromis à court terme pour empêcher une occupation anarchique du littoral, et d'autre part à provoquer une prise de conscience au niveau régional afin de coordonner et d'harmoniser le développement à long terme, en particulier celui du tourisme. L'élaboration de plans d'occupations des sols, de tout document d'urbanisme, permet de mieux diriger ce développement.

*2ème axe — préserver et mettre en valeur les ressources* : La protection et la mise en valeur des ressources naturelles ne passe pas obligatoirement par la mise en réserve d'espaces où pourraient

se développer des activités économiques, mais peut permettre au contraire, en assainissant et en réorganisant des terres, d'étendre les zones exploitables et d'augmenter le potentiel naturel de la région.

*3ème axe — maintenir les populations locales sur le littoral* : Le maintien des populations locales est un souci majeur de l'aménageur qui le conduit à envisager les solutions de développement les plus propices à la création d'emplois. L'aquaculture extensive semble offrir dans ce domaine d'intéressantes perspectives. La prise en charge par les professionnels de la mer de la mise en valeur du littoral se fera de façon progressive. Elle nécessite une collaboration étroite et une discussion permanente sur les projets de gestion et de développement des ressources.

En conclusion, l'aménageur n'est pas partisan d'une planification impérative et brutale, mais plutôt de propositions à long terme, qui tiennent compte des potentialités des sites locaux et des disponibilités des populations littorales, et qui concilient le développement économique de la région et la préservation du milieu naturel.

#### 4 — Le point de vue d'un biologiste - J.C. DAO (CNEXO)

Avant de préciser la position d'un scientifique sur les moyens à mettre en œuvre pour développer les opérations d'aquaculture extensive et de repeuplement, il apparaît nécessaire de définir les deux concepts :

— le repeuplement a pour but de reconstituer une population. Pour cela, il nécessite un effort préalable pour l'obtention de juvéniles puis la gestion rigoureuse du stock qui doit se maintenir. L'investissement se retrouve dans les pêches ultérieures.

— l'aquaculture extensive augmente ou crée une population naturelle, et on attend une plus-value de chaque lacher de juvéniles, lorsque ceux-ci atteignent les tailles marchandes. A la limite, cette opération peut aboutir à un repeuplement.

L'action scientifique va donc se développer à deux niveaux. En premier lieu, sur la connaissance approfondie de la dynamique de la population naturelle et les techniques de gestion des stocks. En second lieu, sur la définition des conditions optimales de lacher des juvéniles, qui suppose la connaissance de la biologie de l'espèce, le comportement des animaux dans le milieu, la capacité d'accueil de ce milieu. Du fait du peu de connaissances actuelles, il s'agit là de programme de grande envergure autant en financement qu'en personnes, d'autant plus que la nécessaire dimension des seules opérations de lacher est considérable puisque les juvéniles réintroduits doivent avoir une action sur la population et sa dynamique.

On mesure donc, à l'échelle du milieu, l'omniprésence qu'il faut développer et qui ne peut être obtenue que par une collaboration entre les pêcheurs et les scientifiques. Celle-ci ne peut d'ailleurs se développer qu'avec l'acquisition d'un langage commun qui permette le transfert de l'information, langage qu'il incombe au scientifique de trouver. Cependant, il devient rapidement impossible de concilier, sauf circonstances particulières, les besoins d'information, les travaux de terrain et ceux de laboratoire dont l'intérêt n'est pas forcément immédiat. Dès que l'opération prend de l'ampleur, la nécessité d'une structure-relais se fait jour, avec des objectifs propres, tels que le développement à court terme, l'animation locale et la formation. Cette condition est malheureusement rarement remplie et nombre de tentatives ont avorté, sans trace, faute de structure de terrain.

Le débat qui suit ces interventions reprend différentes questions abordées rapidement au cours des discussions.

— La première est *la collaboration entre scientifiques et professionnels et l'adaptation des structures administratives et scientifiques* qu'elles suppose.

— Est abordé ensuite le problème du *recrutement des jeunes chercheurs en biologie* et l'inquiétude des chercheurs devant le manque de renouvellement du potentiel humain de la recherche.

— La question de *la finalité des recherches entreprises* actuellement introduit les problèmes de la compétition des utilisateurs du littoral. La solution juridique semble être la prise en charge des opérations par des professionnels regroupés en coopératives.

— Pour ce qui est *du statut juridico-administratif du sea-ranching*, qui est encore en France du domaine de la fiction, la tendance semblerait être la prise en charge et la coordination des opérations par une structure émanant d'un établissement public régional. Cette structure devrait élaborer un schéma de partage des ressources du littoral et favoriser l'organisation des producteurs en groupements qui réaliseraient des opérations à l'échelle régionale et s'associeraient à leurs homologues à l'étranger pour gérer des opérations à grande échelle.

## ALLOCUTION DE CLOTURE

Monsieur Christian BROSSIER

*Directeur des Pêches Maritimes*

Mesdames, Messieurs,

Je souhaite commencer mon propos en félicitant les promoteurs de ce colloque. La réussite de cette manifestation démontre à l'évidence qu'il est possible de dépasser les cloisonnements et les manifestations d'esprit de chapelle pour aborder, avec le maximum de rationalité intellectuelle, les problèmes posés par le développement de l'aquaculture. Cette démarche, qui doit s'appliquer dès la formulation de ces problèmes, ne peut que recevoir l'accord de la Direction des Pêches Maritimes qui a pu craindre parfois que l'on succombe, ici ou là, aux charmes du discours passionnel.

Il est d'ailleurs évident, à mes yeux, qu'en invitant des experts étrangers, les organisateurs du colloque ont voulu enrichir la discussion en dépassant le cadre franco-français, à certains égards confortable de par les habitudes qu'il engendre dans le discours. L'apport de ces experts a notamment pour avantage de nous montrer que de légères différences dans le contexte, en particulier juridique, peuvent induire des formules et des solutions auxquelles nous ne songions pas mais dont nous devons nous inspirer. L'expérience de l'étranger peut ainsi nous conduire à remettre en cause le caractère absolu et fondamental que nous conférons trop volontiers à des positions ou des principes qui ne sont que l'héritage de l'histoire ou d'une certaine tradition.

Ce colloque avait pour thème : "**Aquaculture extensive et repeuplement**", mais il est certain qu'au cours des interventions, discussions et échanges de vues, les uns et les autres ont été conduits à sortir quelque peu de ce cadre strict et à évoquer tel ou tel problème de l'aquaculture en général.

Un tel "glissement" est bénéfique dans la mesure où il nous évite de nous laisser enfermer dans des catégories normatives, mais stérilisantes car par trop artificielles. De même qu'en ostréiculture il serait ridicule d'opposer l'exploitation sur des claires enrichies par l'homme et situées sur le domaine privé et celle des parcs en eau profonde, de même ne faut-il pas succomber à l'antagonisme sémantique entre telle technique d'aquaculture nouvelle, dite intensive, et telle technique d'aquaculture nouvelle, dite extensive. Un des acquis de ce colloque sera certainement d'avoir mis en évidence qu'il y a en réalité une certaine continuité dans tout ce qui touche à l'exploitation des eaux littorales et, en allant même au-delà, dans toutes les actions de l'homme en liaison avec l'espace maritime.

S'agissant de ces actions, nous avons aujourd'hui l'impression qu'un grand nombre de possibilités s'ouvrent devant nous sans que nous puissions toujours maîtriser leur concrétisation, compte tenu des contraintes que nous imposent les contextes sociologique, économique, juridique ou technique.

Je crois qu'une des tâches premières qu'il faut entreprendre est d'essayer de systématiquement quantifier l'action de l'homme par rapport à l'action des phénomènes naturels : ce que l'on veut faire représente quoi par rapport à ce que la nature peut faire ? Ce que l'on peut faire représente quel effort par rapport à l'effort qu'il faudrait s'imposer pour laisser les phénomènes naturels jouer au mieux ?

Je voudrais à cet égard citer un exemple qui m'a beaucoup frappé : au cours d'une campagne expérimentale de l'I.S.T.P.M. dans la baie du Mont Saint-Michel, il a été constaté que moins de 1 pour 1000 des soles qui étaient capturées habituellement par les pêcheurs avaient dépassé le stade juvénile. Devant un tel exemple, on ne peut s'empêcher de comparer l'ambition de l'homme de vouloir maîtriser *in vitro* tout ou partie du cycle biologique de la sole et une autre action qui consisterait à tirer meilleur parti de l'évolution normale des phénomènes naturels, en s'imposant notamment un minimum de discipline dans l'exploitation de la mer.

L'aquaculture extensive est un concept qui rencontre une certaine faveur. Dans le cadre français, il me paraît difficile de porter dès maintenant un jugement sur son efficacité. Il y a des expériences engagées depuis plusieurs années, des expériences qui le plus souvent résultent de la rencontre entre une volonté émanant de pêcheurs et un savoir-faire émanant de scientifiques. Ce qui me paraît un des acquis immédiats de cette rencontre, c'est l'aspect didactique de l'action entreprise.

Aspect didactique, dans la mesure où l'action qui est menée montre, par son simple déroulement, qu'il y a un minimum de règles à s'imposer pour l'exploitation de la mer. Cela peut paraître trivial, mais le simple fait que des professionnels traditionnels de la mer s'imposent la discipline quotidienne de remplir des fiches de pêche, la discipline quotidienne de mesurer l'action entreprise et les résultats obtenus, l'effort de pêche déployé, les captures, et non seulement les captures exprimées globalement mais analysées, le simple fait que cette action quotidienne s'inscrive dans un projet pluriannuel, et que l'on sache qu'un certain avantage peut être escompté au bout de trois ans, quatre ans, cinq ans et sera d'autant plus assuré que l'on se sera imposé une discipline quotidienne de suivi, cet élément de rigueur dans la pratique professionnelle me paraît être un élément tout à fait fondamental. Je dois dire qu'il y a encore quelques années, lorsque l'Administration, qui a des contacts fréquents avec les pêcheurs du fait de l'organisation professionnelle des pêches en France, plaidait pour ce genre de pratique (remplir des fiches de pêche, par exemple), elle se heurtait à un scepticisme généralisé car l'intérêt de cette démarche n'était pas compris. De même, des applications tout à fait simples de la gestion rationnelle de la ressource, en termes d'actions sélectives pour la capture d'individus adultes, rencontraient une certaine incompréhension. Evidemment, l'Administration peut décider et prendre des textes réglementaires, mais l'expérience montre que de tels textes, lorsqu'ils ne rencontrent pas un assez large consensus chez les citoyens concernés, sont parfaitement inefficaces. Par conséquent, à partir du moment où des activités qui s'exercent dans la zone littorale peuvent servir de vecteur à un certain nombre d'idées générales sur la gestion rationnelle de la ressource, il y a un élément fondamental et très important pour un progrès, dans les conditions d'exploitation de la ressource biologique de la mer.

Face au développement du concept de l'aquaculture, il est normal que l'on se pose la question de savoir ce que fait l'Etat et ce que veut l'Etat. Il me semble à cet égard que la mission des pouvoirs publics est de créer les conditions de la valorisation optimale de richesses potentielles par les agents économiques, richesses potentielles qui, dans le cas présent, sont l'espace, les hommes et le résultat du travail des hommes, c'est-à-dire l'acquis technique.

En ce qui concerne l'espace, il ne faut pas se cacher qu'il peut poser un problème difficile. Certes, la France bénéficie d'une longueur de côtes importante mais cet espace littoral se trouve être l'objet, depuis au moins une vingtaine d'années, d'une compétition : nous avons connu l'urbanisation, le développement des loisirs, la création de vastes zones industrielles portuaires et il est indubitable qu'il est nécessaire d'introduire la prise en compte de l'intérêt général dans les critères de valorisation du littoral. Il est donc normal que parmi les interventions de cet après-midi, la parole ait été donnée au représentant d'une Mission Régionale qui s'est donnée pour objectif d'intégrer dans sa réflexion les diverses composantes de la valorisation d'un certain littoral. Depuis plusieurs années, sous une forme qui n'est pas encore parfaitement au point (mais il est normal que, lorsque l'on défriche, on cherche sa voie suivant différentes pistes) des démarches sont engagées pour essayer de clarifier les conflits, pour essayer de les circonscrire de manière à ce que l'intérêt général puisse arbitrer. La baie de Saint-Brieuc a été évoquée tout à l'heure et c'est un bon exemple car on y trouve un certain nombre d'activités et de conflits potentiels : l'occupation du littoral par l'habitant et les loisirs, des parcs en eaux profondes pour l'activité de l'ostréiculture, un gisement naturel de coquilles Saint-Jacques sur lequel peut venir se greffer l'action de l'homme, et une pêche traditionnelle. Il y a un peu plus de deux ans, une demande a été adressée à l'Administration par un ostréiculteur qui estimait qu'il maîtrisait assez bien une certaine technique pour réclamer une occupation privative d'une superficie non négligeable dans la baie de Saint-Brieuc, en vue de créer des parcs en eau profonde. Il est certain qu'à l'époque où cette demande a été présentée, elle entraînait brutalement en conflit avec d'autres activités qui s'exercent dans la baie et malgré l'intérêt que pouvait présenter ce projet d'utiliser une partie de l'espace au profit d'une technique correctement maîtrisée, il n'était pas possible d'y donner suite avant d'avoir élaboré un schéma d'aménagement de la baie de Saint-Brieuc. Cette élaboration sera forcément assez longue dans la mesure où la première étape consiste justement à recenser les conflits, à mettre en évidence les appétences des différents agents économi-

ques et à essayer d'introduire de la rationalité dans ce qui le plus souvent s'expriment initialement dans des termes passionnels. Plus généralement, aussi bien au niveau national qu'au niveau d'instances décentralisées, généralement régionales, un travail méticuleux est en cours qui a pour but de mettre en évidence les diverses potentialités du littoral français et de définir une règle du jeu pour l'occupation de l'espace qui s'impose aux agents économiques. Dans notre système économique et juridique, la première tâche de l'Etat est bien d'exprimer l'intérêt collectif en définissant les règles du jeu, laissant ensuite le soin aux agents économiques, à l'intérieur de ce cadre, d'exprimer eux-mêmes leurs qualités et leur volonté de réaliser et de mettre en œuvre telle ou telle activité.

Le deuxième élément, ce sont les **hommes**. De nombreuses interventions ont fait référence aux "professionnels". Le terme est commode, mais je trouve dangereux de vouloir a priori décréter des monopoles et prononcer des exclusives. Il y a quelques années, la D.A.T.A.R. s'était livrée à un exercice de prospective sur ce que pourrait être la carte de la France à l'horizon 2000 et parmi les schémas étudiés, il y en avait un qui s'intitulait "La France littorale" en raison justement de l'intérêt qui s'exprime dans l'ensemble de notre société, et pas uniquement du fait des populations littorales actuelles, en faveur des "choses de la mer". Il est donc nécessaire, dans ces conditions que l'opportunité soit offerte à ceux qui sont tentés par une activité littorale de démontrer leur savoir-faire, leur esprit d'entreprise, leur maîtrise technique. Il est certes compréhensible que telle ou telle famille professionnelle considère qu'elle est la mieux placée pour exercer des activités liées à l'exploitation de la mer. Il faut en tenir compte mais ne pas pour autant verser dans l'exclusive et dans le monopole. Le littoral français offre des potentialités assez variées pour que des formes diversifiées de son exploitation puissent trouver leur place.

Après l'espace et les hommes, les **techniques**. Ce colloque a montré que, selon des chemine-ments variés et au sein de plusieurs organismes, un investissement intellectuel est consenti depuis plusieurs années en faveur de l'aquaculture. Il manque encore à cet investissement la sanction de l'expérience, la sanction de la réalité économique et il est normal, il est indispensable même, que l'action de l'Etat favorise le prolongement de cet investissement intellectuel en termes d'exploitation, en termes de production, favorise la confrontation de ce savoir-faire avec les réalités du marché et les contraintes de la rentabilité. Ce qui est important, c'est effectivement de prendre conscience de cet acquis, de faire en sorte qu'il ne s'étiolle pas, c'est-à-dire de faire sa place dans les arbitrages concernant la recherche scientifique et technique à cet aspect de la valorisation des ressources biologiques de la mer. Il faut d'ailleurs non seulement favoriser les recherches et la formation de base en matière de biologie, mais aussi favoriser la constitution d'équipes pluridisciplinaires qui intègrent la mathématique à la biologie et à l'économie. Là aussi il faut décloisonner. Il n'y a pas de vérité mathématique, il n'y a pas de vérité simplement biologique, il n'y a pas de vérité uniquement exprimée en terme de cash-flow, il y a un cheminement qui intègre des éléments émanant de la biologie, de la mathématique (pour la dynamique des populations) et de l'économie.

S'agissant de l'action de l'Etat, il est important que l'effort de recherche scientifique et technique qui a été engagé soit poursuivi parce que cela doit nous permettre de répondre à une demande qui s'exprime actuellement au niveau mondial. Il est significatif qu'à l'occasion de colloques internationaux, ou de contacts bilatéraux, s'exprime fréquemment une demande, émanant de divers Etats, concernant l'exploitation des richesses maritimes. Cette demande s'exprime le plus souvent sous une forme assez complexe qui intègre aussi bien des aspects juridiques et administratifs - comment gérer la zone des 200 milles -, que des aspects opérationnels - comment exercer la surveillance de la zone des 200 milles - ou encore économiques - comment valoriser les richesses biologiques de la mer et assurer le développement du littoral. Face à cette demande qui s'exprime au plan mondial, nous devons être en mesure de présenter "un produit" qui intégrera, entre autres les éléments relatifs à l'aquaculture, sous des forme d'ailleurs aussi bien - pour reprendre les clichés habituels - intensive qu'extensive.

Les **problèmes juridiques** ont été évoqués au cours de ces journées et il est certain que sur ce plan nous avons des progrès à faire. Actuellement notre législation concernant la pêche et l'exploitation des richesses biologiques de la mer est quelque peu obsolète. Le texte de base pour la réglementation concernant la pêche est un décret-loi de 1852, et s'agissant plus précisément des concessions pour ce qu'il est convenu d'appeler les établissements de pêche, c'est-à-dire en fait des installations sur le domaine public maritime pour une certaine production biologique, ce sont des décrets datant

de 1915 et 1919. Et je pourrais également citer des principes plus généraux qui remontent à Colbert. Je crois profondément que nous devons faire œuvre d'imagination et que ce cadre est dépassé par l'évolution technologique, dépassé par les contraintes que nous rencontrons, ou par les ambitions que nous caressons. L'exercice de la pêche traditionnelle s'effectue maintenant dans un cadre partiellement supranational - c'est le cadre communautaire -, mais s'exerce aussi en fonction d'une approche qui se veut plus rationnelle de l'exploitation des ressources. On est amené non seulement à définir des concepts de gestion, mais encore à vouloir les rendre opérationnels, en les traduisant en termes de quotas, de limitations de captures et de plans de pêche. C'est-à-dire que sur une activité qui s'exerçait traditionnellement dans un cadre plutôt libéral (la mer est "libre"), on veut plaquer cette rationalité de l'action économique qui s'exprime par une programmation de la mise en œuvre de l'effort de pêche. De même, à partir du moment où il y a une intervention de l'homme avec des investissements en vue d'influer sur une certaine capacité de production d'une partie de l'espace, il me paraît nécessaire de chercher à définir le cadre juridique dans lequel, en quelque sorte, l'agent économique peut espérer trouver l'avantage attendu de l'investissement. Certes nous avons des outils, au moins un outil qui existe déjà et qui s'appelle des cantonnements, mais en réalité le concept de cantonnement s'analyse beaucoup plus en terme d'interdit, en termes de protection, alors qu'il faut dépasser cet aspect et essayer de traduire une vision beaucoup plus dynamique de l'activité, probablement sous la forme, au moins pour des espèces sédentaires ou relativement sédentaires, de concession c'est-à-dire d'une partition de l'espace maritime avec une affectation privative. Cet adjectif a souvent une connotation péjorative, mais, en réalité, il me paraît judicieux que l'Etat, gestionnaire de l'espace public, puisse affecter une partie de cet espace à un certain type d'activité à partir du moment où ce type d'activité s'insère normalement dans une politique de valorisation du littoral. Actuellement il est exact que les outils juridiques nécessaires font partiellement défaut, et c'est probablement par une interaction entre le résultat de colloques comme celui qui vient de se dérouler, les réflexions émanant d'aménageurs, les réflexions émanant de professionnels pris au sens large et les réflexions d'administrations, que l'on peut espérer faire progresser le régime juridique concernant l'espace maritime, notamment en vue de faire sa place à des activités qui n'étaient pas imaginables il y a une centaine d'années.

Dans l'immédiat, et pour conclure, je voudrais dire, que, s'agissant de **l'intervention de l'Etat** dans le secteur de l'aquaculture, ce que nous souhaitons c'est que puisse se manifester au niveau régional une certaine programmation des projets et un effort de rigueur dans la définition de la consistance de ceux-ci ainsi que dans l'appréciation de l'intérêt qui en est attendu. La tendance actuelle, peut-être trop facile, consiste à attendre tout de l'action d'une administration qui se situe à Paris. Je dis tout de suite que c'est peut-être conforme à certains comportements de l'administration dans le passé, mais que cela n'est certainement pas, pour ce sujet en tout cas, un gage d'efficacité pour définir les conditions d'émergence des entreprises de production aquacole. Il faut mettre en place, au niveau régional, des structures qui facilitent la mise au point de projets, qui facilitent la manifestation de maîtres d'ouvrage, et qui assurent en quelque sorte le relais entre des initiatives individuelles et la politique définie au niveau national. L'action de l'Etat est bien souvent quelque chose d'assez lourd, quelque chose qui s'exerce avec une certaine viscosité et qui, pour être efficace, a besoin de se définir à plusieurs années d'échéance. Il faut expliciter une programmation en termes de projets, programmation étalée sur deux ans, trois ans peut-être, ce qui permet à cette machinerie assez lourde qu'est l'administration de l'Etat de prendre conscience des besoins, de les jauger, de prendre ses dispositions pour pouvoir les accompagner dans la mesure où l'intervention de l'Etat est estimée souhaitable. Une telle démarche est d'ailleurs un excellent moyen de forcer les agents économiques à se plier à une certaine rigueur. La maîtrise des processus de production par l'aquaculture est quelque chose d'assez délicat car, d'une manière générale, elle suppose la mobilisation de moyens financiers et humains pendant un laps de temps assez long avant de pouvoir espérer en tirer quelque avantage. Par conséquent, il me paraît également nécessaire que les agents économiques privés s'imposent ce minimum de rigueur intellectuelle que j'appelle la programmation.

Il y a enfin un point sur lequel nous avons des progrès à faire, qui est le problème du **transfert des connaissances**. Il y a là un mécanisme à monter qui permette, autrement qu'à l'occasion de colloques, si réussis fussent-ils, d'assurer un va-et-vient de questions et de réponses entre des gens qui ont vocation d'être des agents économiques de production et des gens qui ont comme vocation de faire progresser la connaissance. Il est d'ailleurs curieux que l'on parle de professionnels, de scientifiques,

mais pas d'ingénieurs. Il faut trouver le moyen, en mobilisant probablement des structures collectives qui existent déjà, et dans le secteur des pêches maritimes il existe une structuration de la profession par des comités locaux des pêches et des sections régionales de conchyliculture, il faut donc trouver le moyen d'assurer ces contacts et ces interactions réciproques entre ceux qui ont une certaine connaissance et ceux qui veulent les traduire dans des réalisations sur le terrain. Là encore, j'ai tendance à penser que c'est au niveau de l'initiative régionale qu'il est le plus facile de définir le cadre dans lequel ce transfert de connaissance peut se concrétiser. On constate aujourd'hui au sein des Etablissements Publics Régionaux un intérêt qui se manifeste progressivement en faveur de l'exploitation des richesses de la mer et il me semble que c'est au niveau régional que l'on peut le plus facilement trouver les mécanismes qui correspondent à une certaine structure socio-professionnelle ainsi d'ailleurs qu'à certaines potentialités techniques.

Voilà les quelques réflexions très générales dont je souhaitais pouvoir faire état en conclusion de ce colloque. Sur un plan plus pratique je souhaite, et je m'adresse aux organisateurs, que le maximum de l'information qui a pu être apportée au cours de ces journées soit rapidement rendu utilisable par tout le monde et en particulier par l'administration, sous la forme de la publication des "actes" du colloque. Vous savez qu'il a été créé au niveau national une structure interministérielle qui a pour mission de faire des propositions au gouvernement en matière de développement de l'aquaculture et des productions biologiques du littoral. J'ai tendance à penser que cette réflexion interministérielle au niveau parisien a besoin d'être enrichie de diverses façons et j'ai l'impression qu'un colloque comme celui qui vient de se dérouler peut aider, sinon à donner des résultats immédiatement exploitables, tout du moins à exprimer une problématique, car, malgré le caractère pédant du terme c'est bien actuellement en ces termes que la situation doit être perçue. Il faut en quelque sorte extraire d'expériences multiples des lignes de force de manière à pouvoir définir avec assez de précision quelles sont les actions que les Pouvoirs Publics doivent retenir pour une meilleure valorisation du littoral. Je n'exclus pas d'ailleurs que, dans la mesure où les actes de ce colloque seront assez riches ils aient des prolongements sous forme de structures plus légères de réflexion, ayant pour but de voir comment à la suite de telles expériences ou de telles difficultés rencontrées, il est possible de mettre au point des formules qui permettent une amélioration par rapport à la situation actuelle.

En tout cas, et ce sera mon dernier mot, ces journées de réflexion sur l'aquaculture extensive et le repeuplement étaient nécessaires. Nous avons peut-être mis la charrue avant les bœufs puisque des actions de ce genre ont été engagées courant 1978, après les difficultés rencontrées à la suite du naufrage de l'AMOCO CADIZ. Ceci étant, il faut bien être conscient que ces actions traduisaient une première réponse des hommes devant une situation de crise. Si ce qui a été fait dans de telles circonstances ne répond pas aux conclusions qui pourraient résulter de ce colloque, il y a évidemment tout intérêt à ce que l'on puisse utiliser l'effort de réflexion qui vient d'avoir lieu pour, si nécessaire et si possible, infléchir les actions déjà entreprises.

En tout état de cause, un très large champ d'action s'ouvre à nous et nous nous devons de mobiliser toutes les connaissances actuellement disponibles, comme de confronter objectivement les résultats des expériences significatives. Tel était l'objectif du colloque et je me plais à croire qu'il fut atteint.

Je vous remercie de votre attention.

Ch. BROSSIER

Direction des Pêches Maritimes  
Direction Générale de la Marine Marchande  
MINISTÈRE DES TRANSPORTS.

*Imprimé par*  
**INSTAPRINT - TOURS**  
*Mars 1982*