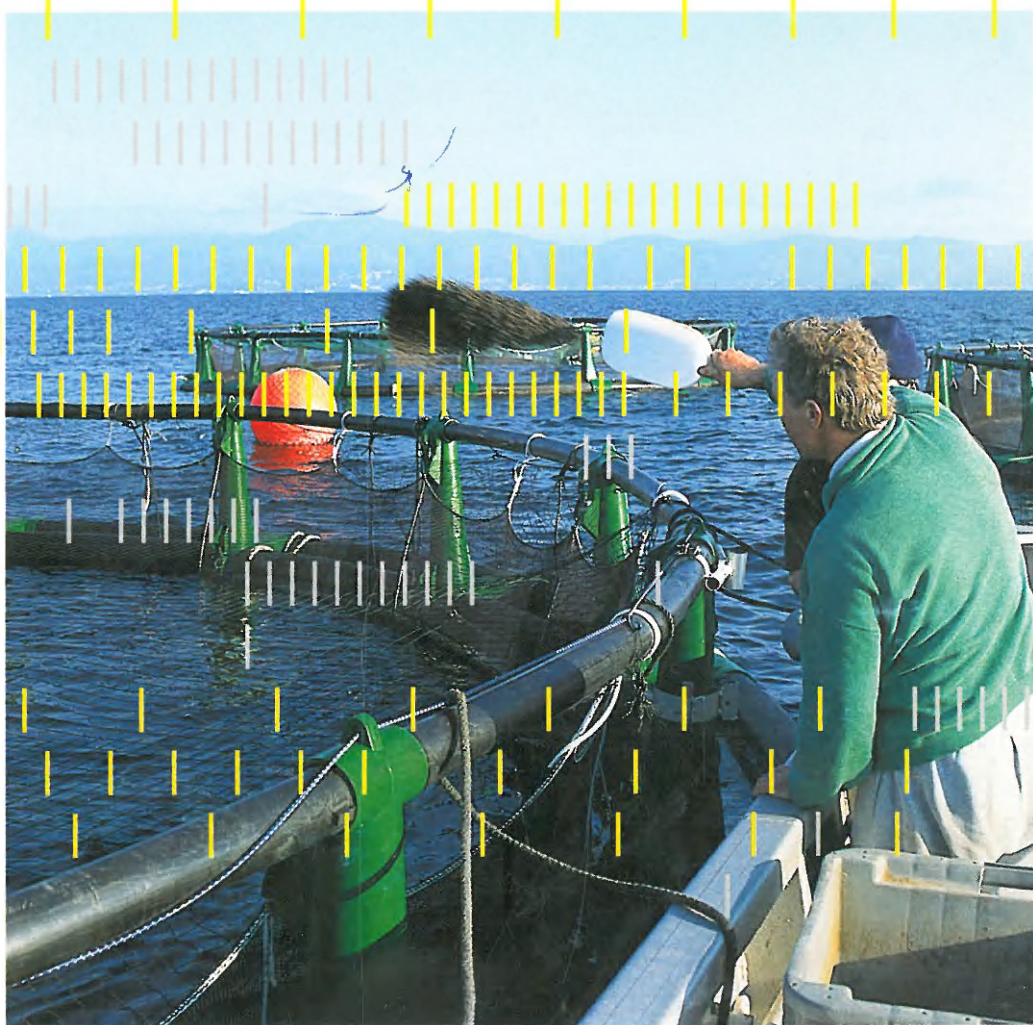


La pisciculture marine en France

Contexte, situation et enjeux

Coordinateurs
Jean-Louis Gaignon
Denis Lacroix

Optimisation
et développement
des productions aquacoles



Synthèse

La pisciculture marine française est une activité récente puisqu'elle n'a réellement débuté en France qu'au début des années quatre-vingt.

Après dix années d'acquisition de connaissances (1979-1989), cette filière a progressé à un rythme soutenu, comme chez nos voisins européens immédiats, pour atteindre une production de 6000 t en 1997, 33 millions d'alevins et un chiffre d'affaires de 350 millions de francs. Elle représente aujourd'hui 7 % en valeur de la totalité de la production aquacole nationale.

Les entreprises existantes ont optimisé leurs potentiels et dégagent des profits. On notera cependant que les plus importantes se sont développées sur des modèles originaux (utilisation d'effluents thermiques, eaux souterraines). L'activité génère un nombre modeste d'emplois directs (environ 500) mais ils sont situés dans des zones où les activités permanentes sont peu nombreuses, notamment sur les îles. Il faut ajouter les emplois indirects créés par les activités amont (aliments, matériel) et aval (transformation et vente), ainsi que les effectifs des bureaux d'études français, très présents sur la scène internationale.

Pourtant, depuis 1995, peu de nouveaux projets apparaissent alors que la production continue à se développer à un rythme soutenu dans toute la Méditerranée. On peut considérer **qu'elle a achevé sa première phase de développement**. Les raisons de ce ralentissement sont connues :

- les conflits pour l'usage de l'espace de la bande littorale ont abouti à une série de législations contraignantes transformant la création d'une entreprise aquacole en une sorte de « parcours du combattant » à l'aboutissement aléatoire ;
- les besoins en investissement de départ et en fonds de roulement sont relativement lourds et difficilement accessibles.

La France dispose néanmoins **d'atouts importants pour aborder une deuxième phase de développement** de la pisciculture en mer :

- la demande du marché reste soutenue pour des espèces que la pêche ne peut pas fournir en quantité suffisante ou régulièrement ; par ailleurs, l'industrie de la transformation est à la recherche de matières premières de qualité ;

- les entreprises françaises affirment ne pas rencontrer de problèmes majeurs de commercialisation ; leurs produits se vendent bien, à des prix qui assurent la rentabilité des entreprises ;

- les conditions d'élevage sur certaines côtes françaises sont aussi favorables qu'ailleurs avec des températures et des sites diversifiés ;

- la maîtrise des systèmes d'élevage à terre et en mer, le haut niveau de technicité et la qualité reconnue des produits issus des écloseries françaises (plus de 50 % vendus à l'exportation) sont des atouts pour poursuivre ce développement ;

- enfin, la filière bénéficie d'une recherche active et diversifiée, de formations professionnelles nombreuses et d'un savoir-faire technologique reconnu.

Les enjeux de cette seconde phase de développement sont majeurs. Il s'agit de conforter un développement durable de l'activité suivant trois objectifs :

- répondre à la demande croissante de produits aquariques diversifiés, de qualité et toujours disponibles ;

- améliorer la compétitivité des entreprises françaises afin de disposer d'une capacité d'innovation et de réaction face à l'évolution rapide des marchés, notamment la segmentation du marché international ;

- mieux intégrer cette activité dans la bande côtière en réduisant les impacts sur l'environnement et en participant activement à la mise en valeur de zones littorales.

Ces enjeux conduisent à orienter la recherche **vers trois axes essentiels** :

1. Optimisation des activités existantes par la poursuite de la domestication des espèces élevées et l'intensification des techniques afin d'accroître la rentabilité et la compétitivité des entreprises.

2. Diversification en matière de produits et d'espèces exploitables afin de répondre à la demande croissante des marchés, des consommateurs et des usages.

3. Intégration de l'activité piscicole dans les écosystèmes littoraux et dans les divers contextes socio-économiques afin de réduire son impact sur l'environnement et d'explorer de nouvelles possibilités de mise en valeur de la mer côtière (pacage marin, repeuplement...). Cette intégration passe d'abord par le contrôle et la limitation des rejets dans les systèmes de production existants, et ensuite par l'exploration et l'expérimentation de nouveaux modes et systèmes d'exploitation (élevage au large, exploitation des lagunes, aquaculture récréative, repeuplement...).

L'Ifremer, placé au cœur du dispositif de recherche depuis l'origine de cette filière, dispose de compétences multiples contribuant à une capacité d'analyse globale intégrant un grand nombre de composantes (biologique, technique, économique, environnementale, qualité des produits). L'institut s'est fixé pour objectif de focaliser ses travaux sur chacun des trois axes de recherche évoqués précédemment. Cette démarche suppose :

- la consolidation de domaines pour lesquels l'institut est seul à disposer de compétences, en particulier en zootechnie piscicole marine et en physiologie environnementale ;
- l'accroissement des synergies et des collaborations avec d'autres organismes français pour optimiser et démultiplier les moyens dans des domaines de compétences et d'intérêts communs :
 - renforcement de la collaboration avec l'Inra dans le domaine de la nutrition et de la génétique,
 - développement d'un partenariat multidisciplinaire interne et avec d'autres instituts français autour d'un outil commun de recherche aquacole méditerranéenne pour étudier de nouveaux modes d'exploitation des écosystèmes marins,
 - participation à des actions conjointes de recherche dans le cadre d'appels d'offre européens ;
- une collaboration étroite avec la profession par le lancement de partenariats d'objectifs avec les secteurs professionnels, les collectivités et les structures représentatives de la profession (SFAMN) afin de mieux répondre aux demandes des entreprises de production ;
- une meilleure valorisation des travaux impliquant une circulation plus active de l'information, premier maillon de collaborations futures (colloques spécialisés, congrès pluridisciplinaires, réseaux européens, bulletins d'information piscicole...). Les transferts de technologie et de connaissances seront liés le plus souvent possible à des projets menés en coopération avec les professionnels de la filière. Enfin, la valorisation des travaux devra également rechercher des applications dans des domaines plus larges : formation intra et extra-européenne, expertise, prospective internationale.

En conclusion, toutes les conditions semblent réunies pour que la pisciculture française aborde une seconde phase de développement avec de bonnes chances de succès. Le rôle d'initiateur et de coordinateur que joue l'Ifremer, dans le domaine de la recherche en pisciculture marine, devrait lui permettre d'aider les entreprises nationales à relever ce nouveau défi en s'associant plus étroitement avec les structures représentatives de la profession, les autres instituts de recherche, les régions et les nombreux partenaires de la coopération internationale. Il s'agit d'une mission originale, spécifique à Ifremer et novatrice dans la mesure où elle conduit à repenser **l'intégration de la pisciculture marine** dans l'ensemble des activités de la bande littorale pour en assurer le développement à long terme.

Sommaire

Synthèse	3	Chapitre IV : Le positionnement de la recherche	
Chapitre I : Le contexte de la production piscicole marine		Optimiser l'existant, diversifier et intégrer l'activité dans la bande côtière, trois axes forts de recherche en réponse aux enjeux	27
L'aquaculture : une activité mondiale en développement	9	La France dispose d'un dispositif de recherche riche et diversifié pour aborder ces axes de recherche	27
Une place prépondérante de la pisciculture	9	lfrermer, au cœur du dispositif de recherche en pisciculture	28
La pisciculture marine : une activité « jeune » et multiforme	9	Chapitre V : Stratégie de recherche pour l'frermer	
Un potentiel sous conditions	11	Privilégier les domaines de compétences de l'institut et élargir les domaines d'application de celles-ci en anticipant la demande	33
Dans la zone euro-méditerranéenne : une activité stimulée par un marché demandeur	12	Optimiser les moyens en développant des partenariats en interne et en externe	33
Chapitre II : La pisciculture marine en France		Favoriser les partenariats d'objectifs avec les professionnels pour mieux répondre à la demande	33
La pisciculture marine française : une activité contrastée et diversifiée	15	Mieux valoriser les travaux	34
Une profession bien structurée	16	Conclusion	35
Les freins au développement : l'accès aux sites, le financement des projets, les distorsions de concurrence	16	Annexes	37
La France dispose d'atouts pour poursuivre le développement de cette filière	17	Références bibliographiques	42
Chapitre III : Les grands enjeux pour demain et les voies du développement			
La tendance mondiale : l'augmentation de la demande en poisson	21		
Deux enjeux pour la pisciculture mondiale : satisfaire la demande et se positionner dans l'espace littoral	21		
En France, deux enjeux majeurs : prendre en compte l'attente du marché et contribuer à l'aménagement de la bande côtière	21		
Les voies du développement face à ces enjeux : extension, intensification et diversification de la pisciculture marine	22		

Chapitre I

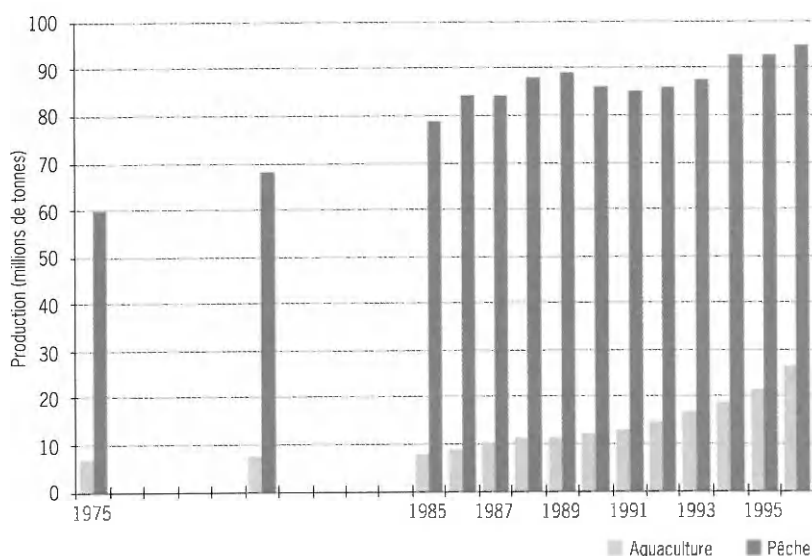
Le contexte de la production piscicole marine

Le contexte de la production piscicole marine

L'aquaculture : une activité mondiale en développement

Face à une stabilisation apparente des captures par pêche, sensible depuis la fin des années quatre-vingt, l'aquaculture mondiale, toutes espèces confondues, poursuit une progression régulière. Avec plus de 26 millions de tonnes en 1996 (hors végétaux marins), elle fournit 22 % de l'ensemble des apports des milieux aquatiques et 26 % de la part servant à la consommation humaine directe (fig. 1).

Figure 1
Évolution comparée des productions mondiales de la pêche et de l'aquaculture de 1975 à 1996.
Source : FAO, 1998.



Une place prépondérante de la pisciculture

La pisciculture, avec 17 millions de tonnes produites en 1996, est le secteur qui a connu le plus fort développement au cours des dernières années (triplement entre 1984 et 1996). Les productions se sont développées initialement en milieu continental, souvent depuis des temps très anciens (élevage de tilapias en Égypte dès le deuxième millénaire avant notre ère, de carpes en Chine et en Inde). La pisciculture d'eau douce est très largement prépondérante avec 90 % des apports en quantité et 80 % en valeur, mais une part très importante (12 millions de tonnes en 1997) est le fait d'un seul pays : la Chine.

La principale finalité de la pisciculture est la fourniture de produits de consommation : cultures vivrières pour de nombreux pays asiatiques ou production d'aliments « haut de gamme » dont les qualités diététiques sont appréciées dans les pays riches. Dans certains cas, l'activité a été développée pour sa fonction sociale de fixation des populations sur le littoral (début de la salomoniculture norvégienne par exemple). Enfin, elle sert parfois de support au développement d'activités de loisirs (pêche récréative de la truite, du saumon ou de l'ombrine).

La pisciculture marine : une activité « jeune » et multiforme

La pisciculture marine, dont l'apparition remonte seulement à une trentaine d'années, ne représente qu'environ 10 % de la production piscicole globale. L'activité, qui trouve ses origines dans l'expérience japonaise acquise dès les années soixante, connaît un développement important en Europe depuis les années quatre-vingt. Ce développement récent, en pleine accélération aux plans mondial et européen, concerne des espèces dont l'élevage est relativement facile à contrôler et dont le prix de vente élevé sur les marchés des pays industrialisés justifiait les coûts initiaux de recherche et de développement. Il est caractérisé par plusieurs phases successives marquant des sauts technologiques grâce à l'accroissement des connaissances sur la biologie des espèces. Cette évolution a conduit à une maîtrise progressive des cycles et des techniques d'élevage :

- premières tentatives d'élevage d'espèces marines en milieu marin*, approvisionnement par la collecte de juvéniles dans le milieu naturel : élevage de la sériole (*Seriola quinqueradiata*) au Japon dès les années soixante et premiers développements de la technologie des cages flottantes (20 000 t en 1965, stabilisation vers 150 000 t depuis 1984), débuts de l'élevage du milkfish (*Chanos chanos*) en étangs saumâtres en Asie du Sud-Est ;

* On appellera pisciculture marine l'activité de production intervenant en milieu marin, quelle que soit l'espèce (y compris celles dont la reproduction se produit en eau douce, comme le saumon par exemple), et espèces marines celles dont tout le cycle et la reproduction se déroulent obligatoirement en milieu marin (bar, daurade, turbot).

- application et adaptation de la technologie d'élevage en mer à des espèces amphihalines migratrices dont la production de juvéniles en eau douce était maîtrisée du fait de l'existence ancienne de pratiques de repeuplement : émergence de la production de saumons en Europe du Nord au cours des années soixante-dix (100 t en 1970, 4 000 t en 1980, 460 000 t en 1997);
- véritable début de domestication de quelques espèces de poissons marins européens au cours des années quatre-vingt avec la maîtrise complète du cycle en captivité et l'utilisation d'alevins issus de la reproduction contrôlée : bar ou loup (*Dicentrarchus labrax*), daurade royale (*Sparus aurata*) et turbot (*Psetta maxima*), (400 t en 1986, 6 000 t en 1990, 85 000 t en 1998 pour ces espèces).

C'est dans ce domaine de la domestication d'espèces marines que s'est positionnée la recherche menée à l'Ifremer.

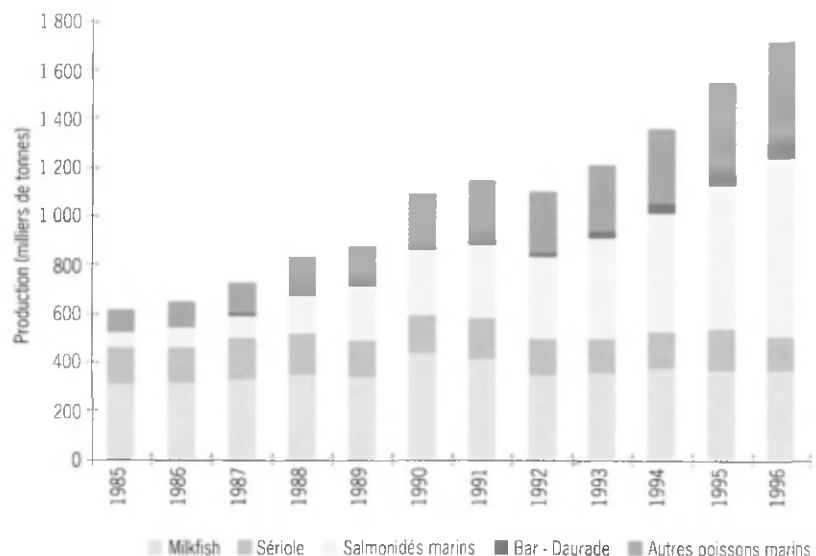
Aujourd'hui, la pisciculture marine représente environ 1,7 million de tonnes, pour une valeur de l'ordre de 65 milliards de francs (FAO, 1998). Les principales zones de développement sont l'Europe, l'Asie et l'Amérique du Sud. Les productions les plus importantes concernent les espèces amphihalines (fig. 2) : saumons et truites en zone tempérée (plus de 720 000 t en 1997) et milkfish en milieu tropical (365 000 t). Parmi les espèces strictement marines, seule la sériole japonaise a dépassé le cap des 100 000 t. D'apparition plus récente, les élevages d'espèces marines européennes ont connu un développement très significatif en Europe, mais restent limités à des marchés régionaux. La pisciculture marine concerne donc aujourd'hui un nombre limité d'espèces dont seules quelques-unes ont atteint le stade de grandes productions industrielles.

Dans l'état actuel des connaissances, peu d'espèces marines élevées aujourd'hui dans nos régions ont révélé un potentiel de développement de grande ampleur (type saumon).

On observe une intensification de la recherche de nouvelles espèces mieux adaptées aux contraintes de l'aquaculture, permettant de développer une gamme de produits qui répondent à une demande du marché de plus en plus diversifiée. C'est ainsi que de nouvelles productions abordent le stade préindustriel : sparidés méditerranéens, thon rouge, mérrou, loup tropical ou *barramundi*.

D'autres espèces sont désormais proches du stade de développement : ombrine tropicale, flétan, morue, etc. Il existe en effet un important gisement d'espèces potentiellement intéressantes d'où émergeront progressivement les mieux adaptées aux contraintes techniques et économiques de l'aquaculture.

Figure 2
Évolution de la production piscicole marine mondiale de 1985 à 1996.
Source : FAO, 1998.



D'une façon générale, les productions augmentent plus aisément et plus vite dans des pays où le littoral est faiblement peuplé (Norvège, Écosse, Chili), mais on constate aussi des développements importants dans certains pays à forte densité de population sur le littoral (Chine, Japon, Taïwan, Corée) ou dans des pays où la pression touristique saisonnière est forte (Grèce, Turquie).

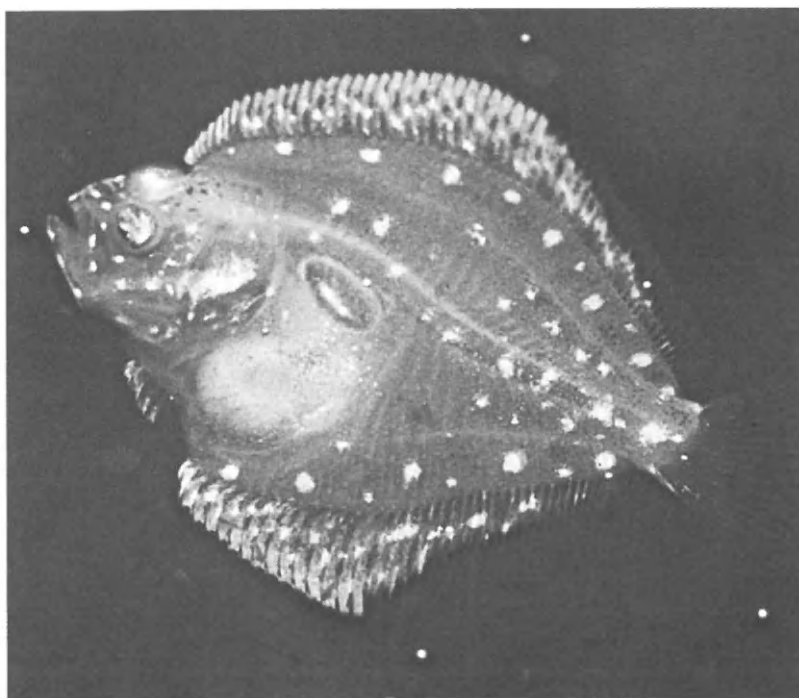
La pisciculture continentale : une activité ancienne en pleine évolution : élevage de tilapia rouge à la Martinique.



La pisciculture marine se pratique aujourd'hui selon de multiples systèmes d'exploitation ayant un degré croissant d'intensification et de maîtrise des conditions d'élevage. À côté de modes d'exploitation traditionnels basés sur la capture de juvéniles sauvages (valliculture italienne, marais andalous, milkfish aux Philippines et en Indonésie), la pisciculture marine met en œuvre aujourd'hui de multiples systèmes d'exploitation (pacage marin, production extensive, élevage intensif, système en eau recyclée) adaptés à divers contextes.

Cette évolution est révélatrice d'une activité « jeune », en phase de « domestication » des espèces et disposant d'une importante marge de progression.

Larve de turbot
après la métamorphose (25 jours).



Un potentiel sous conditions

La pisciculture présente l'avantage de fournir une activité dont les retombées économiques et sociales, bien que modestes (1 emploi direct et 2,5 emplois induits pour une production de 20 t de bar en cage ou pour 100 t de saumon), sont d'autant plus intéressantes que l'activité s'implante dans des zones de faible développement économique.

Elle présente de plus les avantages suivants :

- elle requiert peu d'espace dès lors que des systèmes intensifs sont mis en œuvre : un hectare de concession maritime, exploité en cages flottantes, permet une production annuelle d'environ 200 t ;

- elle se développe souvent en complément d'autres activités économiques comme le tourisme (lieux d'intérêt, activités de loisirs), la conchyliculture et même la pêche : des expériences récentes montrent qu'une collaboration fructueuse peut exister entre pêcheurs et pisciculteurs.

L'activité se développe dans deux directions :

- extension vers le large ou vers l'intérieur des terres (élevage en eau recyclée) de façon à s'affranchir de la forte pression d'usage observée sur la frange littorale ;

- intensification permettant l'accroissement de la productivité. Ceci a permis par exemple le passage en 15 ans de la densité d'élevage des saumons de 2 à 15 kg/m³/an. Dans les deux cas, l'amélioration de la maîtrise zootechnique est nécessaire afin de rendre plus fiables les performances d'élevage et la qualité des produits.

Du fait de la jeunesse de l'activité, les connaissances biologiques (considérables chez les animaux terrestres observés, élevés et étudiés depuis des siècles) sont en cours d'acquisition. Il en résulte les conditions de développement suivantes :

- disposer de juvéniles de qualité de façon fiable et continue : même s'il n'est pas nécessaire de contrôler la totalité du cycle biologique pour démarrer une activité piscicole (sériole au Japon, par exemple), c'est un moyen efficace de développer durablement des activités de production et de pouvoir s'engager sur la voie prometteuse de l'amélioration génétique ;

- contrôler les risques sanitaires dont l'importance croît avec l'augmentation et l'intensification de la production ;

- maîtriser le risque de dégradation du milieu. L'aquaculture ne peut se développer durablement que lorsque les conditions de milieu sont optimales. Les situations considérées comme préoccupantes sont la plupart du temps liées à des sites où le renouvellement des masses d'eau est faible. Les risques encourus, aussi bien à court terme pour les élevages qu'à long terme pour les écosystèmes, justifient que soit recherchée et maintenue une qualité optimale de l'environnement.

Dans la zone euro-méditerranéenne : une activité stimulée par un marché demandeur

Les caractéristiques des marchés (prépondérance du marché italien pour le bar, par exemple), la dépendance des prix entre produits de la pêche et de l'aquaculture ainsi que la prédominance de certaines productions (saumon en particulier) conduisent à analyser le secteur non pas en fonction des entités de production mais plutôt de la demande et des zones de marché.

On peut ainsi identifier une zone euro-méditerranéenne (Europe du Nord au sens large et rive septentrionale de la Méditerranée), zone à laquelle appartient la France. Dans cette zone, caractérisée par l'existence de marchés importants pour des produits « haut de gamme », la production piscicole marine, quasi inexistante en 1980, s'est considérablement développée ces dernières années : environ 540 000 t en 1997 dont 460 000 t pour la salmoniculture marine (fig. 3).

Les autres productions piscicoles concernent essentiellement le bar et la daurade royale (85 000 t en élevages intensifs en 1997 ; fig. 4) et le turbot (près de 4 000 t). Elles représentent 3 % de la production aquacole de la zone pour une valeur d'environ 3 milliards de francs.

Pour le bar et la daurade, la production aquacole représente 6 à 8 fois les débarquements de la pêche.

Les principaux pays producteurs sont la Grèce, la Turquie, l'Espagne, l'Italie et la France. D'autres espèces sont en émergence comme le sar, le mullet, le denté, le pagre, et le flétan.

Pour toutes ces nouvelles productions, l'augmentation rapide de l'offre se traduit par une diminution des prix. Ceci impose aux producteurs la recherche d'économies d'échelle pour diminuer les coûts de production. Cette situation conduit à une restructuration de la production de l'artisanat vers des groupes de plus grande taille avec l'intervention de quelques grands groupes industriels intégrateurs (de l'écloserie à la campagne de marketing à l'étranger). Une grande diversité de types d'exploitation peut toutefois se maintenir et coexister. Ceci est lié aux limites des économies d'échelle, aux contraintes d'environnement (autopollution des sites) et à l'existence de marchés locaux de connaisseurs qui acceptent des prix élevés.

Figure 3
Production de la pisciculture marine
européenne de 1985 à 1997 :
salmonidés, bars/daurades
et autres espèces marines.
Source : FAO, FEAP, 1998.

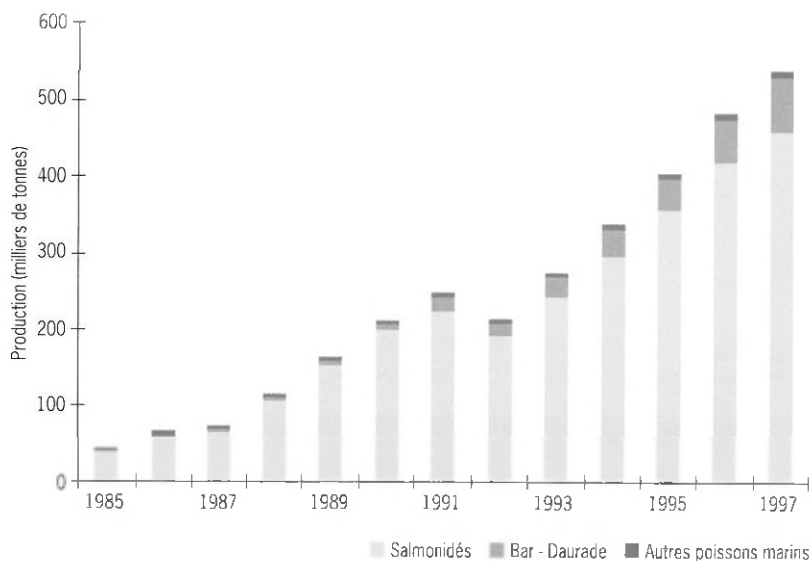
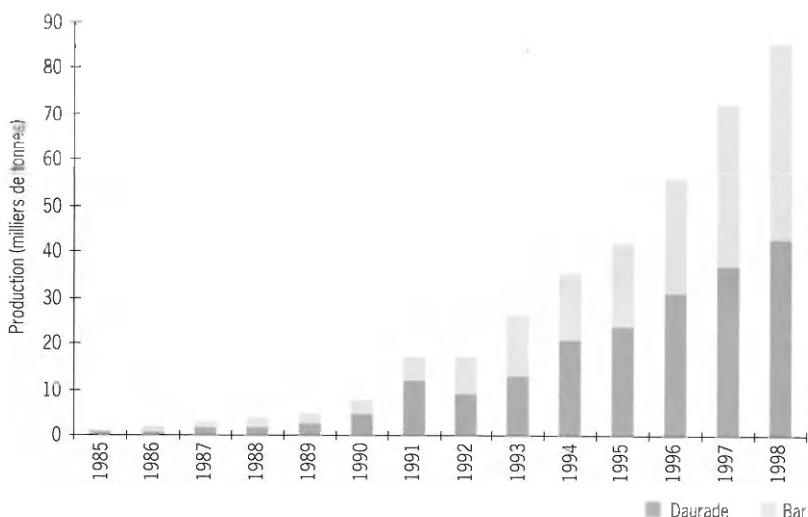


Figure 4
Production de bars et de daurades
des pays méditerranéens de 1985
à 1998. Estimation.
Source : FAO, FEAP, 1998.



Chapitre II

La pisciculture marine en France

La pisciculture marine en France

Il est important de rappeler que la pisciculture française est d'abord caractérisée par une prépondérance de la production dulçaquicole : la France est le second producteur mondial de truites avec 55 000 t de production en eau douce (700 entreprises, 920 sites d'élevage, 2000 emplois et 1 milliard de francs de chiffre d'affaires). Cette production qui a connu un accroissement sen-

sible depuis une dizaine d'années semble maintenant plafonner, notamment en raison de la raréfaction des nouveaux sites disponibles et de normes d'environnement contraignantes.

La pisciculture marine française : une activité contrastée et diversifiée

La pisciculture marine française a produit 5 600 t en 1997 pour un chiffre d'affaires de 335 millions de francs. Elle représente 2 % du volume et 7 % de la valeur de la production aquacole nationale.

Ferme industrielle d'élevage de bar et de daurade produisant 1 500 t/an).



L'activité n'a réellement débuté en France qu'au début des années quatre-vingt. Après dix années de mises au point indispensables (1979-1989), cette filière a progressé à un rythme soutenu, comparable à celui de nos voisins immédiats jusqu'en 1995. À partir de cette année-là, elle a atteint un palier, alors que cette activité continue à se développer à un rythme constant dans toute la Méditerranée (fig. 4).

Les outils de production existants ont atteint leur maximum de capacité autorisée et les entreprises actuelles sont rentables. Par contre, aucun nouveau projet n'a vu le jour depuis 1995 en raison de contraintes d'accès aux sites, de difficultés de financement des projets dans un contexte de concurrence croissante.

La production de bar et daurade représente environ 8 % de la production européenne qui est largement dominée par la Grèce. La production française de turbot est la seconde d'Europe, derrière l'Espagne. La production de salmonidés est par contre très faible comparée à celles de la Norvège et de l'Écosse.

La production de juvéniles (33 millions) est une des plus importantes d'Europe. L'exportation est une carte majeure des écloseries françaises car elles ont accumulé une expérience supérieure à celle de leurs concurrents internationaux. Elles sont reconnues comme fournisseurs d'alevins de qualité.

De la même manière que dans les autres pays de la zone euro-méditerranéenne, on observe une concentration des fermes marines existantes en un petit nombre d'entreprises de taille moyenne à importante (50 au total), dont certaines incluent une activité spécialisée de production de juvéniles. On notera cependant que les plus importantes se sont développées sur des modèles originaux avec une technologie élaborée (utilisation d'effluents thermiques industriels à Gravelines, eaux souterraines chaudes à Noirmoutier et en Languedoc). Plusieurs ont démontré récemment leur capacité à investir dans leurs propres programmes de recherche-développement.

Cette activité génère un nombre modeste d'emplois directs (environ 500) mais ceux-ci sont situés dans des zones où les activités permanentes sont peu nombreuses, sur les îles en particulier (la première entreprise à activité permanente à Noirmoutier est une ferme piscicole). Il faut ajouter les emplois

indirects créés par les activités amont (aliments, matériel) et aval (transformation et vente), ainsi que les effectifs des bureaux d'études français, très présents sur la scène internationale.

Production et caractéristiques de la pisciculture marine française métropolitaine en 1997.

Espèces	Volume (t)	C.A. (MF)	Techniques
Bar	2 173	113	Bassins,
Daurade	1 312	66	marais, cages
Turbot	980	49	Bassins
Truite arc-en-ciel	232	5	Cages
Truite fario	357	8	
Salmon atlantique	650	15	
Divers Mer	71	4	
Alevins	33 millions	75	Écloseries
(bar, daurade, turbot)		dont 40 à l'export	intensives
Total (volume/C.A.)	5 575	335	

Source : Ifremer et SFAMN.

Une profession bien structurée

Les producteurs de poissons marins se sont structurés au sein du SFAMN (Syndicat français de l'aquaculture marine et nouvelle) créé en 1985. Ce syndicat regroupe aujourd'hui une trentaine d'entreprises, soit 70 % des exploitations françaises représentant plus de 80 % de la production. Il est associé à la FFA (Fédération française d'aquaculture) depuis 1994 et membre à part entière depuis 1997. À ce titre, il est membre de la Fédération européenne des producteurs aquacoles.

Le Sysaaf (Syndicat des sélectionneurs avicoles et aquacoles français) regroupe les principaux écloseries de poissons marins (dont les plus importants producteurs de juvéniles de turbot, de bar et de daurade) souhaitant mener des programmes d'amélioration génétique dans leur entreprise.

Les freins au développement : l'accès aux sites, le financement des projets, les distorsions de concurrence

L'échec ou la lenteur de développement de nombreux projets sérieux et élaborés paraît lié, avant toute autre raison, à la difficulté d'obtenir les autorisations administratives nécessaires pour accéder aux sites existants à terre comme en mer. De fait, plusieurs facteurs limitatifs interviennent :

- l'empilement et la complexité des dispositions législatives et réglementaires rendent très difficile l'implantation de fermes

aquacoles sur le littoral. Plus de vingt textes s'appliquent sur ce domaine : loi « littoral », loi sur l'eau, loi sur la protection des sites naturels, loi sur la protection des oiseaux, réglementation sur les installations classées, etc. ;

- une politique d'aménagement du territoire peu incitative : les responsables politiques et les administrations locales prennent peu en compte l'aquaculture dans les plans d'aménagement et de développement du littoral, à la différence d'autres pays ou régions résolument tournés vers la valorisation productive de cet espace (Norvège, Écosse, Japon, Chili...);

- des procédures administratives longues et coûteuses, dont l'aboutissement reste aléatoire. L'aquaculture étant une activité récente et mal connue des administrations, les démarches débouchent souvent sur des refus ou des contraintes disproportionnées, notamment pour les études d'impact et les conditions d'exploitation fixées par arrêté préfectoral (normes de rejets, limites de débit...). Ces procédures alourdissent également le renouvellement des autorisations et les demandes d'extension ;

- des conflits de cohabitation sur le littoral issus de divers groupes d'opposants : pêcheurs qui craignent la concurrence de nouveaux produits et conchyliculteurs redoutant une dégradation de l'environnement, associations locales qui défendent leur cadre de vie, collectivités territoriales qui craignent un impact négatif sur le tourisme. Face à ces critiques, les aquaculteurs sont trop peu nombreux et trop isolés pour agir efficacement. Ils doivent alors renoncer ou se soumettre à des obligations très contraignantes (cages à déplacer en été, accès aux installations portuaires limitées, etc.).

Il existe cependant des pays méditerranéens à vocation touristique (par exemple Chypre, 600 000 habitants, 2 millions de touristes, 1 000 tonnes produites en cages) qui ont su développer l'aquaculture en valorisant la production aquacole auprès d'une clientèle touristique à fort pouvoir d'achat.

Ce secteur est caractérisé par des investissements lourds et par un temps de retour sur investissement relativement long compte tenu de la longueur des cycles d'élevages et du risque lié au maintien de stocks d'animaux vivants. Les fonds d'aide à l'investissement existent mais sont difficilement accessibles ; de plus, il n'est prévu aucun dispositif de financement de la production par des crédits de campagne.

Les producteurs français soulignent la distorsion de concurrence croissante entraînée par le non-respect des règlements sanitaires européens dans certains pays. Ceci peut contribuer à une dégradation de la qualité du produit d'aquaculture et, à terme, nuire durablement à son image. De même, les règles qui contrôlent l'introduction de nouvelles espèces ne sont pas toujours appliquées avec la même rigueur selon les pays.

La France dispose d'atouts pour poursuivre le développement de cette filière

Contrairement à une idée répandue parmi les acteurs économiques et dans l'administration, la France dispose d'atouts comparables à ceux des pays voisins (Italie et Espagne notamment) pour entrer dans une seconde phase de développement :

- les conditions climatiques et hydrologiques : sauf pour la salmoniculture marine pour laquelle les conditions climatiques estivales créent des contraintes supplémentaires sur certains sites à forte salinité, les conditions naturelles sont aussi favorables qu'ailleurs. Ainsi, les baies de Corse offrent des caractéristiques d'environnement naturel (température, qualité des eaux...) aussi favorables à l'élevage du bar et de la daurade qu'en Grèce, premier producteur européen et le littoral de l'Atlantique soutient largement la comparaison avec les rías de Galice pour l'élevage du turbot ;

- il ne manque pas de sites potentiels pour la pisciculture marine, si l'on prend en compte à la fois les critères physiques naturels et les techniques d'élevage disponibles. En effet, la France métropolitaine compte plus de 6 000 km de côtes dont une forte proportion de côtes rocheuses découpées (64 % sur la façade méditerranéenne). De plus, les départements et territoires d'outre-mer élargissent considérablement ce potentiel. La grande variété des conditions naturelles ou créées par d'autres activités humaines permet l'emploi de techniques diversifiées : cages flottantes traditionnelles en baies abritées, cages industrielles de grande taille au large, pompage en mer pour les sites installés sur des côtes plates sans marnage, pompage dans les eaux salées souterraines, utilisation d'eau réchauffée toute l'année. Enfin, la maîtrise des systèmes recyclés permet d'envisager des productions à terre sur des surfaces restreintes ;

- les différences de coût de production entre les entreprises à l'intérieur de chacun des pays européens sont au moins égales à celles existant entre les pays de la communauté. Ainsi, la pisciculture de bar en bassin est plus compétitive sur le littoral de la mer du Nord qu'en Italie et en Espagne en terme de productivité du travail, ce qui compense largement les différences salariales. D'ailleurs, les entreprises françaises affirment ne pas rencontrer de problèmes majeurs de commercialisation. Leurs produits se vendent bien, à des prix qui assurent la rentabilité des entreprises ;
- cette filière bénéficie d'une recherche active et diversifiée, de formations professionnelles nombreuses et d'un savoir-faire technologique reconnu. Grâce à l'Ifremer, l'Inra, le Cemagref et le Cneva, la recherche aquacole française est riche de multiples centres de compétences. Le SFAMN considère qu'elle est sans doute l'une des plus performantes d'Europe. Nous disposons en France de nombreuses formations aquacoles qui couvrent tous les niveaux d'étude du BEP au diplôme d'ingénieur.

Chapitre III

Les grands enjeux pour demain et les voies du développement

Dans les deux cas, la notion de qualité occupe une place centrale. Elle recouvre de nombreux aspects : organoleptiques, nutritionnels, socioculturels et de marketing.

Il est important de noter que l'élevage est le seul mode de production capable de satisfaire à la fois des exigences de qualité, de fiabilité des approvisionnements, de diversité et de contrôle d'origine. La dépendance totale des importations ne permet pas de répondre à la segmentation du marché, à la satisfaction des marchés régionaux basés sur une information d'origine à une époque où la traçabilité des produits est une demande du consommateur. Cette dépendance obère aussi la capacité d'innovation et la réactivité face à l'évolution rapide des marchés. En revanche, une production locale permet de répondre à cette attente.

Dans le contexte européen, le renforcement de la compétitivité des entreprises françaises est donc un objectif majeur. Mais, si la pisciculture marine a d'abord cherché les meilleures performances de croissance pour garantir cette rentabilité, l'évolution des comportements alimentaires l'a conduite à mener un effort croissant en matière de qualité du produit tout au long de la chaîne production-transformation-distribution.

Deuxième enjeu : participer activement à l'aménagement de la bande côtière

L'agriculture a modelé le paysage rural et l'aquaculture traditionnelle (conchyliculture) l'aspect de nos côtes. La pisciculture pourrait participer à l'aménagement de certaines zones côtières et à leur mise en valeur dans la mesure où l'on sait désormais mieux gérer l'impact de l'activité sur l'environnement. Cette approche exige que soient prises en compte à la fois la dimension de la gestion des ressources naturelles, celle du contexte environnemental et enfin celle du cadre socio-économique. Ce travail exigera du temps et de la constance car les acteurs mobilisés sont nombreux et les outils d'intégration (type système d'information géographique, schémas d'aménagement, etc.) sont complexes. La pisciculture peut participer à la surveillance et au maintien de la qualité de l'eau. Des actions de repeuplement en saumons ont permis de pallier la dégradation générale de la qualité du milieu de reproduction (rivières) et même de relancer le tourisme halieutique sur certains sites.

Par ailleurs, l'expression de la civilisation des loisirs dans le domaine marin se traduit par une forte demande d'activités récréatives et culturelles. Dans cette optique, la pisciculture offre des opportunités variées, jusqu'à présent peu exploitées : sentiers sous-marins et pêche récréative sur récifs artificiels, visite de fermes, aquariophilie...

Les voies du développement face à ces enjeux : extension, intensification et diversification de la pisciculture marine

En réponse à ces enjeux, la pisciculture marine prendra une part croissante dans la fourniture de produits aquatiques diversifiés et de qualité. Trois stratégies de production peuvent être envisagées pour la pisciculture marine française en fonction des marchés-cibles :

- production de poissons destinés à la transformation, de type poisson-chat pour l'eau douce et de type saumon en eau de mer, obtenus à partir de technologies industrielles fiables et assez peu coûteuses (consommation à l'échelle de plusieurs centaines de milliers de tonnes);
- production, plus limitée, de poissons « régionaux » de milieu ou haut de gamme vendus en frais et dont les prix sont soutenus (échelle de quelques milliers ou dizaines de milliers de tonnes comme le bar, la daurade, le turbot);
- production de juvéniles destinés au pacage marin, au repeuplement, au marché du poisson d'ornement (en substitution des prélèvements destructeurs dans le milieu naturel).

Malgré les contraintes évoquées plus haut, tous les systèmes de production et d'exploitation sont à ce jour envisageables (du circuit fermé au repeuplement). Les côtes françaises, situées dans des zones climatiques variées, couvrent les aires de répartition naturelle d'un bon nombre d'espèces. Le potentiel naturel de développement n'est donc actuellement pas limité.

Dans ce contexte, la production peut se développer suivant trois modalités :

• Par extension

L'étude sur « la cartographie des zones d'appétence piscicole » montre qu'existent sur le territoire français des zones potentiellement exploitables avec les techniques actuelles d'élevage au large qui se développent rapidement en Italie et en Espagne (Baléares,

Canaries, côte catalane, Sicile). Sous réserve de lever les points de blocage liés à la difficulté de l'accès aux sites et aux financements, ces zones favorables en France offrent une capacité de production estimée à 20 000 t principalement dans les régions Provence - Alpes - Côte d'Azur, Corse, Normandie et Bretagne. Ces possibilités d'extension sont directement liées à une volonté politique d'accorder des autorisations d'installation.

De même, il existe de vastes espaces pour l'implantation ou l'extension des fermes à terre, quel que soit le mode d'élevage : littoral atlantique, Languedoc-Roussillon, Corse orientale.

• Par intensification

Celle-ci peut être obtenue par augmentation de la productivité pour une surface donnée en se plaçant dans les conditions optimales de croissance des espèces (température, oxygène...).

Ce processus nécessite un contrôle plus poussé des systèmes de production : passage de la cage au bassin par contrôle des quantités d'eau utilisées, passage des bassins en circuit ouvert à des systèmes quasi fermés facilitant le contrôle de la qualité de l'eau. Ces derniers présentent l'avantage de limiter considérablement les prélèvements d'eau et les rejets ; ils permettent donc de s'éloigner des zones littorales trop convoitées et de préserver l'environnement.

De plus, l'utilisation de populations sélectionnées, d'aliments performants et les améliorations zootechniques conduisent à la réduction de la durée des cycles de production et à l'accroissement des densités d'élevage.

• Par diversification des activités et des produits

La pisciculture peut contribuer à la mise en valeur de zones littorales peu exploitées (étangs littoraux ou marais) par l'usage de méthodes adaptées à ces contextes. Les connaissances accumulées depuis plusieurs années sur l'étude des marais devraient contribuer à la valorisation de ces milieux. Ce type de système d'exploitation favorise l'émergence d'activités de loisirs de plein air comme la pêche récréative et le tourisme écologique. Plusieurs exemples de réalisations concrètes en démontrent l'intérêt (Italie, Grande-Bretagne, Norvège, États-Unis). La pisciculture peut aussi participer à l'aménagement d'écosystèmes marins ouverts par le repeuplement, le pacage marin ou la fixation sur récifs artificiels. La mise en valeur de ces espaces implique la sélection des espèces les mieux adaptées.

Par ailleurs, pour répondre à la demande en produits diversifiés de qualité, la pisciculture évolue vers une plus grande variété de produits et d'espèces. Ainsi, les producteurs visent initialement des créneaux bien ciblés pour diversifier l'offre générale de poissons

Fécondation artificielle du turbot.



de mer en proposant des produits à forte image, bien identifiés, vendus en frais sous des formes facilitant l'achat (filet, darne, pavé, préparations, etc.). Ultérieurement, comme cela a été observé pour le saumon, l'amélioration des performances zootechniques et l'augmentation des productions entraîneront, pour quelques espèces bien adaptées, une baisse progressive des coûts et donc un positionnement différent du produit sur le marché.

Il faut souligner que ces modalités de développement sont susceptibles d'être combinées de manière variée pour valoriser chaque projet en fonction de son contexte, de l'espèce élevée et des objectifs des promoteurs : consommation grand public ou connaisseurs, capture récréative, tourisme, etc.



Tri des bars avant expédition.

Chapitre IV

Le positionnement de la recherche

Le positionnement de la recherche

Optimiser l'existant, diversifier et intégrer l'activité dans la bande côtière : trois axes forts de recherche en réponse aux enjeux

Les enjeux et voies de développement définis précédemment orientent la recherche vers trois axes essentiels : l'optimisation des activités de production existantes, la diversification et l'intégration de l'activité dans le développement des zones rurales et côtières.

- **L'optimisation** des activités existantes passe en premier lieu par la poursuite de la domestication des espèces élevées. Aujourd'hui, les poissons d'élevage proviennent presque directement du milieu naturel. La pression de sélection devrait créer une marge de progression à l'instar de ce qui a été réalisé pour les animaux terrestres.

En second lieu, cette optimisation rend indispensable l'intensification des techniques afin d'accroître la rentabilité des entreprises, notamment par l'accroissement de la productivité des sites exploités. Cette intensification suscite des problématiques spécifiques que la recherche doit résoudre : la qualité des produits, le « bien-être » des poissons en élevage.

- L'évolution de la demande (marchés, gestion durable, activités récréatives) conduit à rechercher la **diversification** en matière de produits, d'espèces, d'espaces exploitables et de méthodes d'élevage adaptées.

- Enfin, le développement de l'activité engendre la prise en compte par la recherche de son **intégration dans les écosystèmes littoraux** et dans les divers contextes socio-économiques. Cette approche revêt deux aspects : d'une part, la prise en compte de la réduction des impacts sur l'environnement et, d'autre part, l'exploration de nouvelles possibilités de mise en valeur de la mer côtière en associant plus étroitement les concepts d'aquaculture (pacage marin et repeuplement), de gestion halieutique des populations (comportement, habitat, biodiversité), d'aménagements physiques du milieu (récifs artificiels), de modes alternatifs d'exploitation (pêche récréative, parcs marins, etc.).

La déclinaison de ces questions en thématiques scientifiques fait appel à de nombreuses disciplines :

- la physiologie est fondamentale pour la compréhension des cycles biologiques et des mécanismes déterminant l'adaptation au milieu, pour préciser la qualité des juvéniles destinés à être relâchés dans le milieu ;
- la génétique permet de sélectionner les animaux pour des conditions d'élevage variées. Elle permet également la sélection de souches résistantes aux maladies, le contrôle de la reproduction et l'adaptation du produit à la demande ;
- la nutrition conduit à préciser les besoins quantitatifs et qualitatifs pour, à la fois, obtenir de meilleures performances d'élevage, une qualité des produits répondant à la demande et une limitation des rejets ;
- l'immuno-pathologie concourt à prévenir et contrôler les épizooties et à en limiter l'incidence économique ;
- l'optimisation zootechnique et l'innovation technique sont justifiées par la nécessité de l'adaptation permanente des méthodes et des systèmes, notamment dans le domaine du traitement des eaux, de l'intensification des élevages et de la diversification des espèces.

La mise en valeur globale et durable de l'espace côtier nécessite une mobilisation et une coordination de compétences complémentaires des précédentes : la socio-économie, l'halieutique, l'écologie, la géographie, le droit.

La France dispose d'un dispositif de recherche riche et diversifié pour aborder ces axes de recherche

Plusieurs instituts et organisations contribuent à la prise en charge de ces recherches :

- l'Ifremer possède de solides compétences dans le domaine de la biologie de plusieurs espèces de poissons marins d'intérêt économique (physiologie, nutrition, génétique, pathologie), associées à une expérience en zootechnie permettant une analyse intégrée de l'ensemble des facteurs de production. Il mène également des travaux sur la transformation et le contrôle de la qualité des produits, sur l'environnement et les études d'impact. Une présentation des travaux en cours à l'institut en pisciculture est détaillée dans l'annexe 1 ;
- l'Inra dispose d'équipes performantes en

matière de physiologie des poissons, de nutrition et de génétique. Ces compétences, centrées initialement sur les espèces d'eau douce, se sont étendues progressivement aux espèces d'eau de mer ;

- entre l'Ifremer et l'Inra ont été créées une structure commune d'expérimentation, la Semii (Salmoniculture expérimentale marine Inra/Ifremer) et une unité mixte de recherche en nutrition entre les laboratoires spécialisés de l'Ifremer de Brest et de l'Inra de Saint-Pée-sur-Nivelle ;

- le Cemagref a réalisé des recherches sur la reproduction et l'élevage de l'esturgeon et sur la gestion et l'aménagement des écosystèmes continentaux ;

- le Cneva a la charge des aspects diagnostiques, épidémiologiques et thérapeutiques des maladies des poissons.

Par ailleurs, le CNRS et plusieurs laboratoires universitaires contribuent aux recherches dans certains domaines spécialisés, notamment au Crema de La Rochelle. Enfin, un effort d'intégration de la recherche en matière d'aquaculture tropicale est engagé dans le cadre d'un GIS pisciculture tropicale associant le Cirad et l'IRD aux organismes précédemment cités.

D'autre part, les plus importantes structures privées de production mènent des travaux de recherche sur des sujets rapidement valorisables par l'entreprise. Elles visent une application pratique à plus ou moins court terme et sont donc complémentaires de la recherche publique qui conserve un aspect plus « prospectif » et des objectifs à plus long terme.

Enfin, plusieurs fabricants d'aliments d'envergure internationale (Biomar, Trouw, Inve) mènent des actions de recherche appliquée en collaboration étroite avec l'Ifremer et l'Inra.

L'Ifremer, au cœur du dispositif de recherche en pisciculture

En réponse à la demande d'un secteur qui conserve une marge appréciable de développement et participe à la valorisation des écosystèmes côtiers, l'Ifremer se doit de poursuivre les recherches en réponse aux trois questions-clés qui déterminent l'avenir de la filière.

Optimisation des activités existantes

Dans son développement actuel, la filière piscicole rencontre un certain nombre de

problèmes que seule la recherche en amont est capable de résoudre. La domestication des espèces constitue l'un des axes de recherche que l'Ifremer doit maintenir, en partenariat avec les autres organismes compétents.

Les travaux de recherche relatifs à cet axe s'inscrivent dans le thème fédérateur « Optimisation et développement des productions aquacoles » et concernent les sous-programmes (i) biologie des espèces (ii) optimisation et innovation technique (iii) santé des cheptels (iv) sélection et amélioration des cheptels.

L'effort de recherche portera en priorité sur :

- la physiologie environnementale : grâce à des outils et des compétences qu'il est seul à posséder dans ce domaine en France, l'institut mène l'étude des facteurs déterminants et limitants des élevages en mesurant leurs impacts sur les performances zootecniques. Ces travaux permettent de définir les sites les plus propices pour le développement selon les espèces, de cerner les besoins des animaux dans les conditions d'élevage contrôlées qui diffèrent sensiblement des conditions de la vie sauvage. Appliquée à la diversification, cette discipline permet d'étudier l'aptitude des espèces potentielles à l'élevage. Les travaux de physiologie nécessaires à la mise au point d'outils de mesure adaptés (notamment la télémétrie acoustique) et à la recherche de paramètres pertinents sont menés en collaboration avec le CNRS, l'Inra et plusieurs universités ;

- la nutrition : les méthodologies mises en œuvre dans cette discipline sont communes à toutes les espèces. Ceci a conduit à la création de l'unité mixte de nutrition Ifremer-Inra. Dans ce cadre, pour l'Ifremer, la priorité concerne la phase de grossissement et plus particulièrement les voies de contrôle nutritionnel permettant de limiter les rejets, en particulier dans les systèmes d'élevage en eau recyclée. Les connaissances acquises permettront aussi de cerner plus rapidement les besoins des nouvelles espèces élevées. L'effort de recherche sur la phase larvaire se limitera aux travaux sur les microparticules pour remplacer les proies vivantes et sur la diversification des espèces ;

- la génétique : l'implication de l'Ifremer dans ce domaine est limitée au bar, principale espèce élevée en Méditerranée. Les travaux de recherche visent une application

directe à la production. Ils portent sur le contrôle du sexe des juvéniles (étude du déterminisme, effet de l'environnement, polyploïdisation), le contrôle de la stérilité (manipulation du génome) et l'estimation de la variabilité génétique des populations sauvages et domestiques en préalable des travaux de sélection qui seront menés par les entreprises. Ces travaux sont actuellement réalisés pour la plupart dans le cadre de conventions contractuelles impliquant les spécialistes de l'Inra et des partenaires privés ;

- la pathologie : historiquement, l'Ifremer s'est associé dans ce domaine avec le Cneva. La contribution de l'Ifremer est principalement centrée sur l'étude de la nodaviriose du bar, principale pathologie de l'espèce. Les travaux sont menés en collaboration contractualisée avec le Cneva et le SFAMN.

Diversification en matière de produits, d'espèces, d'espaces exploitables et de méthodes d'élevage

Dans le domaine de la diversification au sens large (produits, espèces, milieux, méthodes d'élevage), compte tenu de son acquis et des outils expérimentaux dont il dispose, l'Ifremer doit prospecter, assurer une veille technologique, informer et conseiller :

- pour mettre à la disposition du consommateur des produits diversifiés à partir des espèces déjà élevées et des nouvelles espèces non encore domestiquées (tempérées ou tropicales).

Le lancement d'un programme sur ce thème se fait en collaboration étroite avec les secteurs professionnels de la distribution, de la transformation et de la production afin de bénéficier d'informations sur la demande dans la sélection des espèces.

L'étude de l'aptitude à l'élevage et à la transformation des espèces retenues fait directement appel aux compétences de l'institut en zootechnie et en physiologie environnementale. Ces travaux seront menés en liaison étroite avec le service d'économie maritime (Sem) et le département valorisation des produits (VP) ;

- pour développer le secteur de production et lui permettre d'adapter les technologies mises en œuvre et les espèces élevées à des contextes environnementaux variés. La multitude des situations amène à répondre à des demandes clairement formulées, en fonction de leur intérêt sur le moyen terme. Les analyses proposées et les réponses apportées sont basées sur les compétences en zootechnie, sur l'expérience acquise dans l'élevage des espèces marines et sur les acquis de la veille prospective.

Intégration de l'activité dans les écosystèmes littoraux

En raison de sa dépendance vis-à-vis de la qualité du milieu, la pisciculture marine joue d'abord un rôle utile de capteur sensible. Par ailleurs, par ses apports dans les projets d'aménagement (repeuplement en juvéniles de structures immergées, par exemple), elle peut contribuer à l'enrichis-

Sélection génétique en aquaculture : 15 % de gain de croissance par génération pour le saumon atlantique en Europe du Nord.



sement et à l'équilibre de l'écosystème côtier. L'implication de l'Ifremer dans la mise en valeur de la mer côtière concernera deux approches :

- l'intensification des modes de production d'élevage permettant le contrôle et la limitation des rejets piscicoles. Cette approche nécessite la maîtrise des systèmes d'élevage à haute densité et des circuits en eau recyclée. Les travaux en cours, menés en partenariat avec l'industrie, devront prendre en compte la qualité des produits et le bien-être des animaux d'élevage ;
- l'anticipation sur les nouveaux modes et systèmes d'exploitation : élevage au large, exploitation des lagunes, aquaculture récréative, repeuplement, aménagements côtiers. Pour ces derniers modes d'exploita-

tion, la meilleure configuration des moyens disponibles consiste en une approche pluridisciplinaire incluant les compétences opérationnelles de l'Ifremer et celles de partenaires extérieurs dans les domaines de l'économie, de l'environnement et des sciences sociales. Ce travail novateur pourrait être mis en œuvre d'abord dans le cadre de sites ateliers, en réponse à des demandes clairement identifiées émanant principalement des régions.

Cette approche doit conduire le département des ressources aquacoles de l'Ifremer à s'impliquer de manière croissante dans la conceptualisation et la réalisation d'études intégrées regroupant tous les acteurs concernés par l'aménagement et la gestion de la bande littorale.



Contrôle bactériologique des produits.

Chapitre V

Stratégie de recherche pour l'Ifremer

Stratégie de recherche pour l'Ifremer

La recherche en pisciculture marine à l'Ifremer est confrontée à plusieurs enjeux : soutenir l'activité et renforcer la compétitivité des entreprises, faciliter son intégration dans une bande littorale très convoitée et promouvoir son utilisation à des fins de mise en valeur durable de l'écosystème côtier. Ainsi, cette activité économique émergente aborde une nouvelle phase de développement, ce qui justifie une réorientation de l'effort de recherche vers des thématiques à portée large avec l'objectif d'intégration de ce secteur dans la zone littorale. Cette évolution conduit à anticiper les demandes à moyen terme pour sélectionner les priorités de recherche, à optimiser les moyens disponibles par le partenariat et, enfin, à mieux valoriser les résultats de nos travaux

Privilégier les domaines de compétences de l'institut et élargir les domaines d'application de celles-ci en anticipant la demande

Les moyens et compétences dont l'institut est seul à disposer, en particulier dans le domaine de la zootechnie piscicole et de la physiologie environnementale, doivent être utilisés non seulement pour soutenir la pisciculture marine dans ses modes et ses finalités actuels de production, mais également :

- pour anticiper et promouvoir une nécessaire diversification des espèces, des systèmes d'élevage et des produits en partenariat interne avec d'autres équipes (économie maritime, valorisation des produits) ;
- pour mener des travaux intéressants la filière piscicole dans son ensemble, y compris pour les filières continentales (influence des facteurs déterminants de l'élevage et du « bien-être » des animaux) ;
- pour développer l'analyse conceptuelle sur l'intégration de la pisciculture et l'utilisation de ses produits pour la valorisation de la bande côtière (production de juvéniles pour des opérations de repeuplement, fixation de stocks sur récifs artificiels, démonstration de l'intérêt économique de l'aquaculture).

Optimiser les moyens en développant des partenariats en interne et en externe

Dans des domaines de compétences et d'intérêts communs, il est nécessaire de renforcer les synergies et les collaborations avec d'autres organismes français pour optimiser et démultiplier les moyens. En particulier dans le domaine de la génétique, un rapprochement avec l'Inra doit permettre de renforcer, voire d'accroître, les moyens nécessaires à des approches lourdes pour ces nouvelles filières.

L'importance des aspects génétiques dans le débat public sur les nouveaux produits alimentaires justifie la mobilisation de moyens de recherche appropriés.

Le développement de nouveaux modes d'exploitation des écosystèmes marins ne peut se satisfaire d'une approche uniquement technique et nécessite la prise en compte de la dimension de la gestion des ressources naturelles, des caractéristiques spécifiques de l'environnement et du contexte socio-économique. Des compétences dans ces trois domaines sont disponibles en interne à l'institut (département ressources halieutiques, direction de l'environnement littoral et service d'économie maritime) ce qui favorise ces approches multidisciplinaires indispensables. Celles-ci pourraient se regrouper, en association avec les divers organismes français impliqués dans le domaine, autour d'un outil commun de recherche aquacole méditerranéenne. Ceci compléterait le dispositif mis en place à Sète avec la constitution d'un pôle de recherche halieutique méditerranéenne et tropicale.

De même, au plan européen, l'effort entrepris depuis quelques années pour participer à des actions conjointes de recherche avec des laboratoires européens dans le cadre d'appels d'offres sera poursuivi afin d'accroître les connaissances sur des sujets d'intérêt général (maladies, normes d'élevage...) et de confronter en permanence notre niveau d'expertise à celui de nos partenaires européens.

Favoriser les partenariats d'objectifs avec les professionnels pour mieux répondre à la demande

S'il est admis qu'un institut comme l'Ifremer doit anticiper sur les évolutions à moyen et long termes du marché, sur les

besoins de gestion durable et d'activités récréatives, il doit aussi répondre à des demandes à plus court terme des entreprises. Ces demandes sont souvent peu organisées et mal définies. Aussi, il est nécessaire de les structurer pour mieux les cerner et les satisfaire. Ceci doit conduire l'Ifremer à des partenariats d'objectifs, puis de moyens, avec les secteurs professionnels ou des collectivités. C'est dans cette optique que les relations avec les structures représentatives de la profession (SFAMN) ont été développées ces dernières années. Pour des domaines d'application à court terme, bien ciblés et rapidement valorisables, l'établissement de relations contractuelles avec des entreprises privées sera systématiquement *recherché* (à l'exemple des travaux menés sur le recyclage de l'eau avec Méditerranée Pisciculture et Marinove, en génétique avec Aquanord et France Turbot, etc.).

Mieux valoriser les travaux

La valorisation des travaux de l'établissement passe tout d'abord par un transfert efficace des connaissances acquises aux professionnels de la pisciculture. Ceci se fait actuellement grâce à :

- la diffusion des connaissances par les voies classiques de la vulgarisation comme les colloques régionaux et nationaux, les congrès généralistes et spécialisés, par le réseau européen « Aquaflow », etc. ;
- l'organisation de réunions régulières avec la profession ;
- la parution d'un bulletin d'information piscicole (« BIP-BIP »), destiné aux producteurs de poissons marins.

Les efforts récents accomplis, bien perçus par la profession, sont à poursuivre. L'information est le premier maillon de collaborations futures et facilite l'identification, le regroupement et la structuration des demandes.

Les transferts de technologie et de connaissances sont en effet d'autant plus efficaces et adaptés aux attentes des utilisateurs qu'ils sont liés dès l'origine à des projets menés en coopération avec la profession. Les partenariats doivent donc être recherchés ou renforcés par des associations contractuelles avec des entreprises ou des régions, en précisant les soutiens financiers extérieurs.

Enfin, la valorisation des travaux devra également rechercher des applications dans des domaines plus larges : formation intra- et extra-européenne, expertise, prospective internationale...

Conclusion

Il a fallu une vingtaine d'années entre les premières recherches sur la domestication des espèces marines et le développement d'un secteur économique nouveau. On peut considérer aujourd'hui que la pisciculture marine française, avec 6 000 tonnes de production et 33 millions d'alevins, **achève sa première phase de développement.**

Les entreprises pionnières ont « essuyé les plâtres » inhérents à la mise en œuvre de nouvelles technologies ; elles ont subi la baisse brutale (mais prévisible) des prix qui s'est produite il y a quelques années, d'où d'importantes difficultés financières, des dépôts de bilan et des restructurations qui ont contribué à une mauvaise image de marque de la pisciculture marine. Cette période de montée en puissance et de réorganisation est maintenant terminée ; les entreprises restructurées sont de mieux en mieux gérées, les prix se sont consolidés et les exploitations sont maintenant rentables. En revanche, **très peu de projets nouveaux apparaissent**, ce qui paraît contradictoire avec l'état des lieux alors que des sites sont disponibles et que les techniques d'élevage sont de mieux en mieux maîtrisées et se diversifient.

Les raisons en sont connues :

- les conflits pour l'usage de l'espace de la bande littorale ont abouti à une série de législations contraignantes qui rendent très difficile la création d'une entreprise aquacole. Ceci explique que le développement des élevages en grandes cages industrielles, pour lesquelles la technologie mise au point par les Norvégiens sur le saumon est disponible, reste très limité au regard des possibilités réelles du littoral ;

- les besoins en investissement de départ sont lourds et les fonds de roulement élevés ; les investisseurs potentiels mais surtout les banquiers restent sur l'idée des premiers échecs et sont donc encore très méfiants devant ce type de dossier.

En fait, toutes les conditions biologiques, techniques et économiques sont réunies pour entrer dans une **deuxième phase de développement :**

- la demande du marché reste soutenue pour des espèces que la pêche ne peut pas fournir en quantité suffisante ; par ailleurs, l'industrie de la transformation est à la recherche d'un approvisionnement régulier en matières premières de qualité ;

- les techniques d'élevage au large sont directement utilisables pour l'élevage du loup et de la daurade ; par ailleurs, de nouvelles espèces émergent. Des techniques nouvelles apparaissent, comme les élevages

Élevage de bars et daurades en mer Égée.



en eau recyclée qui permettront, à terme, de s'affranchir d'une partie des contraintes de sites en diminuant les impacts de l'activité, notamment des effluents, et en réduisant les besoins en espace et en quantité d'eau. Ces techniques rendent progressivement possible la production d'une matière première de qualité pour les industries de la transformation en permettant d'élever des espèces à fort taux de croissance dans un environnement strictement contrôlé. Des plans de sélection, directement issus des résultats de la recherche, ont été déjà engagés par certains producteurs. Ils laissent présager des gains de croissance et de productivité importants ;

– les écloseries françaises veulent conforter leur position dominante sur le marché international des alevins de bar, daurade et turbot. Dans ce but, elles sont prêtes à favoriser la création d'unités de grossissement pour permettre la production de masse d'alevins de qualité à un prix modéré. Ceci conduit à envisager une contribution des techniques de l'aquaculture dans des opérations de repeuplement de la mer côtière qui verra se développer les aménagements du milieu et le développement de nouveaux modes d'exploitation.

Les enjeux de cette deuxième phase de développement sont considérables. Il s'agit de conforter ou d'initier le développement d'activités économiques durables sur le littoral, de renforcer un secteur d'activité riche de technologies modernes, compétitif par rapport à la concurrence internationale et susceptible d'une nette reprise de croissance pour peu que l'accès aux sites soit facilité.

Pour mener à bien ces objectifs, il existe un important dispositif de recherche publique, mobilisant des personnels, des compétences et des outils expérimentaux reconnus. Ceux-ci sont répartis entre différents organismes, l'Ifremer assurant un rôle central d'ensemble scientifique pour la pisciculture marine.

C'est précisément pour cette raison que l'institut doit développer son rôle d'initiateur et de coordinateur dans le domaine de la recherche en pisciculture marine en partenariat avec les entreprises, les autres instituts de recherche, les régions et l'ensemble du domaine de la coopération internationale, notamment européenne. Il s'agit donc d'une mission originale, spécifique à l'Ifremer et novatrice dans la mesure où elle conduit à repenser l'intégration de la pisciculture marine dans l'ensemble des activités de la bande littorale pour en assurer le développement à long terme.

Annexe I

L'Ifremer et la recherche en pisciculture

Des compétences diversifiées et une expérience reconnue

Historiquement, dans les années 1970-1980, le Cnexo (Centre national pour l'exploitation des océans) a privilégié la mise au point globale de nouveaux modes de production, en mettant l'accent sur la recherche de la maîtrise des cycles biologiques.

Les travaux sur l'étude de la reproduction et l'élevage larvaire des poissons ont ainsi été privilégiés, ce qui a facilité l'émergence de cette nouvelle activité. Ils permettent de disposer aujourd'hui de compétences et d'une avance dans la mise en œuvre de techniques plus complexes d'amélioration des performances (nutrition larvaire, génétique). Ce capital important de connaissances constitue une base utilisable pour toutes les espèces potentielles.

Par la suite, les travaux de recherche ont eu pour objet de répondre aux contraintes propres au développement de l'activité en France : mise en place de travaux de physiologie environnementale, recherches sur l'aquaculture en « systèmes clos », programme destiné à préciser les relations aquaculture-environnement. Parallèlement, des travaux d'accompagnement du développement ont été initialisés, en particulier, dans les domaines de la génétique, de la pathologie et du contrôle nutritionnel de la qualité des produits.

À ce jour, les compétences de l'institut sont caractérisées par de sérieuses connaissances dans les domaines :

- de la biologie sur plusieurs espèces de poissons d'intérêt économique, associée à une expérience de généraliste/zootechnicien permettant une analyse intégrée de l'ensemble des facteurs de production ;
- des disciplines scientifiques impliquées dans l'amélioration de la production (physiologie, nutrition, génétique, pathologie) mais pour lesquelles les moyens disponibles sont variables : ainsi, malgré un effort de formation important, l'institut souffre encore de carences dans des domaines fon-

damentaux comme la génétique et la pathologie ;

- des technologies de production, de transformation et du contrôle de la qualité des produits, de l'environnement et des études d'impact.

Ceci contribue à une **capacité d'analyse globale** des activités aquacoles, intégrant un grand nombre de composantes (technique, économique, environnementale, qualité des produits) et tous les systèmes de production (intensif, extensif, forçage du recrutement).

L'institut dispose d'**outils uniques** en France (salles d'aquaculture à Brest, à Palavas, Semii, marais expérimental du Crema-L'Houmeau) permettant de mener des travaux expérimentaux, en conditions contrôlées, sur la plupart des phases du cycle biologique des poissons dont l'accès est largement ouvert aux équipes extérieures à l'institut.

L'Ifremer apparaît ainsi comme un « ensemble scientifique » capable d'assurer la coordination et l'intégration des disciplines cognitives à des fins opérationnelles de développement. Cette capacité constitue un avantage stratégique spécifique, envié par de nombreux pays et valorisable sous de multiples formes.

Un organisme de recherche initiateur et accompagnateur du développement

Les apports de la recherche en tant que moyen d'amélioration des performances sont perceptibles aujourd'hui à travers l'émergence d'une demande de la profession (bien traduite lors de la réunion professionnels/recherche de Bordeaux Aquaculture 1996).

Celle-ci se concrétise par la signature d'accords cadres entre l'Ifremer et les principales entreprises, par des relations de plus en plus suivies avec les principales organisations professionnelles (FFA, SFAMN, Sysaaf, Savu), par des travaux d'intérêt commun engagés grâce à des financements complémentaires, par un travail régulier de conseil aux entreprises (Palavas, Semii).

Des financements essentiellement publics

Le budget annuel accordé par l'institut à la recherche sur les poissons est de 27 millions de francs (y compris les salaires). Les effectifs sont de 27,5 cadres et de 30 techniciens,

soit une personne pour environ 5 millions de francs de chiffre d'affaires d'une filière de production émergente. Même si ces travaux correspondent à une demande de la profession, ils sont financés essentiellement sur fonds publics propres : les dépenses opérationnelles des laboratoires, qui s'élèvent à 2,5 millions de francs, sont financées à hauteur de 20 % par des recettes.

Ceci s'explique par deux types de raisons :

- *externes à l'institut*. Les entreprises étant généralement de taille artisanale, la profession a été longtemps peu structurée ce qui ne facilite pas l'organisation d'une recherche finalisée. Par ailleurs, le rôle institutionnel de l'institut lui a conféré un rôle implicite d'« obligation publique » de transfert à la profession ;

- *internes*. Longtemps a persisté l'idée que la recherche publique doit être totalement prise en charge par l'État. Cette situation a permis pendant quinze ans de donner la priorité à des recherches centrées sur l'acquisition des bases biologiques de l'aquaculture, avec une certaine forme d'autolimitation de la recherche de cofinancement pour ne pas risquer de concurrencer, directement ou indirectement, à court ou long terme, les positions des professionnels français vis-à-vis de partenaires étrangers. Avec la maîtrise progressive des connaissances et des technologies nécessaires au lancement d'élevages commerciaux, le problème du transfert de ce savoir-faire est apparu avec plus d'acuité. La mise en place de la filiale de valorisation France-Aquaculture a été efficace pour le marché international mais plus difficile en France en raison de contraintes de concurrence et de confidentialité.

Cependant, cette situation évolue vers une plus grande motivation et participation des professionnels. En particulier, des liens se sont créés avec les entreprises les plus dynamiques de la profession. Cette interface facilite la prise en compte des besoins de la filière sur le long terme, la sélection des priorités de recherche et la mobilisation de financements d'origines variées.

L'Ifremer et ses partenaires de recherche

Parallèlement à l'Ifremer, d'autres structures publiques françaises, dont l'Inra, mènent des travaux de recherche en pisciculture aquacole ou marine. Avec l'Inra ont été créées :

- une structure commune d'expérimentation, la Semii en 1981 ;

- une unité mixte de recherche en nutrition entre les laboratoires de l'Ifremer de Brest et de l'Inra à Saint-Pée-sur-Nivelle (22 personnes dont 11 chercheurs), dans un domaine où il n'y avait pas de spécificité marquée de chacun des organismes autre que celle tenant au milieu d'exploitation (eau douce et eau de mer).

D'autres travaux de nature très diverse sont menés par les universités ou le CNRS sur des poissons d'intérêt aquacole. Les principaux laboratoires travaillant dans ce domaine sont les suivants (ceux avec lesquels des collaborations avec l'Ifremer sont effectives sont notés *) :

- **en physiologie** : le laboratoire de physiologie des poissons de l'Inra à Rennes* (endocrinologie de la reproduction, croissance, écotoxicologie, 37 personnes dont 18 chercheurs), l'ex-URA 256 de Rennes I* (spécificité cellulaire de la réponse hormonale, canaux et récepteurs membranaires, 20 chercheurs), l'URA 1938 à Nice* (transport actif membranaire, 5 chercheurs), le laboratoire des systèmes intégrés de l'université de Bretagne occidentale* (3 chercheurs), le MNHN* (4 chercheurs) ainsi que d'autres laboratoires de biologie universitaires comme celui d'Orsay* (3 chercheurs) ;

- **en génétique** : le laboratoire de génétique de poissons de l'Inra à Jouy-en-Josas* (19 personnes), l'université de Montpellier II* (F. Bonhomme, 15 personnes) ;

- **en pathologie** : le centre national d'études vétérinaires et alimentaires à Brest* (15 personnes), le laboratoire de pathologie des poissons de l'Inra (5 chercheurs), l'école vétérinaire de Nantes (3 chercheurs).

Parallèlement à la recherche publique, les plus importantes structures privées de production mènent leurs propres travaux qui concernent principalement des recherches rapidement valorisables par l'entreprise pour elle-même : essais de formules alimentaires, amélioration des techniques d'élevage, sélection, triploïdisation, études technologiques, adaptation de la zootechnie à des conditions particulières d'environnement. Ces travaux visent une application pratique à plus ou moins court terme et sont donc complémentaires de la recherche publique qui conserve un aspect plus « prospectif » et des objectifs à plus long terme. Un effort de recherche significatif est également consenti par les fabricants d'aliments dont la plupart ont aujourd'hui une envergure internationale.

Il est intéressant de resituer l'effort de la France dans son **contexte international**. En dehors de l'Union européenne, on note, par exemple, les efforts importants fournis par certains pays comme Israël ou la Norvège. Ce dernier pays a investi en 1994 de l'ordre de 215 millions de francs français dans la recherche, principalement salmiconicole, avec 750 personnes impliquées dans 16 instituts (soit 1 personne pour 10 millions de francs de chiffre d'affaires pour une filière salmiconicole établie).

Un positionnement original

Les travaux effectués par l'Ifremer dans le domaine piscicole sont différents de ceux menés par les autres équipes de recherche françaises.

- L'institut est le seul à mener des travaux de recherche zootechnique appliquée aussi bien que des recherches à caractère plus fondamental sur la génétique ou l'immunopathologie. Cette large gamme de compétences lui donne la capacité d'intégrer tous les aspects requis pour l'analyse globale de la filière de production. La disponibilité d'outils de recherche performants lui permet de travailler dans des conditions proches de celles de la production et de collaborer à des travaux de recherche plus fondamentaux en partenariat avec des équipes associées.

- Dans certains domaines de recherche, partagés avec d'autres équipes (l'Inra notamment), il mène des travaux complémentaires. Dans le domaine de la physiologie, l'étude des relations animal/milieu ne porte que sur des paramètres d'intérêt aquacole déterminants ou limitants ; dans celui de la reproduction, l'approche endocrinologique n'est pas envisagée mais l'institut investit davantage dans le contrôle technique de la reproduction et la qualité des gamètes ; en pathologie, en collaboration avec le Cneva, l'Ifremer focalise ses efforts sur une maladie dont les conséquences économiques pour la filière sont importantes (la nodaviriose du bar). En revanche, le manque de plusieurs compétences spécifiques et l'originalité des approches de certains problèmes ont conduit au regroupement des moyens et à la création du laboratoire Ifremer-Inra de nutrition et, d'une façon plus générale, favorisé un rapprochement avec d'autres équipes (Cneva, Inra génétique, etc.).

L'Ifremer est ainsi **une entité structurée** munie d'importants moyens de recherche alors que, dans la plupart des pays, la recherche aquacole est dispersée. Ceci permet de disposer :

- d'une **capacité d'expertise scientifique** de haut niveau, soit avec ses moyens propres, soit en association avec des partenaires scientifiques réguliers, dans toutes les disciplines scientifiques intervenant dans ce domaine : biologie, pathologie, génétique, nutrition, etc. ;

- de **connaissances zootechniques** entretenues depuis plus de vingt ans grâce à plusieurs installations d'expérimentation à différentes échelles, au contact régulier avec les producteurs. Cette expérience et l'entretien de ce dialogue avec les professionnels facilitent la prise en compte de leurs besoins dans les différentes filières sur le court comme sur le long terme ;

- d'une **capacité de synthèse et de proposition** appréciée car elle correspond bien aux besoins des principaux décideurs dans de nombreux domaines : aménagement, réglementation, coopération, restructuration, formation, etc. Cette compétence est souvent sollicitée par divers pays désireux d'organiser de manière rationnelle et durable le développement d'une activité de pisciculture marine (pays de la Caraïbe, ASEAN, Viêt-nam, Chili, Australie, Afrique du Sud...).

Annexe 2

Données chiffrées des tableaux présentés dans le texte

Tableau 1 - Évolution comparée des productions mondiales de la pêche et de l'aquaculture de 1975 à 1996 en millions de tonnes (hors végétaux marins).

	Aquaculture	Pêche
1975	6,8	60
1980	7,2	68
1985	7,7	78,6
1986	8,8	84
1987	10,1	84,2
1988	11,2	87,8
1989	11,4	88,8
1990	12,1	85,9
1991	12,7	85
1992	14,4	86,2
1993	16,5	87,3
1994	18,6	92,7
1995	21,3	93
1996	26,4	94,6

Source : FAO, 1998.

Tableau 2 - Évolution de la production piscicole marine mondiale de 1985 à 1996 en centaines de milliers de tonnes.

	Milkfish	Salmonidés marins	Sépioles	Bars - daurades	Autres poissons marins	Total pisciculture marine mondiale
1985	311	59,2	152	1	88	611,2
1986	310	83	149	2	106,4	650,4
1987	332	104,3	160	3	125,3	724,6
1988	345	166,2	167	3,5	153,7	835,4
1989	333	225,5	154	5,1	156,9	874,5
1990	434	264,8	161	8,6	220,8	1 089,2
1991	416	305,5	162	13,3	250,5	1 147,3
1992	343	338,6	149	19,9	245,5	1 096
1993	359	412,3	141	29,5	261,1	1 202,9
1994	376	493	148	38,4	306,9	1 362,3
1995	365	596,5	170	46,6	370,4	1 548,5
1996	364	725,4	146	59,2	422,7	1 717,3

Source : FAO, 1998.

Tableau 3 - Évolution de la production piscicole marine européenne de 1985 à 1997
en centaines de milliers de tonnes.

	Salmonidés marins	Bars - daurades	Autres poissons marins	Total pisciculture marine Europe
1985	38,2	1	3,4	42,6
1986	58,8	2	5,7	66,5
1987	66,2	3	4,2	73,4
1988	106,6	3,5	3,9	114
1989	153,1	4,5	4	161,6
1990	198,6	7,5	3,8	209,9
1991	224,4	17	5	246,4
1992	190,2	17	5,7	212,9
1993	242,2	26	5,2	273,4
1994	295,3	35	6,2	336,5
1995	354,6	42	6,9	403,5
1996	418,2	56	7,3	481,5
1997*	457,8	72	7,9	537,7

* Estimation

Sources : FAO, Ofimer, Sipam, Ifremer, 1998.

Tableau 4 - Évolution de la production de bar et daurade
dans les pays méditerranéens de 1985 à 1998
en milliers de tonnes.

	Bar	Daurade	Total
1985	0,5	0,5	1
1986	1	1	2
1987	1,5	1,5	3
1988	1,5	2	3,5
1989	2	2,5	4,5
1990	3	4,5	7,5
1991	5	12	17
1992	8	9	17
1993	13	13	26
1994	14	21	35
1995	18	24	42
1996	25	31	56
1997	35	37	72
1998*	42	43	85

* Estimations

Sources : FAO, Ofimer, Ifremer, Sipam, 1998.

Références bibliographiques

Aquaculture et contexte général

- Anonyme, 1996. Aquaculture et développement rural et côtier (Paris). Colloque organisé avec le ministère de l'Agriculture, de la Pêche et de l'Alimentation, l'association pour le développement de l'Aquaculture, l'Ifremer. Comptes rendus de l'Académie d'agriculture de France, vol. 82, n° 9, 189 p.
- Barnabé G., 1986. Élevage de poissons marins. *In*: Aquaculture, vol. 1, chap. 1-12. Éd. Lavoisier, Paris.
- Boeuf G., 1999. Acclimatization of aquatic organisms in culture. *In*: Encyclopaedia of Life Support Systems, Unesco, 15 p., sous presse.
- Chatain B., Saroglia M., Sweetman J. *et al.*, 1996. Seabass and seabream culture : problems and prospects. International workshop of Verone. Oostende: European Aquaculture Society, 388 p.
- Conseil général des pêches pour la Méditerranée, 1990. Rapport de la première session du groupe de travail sur les récifs artificiels et la mariculture. Ancône, Italie, 27-30 novembre 1989. FAO, rapport sur les pêches, n° 428, 162 p.
- Chamberlain G., Rosenthal H., 1995. Aquaculture in the next century, opportunities for growth, challenges of sustainability. *World Aquaculture* 26 (1), mars 1995.
- FAO, 1995. L'ampleur des besoins ; atlas des produits alimentaires et de l'agriculture : rapport bilan de 50 ans d'activité de la FAO. Sous la direction de Tony Loftas. 128 p.
- Ferlin P., 1994. L'Aquaculture. Presses universitaires de France, Paris, collection Que sais-je ? n° 2901, 127 p.
- Fnuap, 1996. État de la population mondiale. Sous la direction de Nafis Sadik. New international publications, Oxford, UK, 76 p.
- Girin M., 1991. L'Aquaculture adulte. Éditions Aqua Presse, Bordeaux, 218 p.
- Guéguen J., Prouzet P., 1994. Le saumon atlantique, biologie et gestion de la ressource. Éd. Ifremer, 332 p.
- Gaudin T. (coordinateur), 1990-2100, récit du prochain siècle. Éd. Payot, Paris, 600 p.
- Harache Y., Prouzet P., 1989. Repeuplement et pacage marin de salmonidés migrateurs. *In*: L'homme et les ressources halieutiques. Troadec J.-P. Éd. Ifremer, 261-312.
- Hussenot J., Buchet V., 1998. Marais maritimes et aquaculture : activité durable pour la préservation et l'exploitation des zones humides littorales. Éd. Ifremer, Actes de colloques n° 19, 279 p.
- Kirada S. Effectiveness of Japan's stock enhancement. *In*: Stock enhancement and sea ranching. Howell, E. Moksness B.R., Svasand T. (ed.). Blackwell Scientific Publications, Oxford (in press).
- Lavens P., Remmerswaal R.A.M., 1993. Turbot Culture : Problems and Prospects. Proceedings of the satellite workshop of World Aquaculture '93 (Torremolinos), Lavens P. (ed.), European Aquaculture Society, special publication, n° 22, VIII, 1994, 358 p.
- Maître-Alain T., 1990. Les filières de formation en aquaculture et en hydrobiologie. Publication de l'association pour le développement de l'Aquaculture, n° 57, 84 p.
- Mc Vey, James P. (ed.), 1991. Handbook of mariculture. Volume II: Finfish aquaculture. Boca Raton. CRC press, 256 p.
- Organisation de Coopération et de Développement économique, 1989. Aquaculture. L'émergence d'une industrie nouvelle. Paris, OCDE, 134 p.
- Pillay T.R.V., 1990. Aquaculture : principles and practices. Oxford Fishing news books, XVI-575 p.
- Reinertsen H., Haaland H. (ed.), 1994. Sustainable fish farming. Proceedings of the first international symposium on sustainable fish farming. Oslo, 28-31 août 1994, 307 p.
- Shepherd J.C., Bromage N.R. (ed.), 1989. Intensive fish farming. Oxford, BSP professional books, 1989. VIII-404 p.
- Spotte S., 1979. Seawater aquariums. The captive environment. Wiley, NY, USA, 356 p.

Svennevig N., Krogdahl A., 1995. Aquaculture Europe'95 (Trondheim). Quality in aquaculture : short communications and abstracts. European Aquaculture Society, special publication, n° 23, 419 p.

Troadec J.-P., 1998. Les systèmes extensifs de cultures et d'élevages marins. Rapport de la sous-commission des Pêches, commission de l'Agriculture et du Développement rural, Conseil de l'Europe, 39 p.

Troadec J.-P., 1998. The regulation of access to natural resources in marine aquaculture. Contribution au NATO Advanced Research Workshop. In: Modern Aquaculture in the coastal zone: lessons and opportunities. Porto, 13-17 septembre 1998, 20p.

Droit

Ifremer, 1993. Aquaculture et Environnement : aspects réglementaires. Éd. Ifremer, Actes de colloques n° 16, 1994, 160 p.

Morice F., Merceron M., Kempf M., 1997. Pisciculture marine et environnement en France : réglementation, pratique, propositions. Équinoxe, n° 59, 56 p.

Économie

Ciheim, 1995. Aspects socio-économiques et juridiques de l'aquaculture en Méditerranée. Réseau Selam. Thessalonique, Grèce, 11-13 octobre 1995. Cahiers « Options Méditerranéennes », Ciheim éd., vol. 17, 245 p.

Ciheim, 1995. Aspects économiques de la production aquacole en Méditerranée : la commercialisation des produits aquacoles. Réseau Selam. Montpellier, France, 17-19 mai 1995. Cahiers « Options Méditerranéennes », Ciheim éd., vol. 14, 276 p.

Paquotte P., 1998. New species in mediterranean aquaculture: is it an answer to the market demand for differentiated products? International symposium on new species for mediterranean aquaculture. Alghero, Italy, April 22-24, 1998 (à paraître chez Elsevier).

Environnement et aquaculture

Alderman D.J., Rosenthal H., Smith P. *et al.*, 1994. Chemicals used in mariculture. ICES cooperative research report, n° 202, 100 p.

Black E.A., Burbridge P., Gowen R., Davies I. (ed.), 1994. Fish farm effluent and their control in EC countries. Proceedings of the workshop on Aquaculture and environment. (Hamburg). Journal of applied ichthyology, vol. 10, n° 4, 215-389.

Baird D.J., Beveridge M.C., Kelly L.A. (ed.), 1994. Aquaculture and Water Resource Management (Stirling, UK). Blackwell science, Oxford, X-219 p.

Barg U.C., 1992. Guidelines for the promotion of environmental management of coastal aquaculture development. FAO Fisheries technical paper, n° 328, 122 p.

De Pauw N., Joyce J., 1991. Aquaculture Europe '91 (Dublin). Aquaculture and the environment. European Aquaculture Society, special publication, n° 14, 332 p.

Mäkinen T. (ed.), 1991. Marine aquaculture and environment. Copenhagen, Nordic Council of Ministers, IV-126 p.

MEDRAP, 1992. Aquaculture et environnement en Méditerranée. Session spéciale Bordeaux'92, Ferlin P., Van Heck A. (éd.). Publication de l'association pour le développement de l'Aquaculture, n° 29, 153 p.

Prieur L., 1996. La réservation de sites pour les cultures marines. Publication de l'association pour le développement de l'Aquaculture, n° 50, 91 p.

Rochard E., Taverny C. (éd.), 1991. Quatrième rencontres inter-régionales de l'AGLIA. Bordeaux 28 et 29 nov. 1991. Actes du colloque aquaculture et environnement littoral. Publication de l'association pour le développement de l'Aquaculture, n° 25, 158 p.

Génétique

- Beaumont A.R., 1995. Genetics and evolution of aquatic organisms. Chapman & Hall, London, 539 p.
- Chevassus B., 1994. Méthodes et techniques pour l'amélioration génétique en aquaculture. Session Biotechnica (Bordeaux), actes mis en forme par Testet V. Publication de l'association pour le développement de l'Aquaculture, n° 44, 126 p.
- Gjerde B., Rye M., 1998. Design of breeding programmes in aquaculture species : possibilities and constraints. Cahiers « Options Méditerranéennes », vol. 34, 181-192.
- Kirpichnikov V.S., 1981. Genetic Bases of Fish Selection. Springer-Verlag, Berlin, 410 p.
- Purdom C.E., 1984. Genetics and Fish Breeding. Fish and Fisheries Series 8. Chapman & Hall, London, 277 p.

Nutrition

- Ciheim/Tecam, 1996. Feeding tomorrow's fish. Workshop of the network on technology of aquaculture in the Mediterranean (Mazarrón, Espagne), Tacon A., Basurco B. (ed.) « Cahiers Options Méditerranéennes », vol. 22, 307 p.
- De Silva, Sena S., Anderson T.A., 1995. Fish nutrition in aquaculture. Chapman & Hall, London, (Aquaculture series ; 1), XIX-319 p. (Aquaculture series ; 1)
- Guillaume J.-C., Kaushik S., Bergot P., Métailler R., 1999. Nutrition et alimentation des poissons et des crustacés. Inra éditions. Coéd. Inra-Ifremer, 490 p.
- Milcendeau B. (ed.), 1998. Proceeding of the IIIrd International Symposium on Nutritional Strategies and Management of Aquaculture Waste (NSMAW), Vila Real, Portugal, October 1-4, 1997. Aquat. Living Resour., vol 11 (4). Elsevier, Paris, Ifremer.
- Wilson R.P. (ed.) 1998. VII International symposium in fish nutrition and feeding. Aquaculture, special issue, vol. 161 (1-4) may, 1998.

Pathologie

- Iwama G.K., Pickering A.D., Sumpter J.P. *et al.* (ed.), 1997. Fish stress and health in aquaculture. Society for experimental biology seminar series ; 62. Cambridge University press, IX-278 p.
- Kinne O., 1984. Disease of marine animals. Hamburg: Biologische Anstalt Helgoland, vol 4, part 1, 541 p.
- Roberts R.J., 1979. Pathologie du poisson. Maloine (ed). Paris, 317 p.
- Sindermann C.J., 1990. Principal diseases of marine fish and shellfish. 2^e edition. Academic Press Inc., vol. 1, 521 p.; vol. 2, 514 p.

Physiologie

- Boeuf G., 1998. La physiologie en aquaculture : situation à l'Ifremer et contexte national. Éd. Ifremer, Bilans & Perspectives, 71 p.
- Wedemeyer G.A., 1996. Physiology of fish in intensive culture systems. Chapman & Hall, New York, XVI-232 p.
- Bromage N.R., Roberts R.J., 1995. Broodstock management and egg and larval quality. Ed. Blackwell Science Ltd. 435 p.

Statistiques de production

- Aqualog, 1998. Production aquacole française : aquaculture, conchyliculture, pisciculture. Présenté par Serge Carle. La Seyne-sur-Mer, Aqualog, 151 p.
- FAO, 1997. The state of world fisheries and aquaculture in 1996. FAO Fisheries department, 127 p.
- FAO, 1997. Review of the state of world aquaculture. FAO Fisheries circular, n° 886, rev. 1, 163 p.
- FAO, 1998. Statistiques de production de l'aquaculture 1987-1996. FAO Fisheries circular n° 815, rev. 10, 197 p.

Technologie

- Belaud A., 1985. Oxygénation de l'eau en aquaculture intensive. Collection de l'institut national polytechnique de Toulouse. Cépaduès éditions, Toulouse, France, 207 p.
- Beveridge M.C.M., 1996. Cage aquaculture. 2nd ed. Oxford Fishing news books, VI-346 p.
- Huguenin J.E., Colt J., 1989. Design and operating guide for aquaculture seawater systems. Elsevier, Amsterdam, Developments in aquaculture and fisheries science, 20 VI-264 p.
- Jensen A.C. (ed.), 1996. European artificial reef. Proceedings of the 1st EARRN conference, Ancona, Italy. Southampton oceanography centre, UK, 449 p.
- Muller-Feuga A., 1990. Modélisation de la croissance des poissons en élevage. Rapports scientifiques et techniques de l'Ifremer, n° 21, 58 p.
- Priour D., 1995. Concevoir des structures pour l'élevage des poissons en mer. Éd. Ifremer, 172 p.
- Spotte S., 1992. Captive seawater fishes : science and technology. John Wiley & sons, New York, XXII-942 p.
- Timmons M.B., Thomas M. Losordo (ed.), 1994. Aquaculture water reuse systems: Engineering design and management. Elsevier, Developments in aquaculture and fisheries science, vol. 27, Elsevier, 333 p.

Liste des principaux acronymes

Cemagref	Centre national du machinisme agricole du génie rural des eaux et forêts
Cirad	Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement
Cneva	Centre national d'études vétérinaires appliquées
Cnexo	Centre national pour l'exploitation des océans
CNRS	Centre national de la recherche scientifique
Crema	Centre de recherche en écologie marine et aquaculture
FAO	Food and Agriculture Organisation (OAA)
FFA	Fédération française de l'aquaculture
FNUAP	Fonds des Nations-Unies pour la population
Ifremer	Institut français pour l'exploitation de la mer
Inra	Institut national de la recherche agronomique
IRD	Institut de recherche pour le développement (anciennement Orstom)
MNHN	Muséum national d'histoire naturelle
Ofimer	Office national interprofessionnel des produits de la mer et de l'aquaculture
Savu	Service d'assistance vétérinaire d'urgence
Semii	Station expérimentale mixte Ifremer/Inra
SFAMN	Syndicat français de l'aquaculture marine et nouvelle
Sipam	Système d'information pour la promotion de l'aquaculture en Méditerranée
Sysaaf	Syndicat des sélectionneurs avicoles et aquacoles français

Les rédacteurs remercient les personnes qui ont apporté leur concours à la documentation et à la mise en forme finale de ce document, notamment O. Barbaroux, J.-P. Blancheton, C. Cahu, B. Dupuy, M. L'Excellent, A. Radenac, J. Zambonino.

Réalisation, mise en page : XLC (02 98 30 50 07)

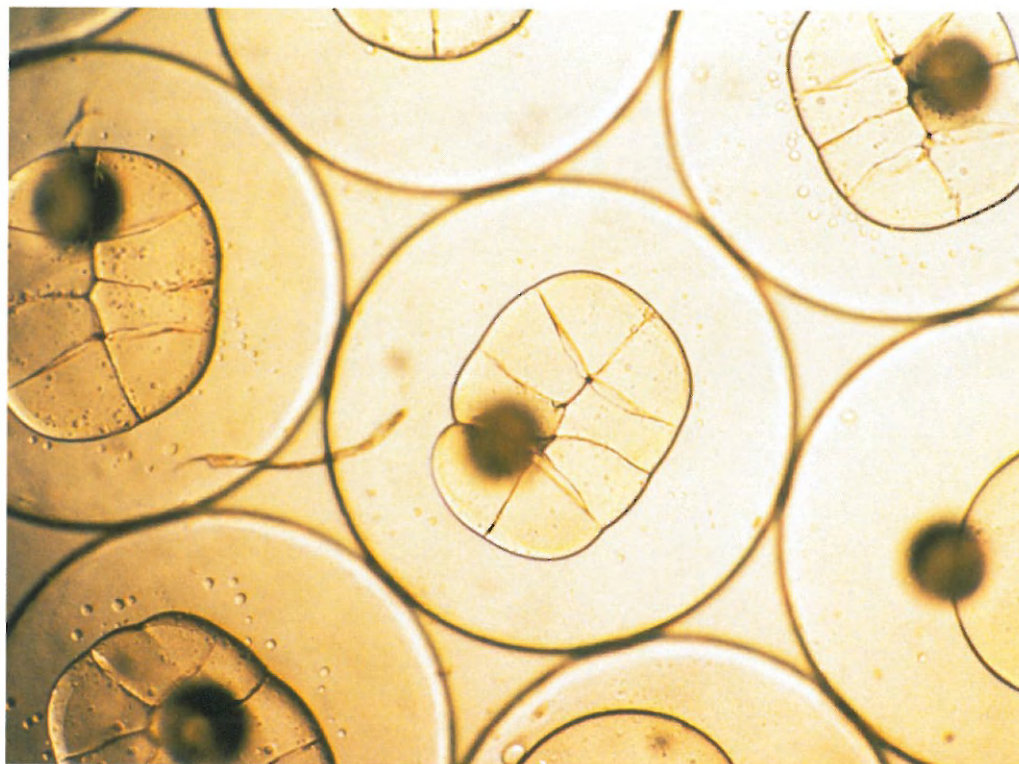
Achevé d'imprimer sur les presses de Cloître Imprimeurs

ISSN 1279-8339

ISBN 2-84433-007-X / Dépôt légal 2^e trimestre 1999

© 1999, Ifremer. Tous droits de reproduction, même partielle,
par quelque procédé que ce soit, sont réservés pour tous pays.

Crédits photos : F. Bachet, p. VIII (haut) - O. Barbaroux, p. 15, 24, III (bas), IV, VII - O. Dugornay, p. 1 (bas)
E. Goyard, p. V (bas) - Y. Harache, p. 10, 23, 29, 35, II (haut), V (haut) - Ifremer, p. 11, I (haut)
D. Lacroix, p. II (bas), VI, VIII (bas) - B. Lengen, p. III (haut) - P. Muriot/Soleil noir, p. 30.



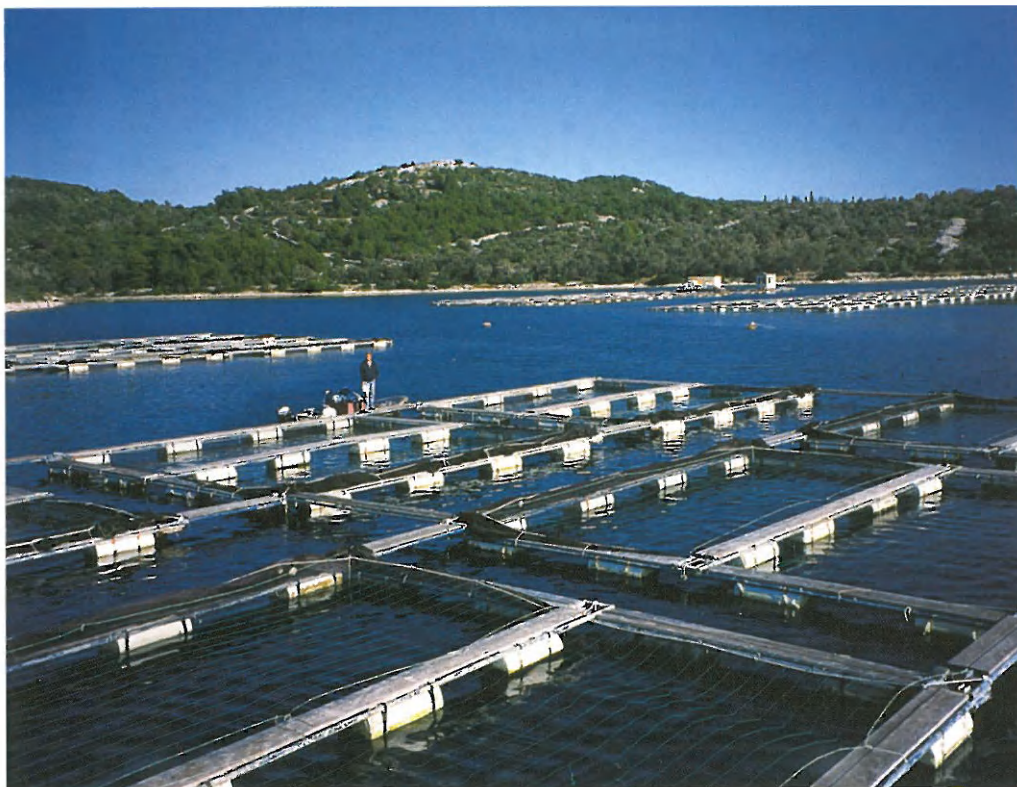
Les espèces marines pondent des œufs de petite taille : œufs de turbot d'un jour (1,2 mm).



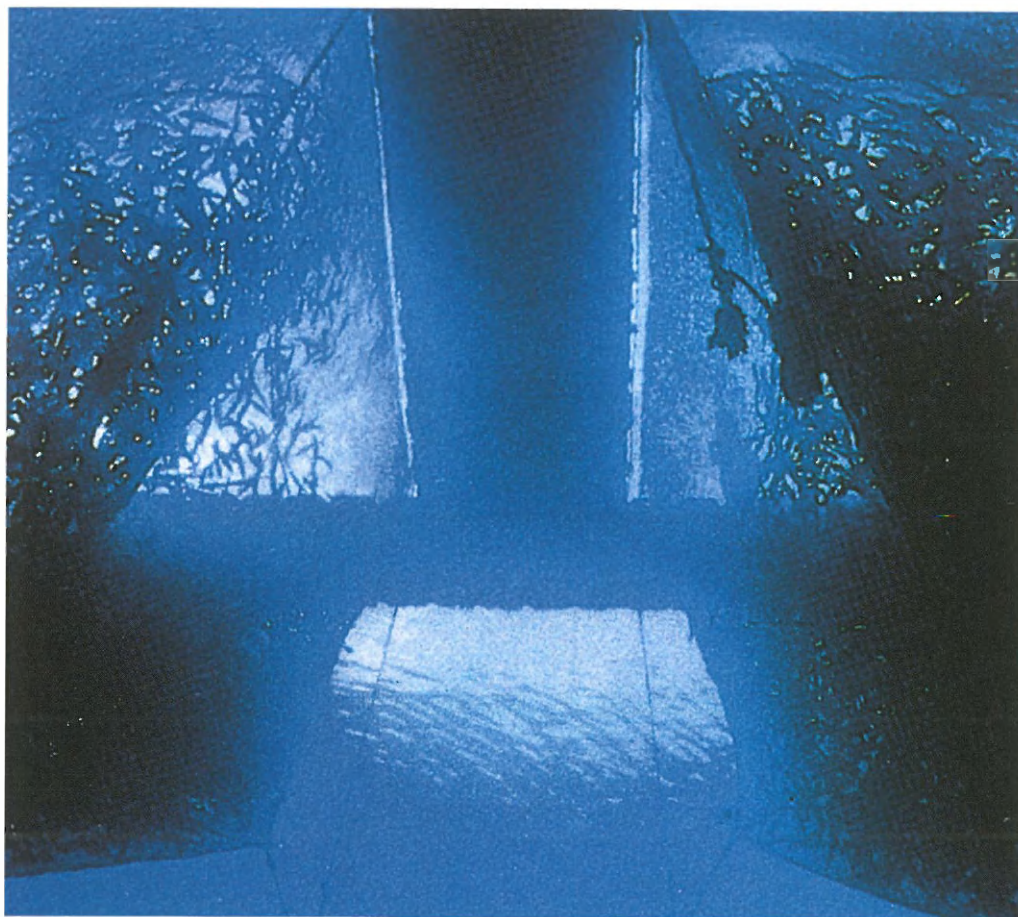
Larves de bars.



Salle d'élevage larvaire de bar dans une éclosérie industrielle française.



Ferme artisanale d'élevage de bar et d'aurade en Adriatique.



Vue sous-marine
de cages d'élevage de bars
en Méditerranée.



L'alimentation des poissons
dans une ferme de Méditerranée.



Échantillonnage à la Semii
(salmoniculture expérimentale
marine Ifremer-Inra) à Camaret.



Ferme industrielle de production de bar en bassins (Aquacord-France).



Reproducteurs d'ombrine tropicale en cage (Martinique).



Élevage au large en Méditerranée orientale (Chypre).



Cages pour l'élevage du bar
(Corse).



Récif artificiel en cours de colonisation en Méditerranée (Parc régional marin de la côte bleue).



Bars, daurades et rougets d'une mosaïque romaine du I^{er} siècle à Carthage (Tunisie).