

LE DEVELOPPEMENT DE LA RECHERCHE SUR L'AQUACULTURE "NOUVELLE" EN FRANCE

GILLY B.
WEBER J.

Février
DRV/SDA - 86/02

INTRODUCTION

1 - METHODOLOGIE

2 - DEFINITIONS ET ENJEUX

2.1. - L'objet

2.2. - L'objet et les enjeux

2.3. - Les enjeux et le mythe

2.4. - Conclusion

3 - LES ENJEUX ET LES RESULTATS

3.1. - Les fondements des prévisions

3.2. - Constitution d'une source de denrées alimentaires

3.3. - Création d'un secteur commercial

3.3.1. - Impact sur les échanges

3.3.2. - Impact sur les marchés

3.4. - Création d'entreprises

3.4.1. - Création d'emplois

3.4.2. - Création de valeur ajoutée

3.5. - Aménagement de l'espace littoral

3.6. - Exploitation commerciale de connaissances techniques

4 - CONCLUSION

INTRODUCTION

De symposiums en colloques, de synthèses en évaluations, des laboratoires au terrain, l'aquaculture ne s'est pas développée dans l'indifférence. Avant même de s'être trouvée, elle devenait un enjeu des relations entre professionnels, communauté scientifique, administrations de tutelle, instances politiques. La lecture des documents, quelle que soit leur source, révèle des réactions excessives, tantôt d'optimisme, tantôt de pessimisme. Pourquoi pareille fièvre ? Comment expliquer une telle réceptivité, une telle sensibilité à l'aquaculture, de la part d'un milieu professionnel habituellement considéré comme relativement peu perméable aux innovations ? Pourquoi des positions aussi passionnelles dans un milieu scientifique en principe préparé à l'insolite et armé pour l'analyse ? Comment expliquer semblable volontarisme de l'administration en faveur d'une activité qui n'a pourtant, à ce jour, apporté aucune preuve convaincante de son efficience économique ?

A la suite du "rapport PEYREFITTE", le CNEXO est créé en 1967. Celui-ci retient dès sa création, l'aquaculture comme thème prioritaire de recherches. La diversité des perspectives qu'elle est supposée offrir explique sans doute pour partie l'intérêt considérable qu'elle a suscité au cours des quinze dernières années. Pourtant, dès les premiers résultats du transfert vers les professionnels, et parfois même avant cela (FURNESTIN, 1970), doutes et questions affluent. Commencent les évaluations de l'aquaculture qui toutes donnent à choisir entre deux diagnostics quelque peu partiels : une naissance tardive ou une mort prématurée, sans pour autant, à notre connaissance, qu'aucun groupe de travail ne se risque véritablement à trancher.

Si en période de relative prospérité, il était possible de s'offrir une recherche multiforme, "tous azimuts", les contraintes économiques obligent désormais à des choix : il ne s'agit pas d'abandonner certaines filières au profit d'autres, mais bien d'afficher une hiérarchie de priorités et d'objectifs (TROADEC, 1984). Ce n'est guère s'avancer que de constater que les objectifs de production que s'assignaient les projets ont fait long feu ; par ailleurs, les seuls critères de faisabilité technique ou biologique ne suffisent pas à établir des priorités. On se tourne donc vers les économistes, leur posant les questions suivantes : l'aquaculture marine a-t-elle un avenir en France ? quelles filières sont les plus susceptibles de réussir leur développement ? Et c'est apparemment juste retour des choses, les économistes ayant suffisamment critiqué le fait de baser les perspectives économiques des projets sur la prise en compte des seuls critères biologiques.

Répondre à ces questions en suppose d'autres résolues. Qu'est ce que l'aquaculture ? La question peut sembler triviale ; elle cesse de l'être dès que l'on tente d'en

cerner les contours dans l'imposante littérature qu'elle a suscitée. La notion même d'aquaculture évolue dans le temps, les diverses acceptions renvoyant à des écoles de pensées, à des philosophies différentes. Quel est le passé de l'aquaculture ? Comment s'est-il construit et avec qui ? Telles sont les questions préalables qui permettront peut-être de séparer les tendances de développement d'une activité nouvelle des mouvements browniens qui l'ont agitée.

Ce sera notre démarche au long de cet exercice. Cherchant à extraire le passé de l'aquaculture des enjeux politiques dont elle a été l'objet, nous devons convenir que ce passé est double :

- une assise culturelle liée à l'ancienneté des tentatives de domestication des animaux marins par les hommes, particulièrement en Asie mais également sur le pourtour du bassin méditerranéen. Le rêve d'une "agriculture de la mer", le mythe d'une "nouvelle révolution néolithique" trouvent peut-être ici leur origine. Il n'en demeure pas moins que ces mythes ont débouché sur un paradigme, capable de susciter un développement scientifique nouveau ;

- un acquis scientifique récent, d'abord construit sur des observations empiriques, puis sur une recherche plus scientifique.

Notre propos n'est pas de débattre de l'opportunité de telle ou telle recherche mais d'apporter un éclairage autre sur les enjeux liés à la recherche aquacole : comment une discipline apparaît, comment elle se pense.

Le développement de recherches en "aquaculture nouvelle" repose sur une série d'hypothèses, implicites ou explicites, dont découlent les définitions de l'aquaculture et les objectifs qui lui sont assignés.

La plus répandue oppose la prédation à la production. La pêche et la conchyliculture, prélevant des animaux dans le milieu sans apport, relèveraient de la prédation. Il s'en suivrait une faible productivité, et de faibles marges de croissance. Ce seraient des activités "traditionnelles", techniquement peu évoluées.

Par opposition, l'aquaculture "nouvelle" se proposant d'amender le milieu, de le contrôler, serait une activité de production susceptible -à terme- de productivité "moderne", à haute technicité.

Ainsi identifiées comme prédation, faible productivité, pêche et conchyliculture sont assimilables à la chasse et la cueillette.

Et si l'"aquaculture nouvelle" est définie par opposition, elle sera productive, technisée, et, toujours par opposition, assimilable à l'agriculture.

DONC, le "passage à l'aquaculture" apparaîtrait comme une "nouvelle révolution néolithique".

Ainsi se présente le mythe, défini comme tel parce qu'il se forme pour "dire quelque chose à quelqu'un" parce qu'il manipule l'histoire pour énoncer un avenir (LEVI-STRAUSS, 1956 et 1962). Parce qu'il entend moins démontrer que convaincre de la validité du projet qu'il énonce. LA PRAIRIE peut écrire : "(...) c'est de l'aquaculture que viendra la véritable révolution, prolongeant la terre des hommes par des fermes d'élevage sous-marines, dont le rendement à l'hectare surprendra plus d'un sceptique" (LA PRAIRIE, 1969). Si tous les sceptiques ne sont pas des scientifiques, la rigueur scientifique invite à douter de celle de l'exposé...

L'histoire de l'aquaculture montre qu'elle a été portée par un volontarisme étatique (BENGUIGUI et CHAVE, 1985). Dans un domaine à créer, en l'absence d'une profession constituée, le mythe ne peut parler qu'à l'Etat, fût-ce à travers les médias. Les scientifiques se sont donc insérés dans un système ternaire avec la "profession" et l'administration. Usant du procédé d'analogie critiqué précédemment, nous avancerons à celui des religieux dans la féodalité, aux côtés des paysans (les professionnels) et des soldats (l'administration) : à la fois producteurs d'un mythe et défricheurs, ils ont fait vivre "l'imaginaire aquacole" (Georges DUBY, "Les trois ordres ou l'imaginaire du féodalisme").

Constater que le développement des recherches en "aquaculture nouvelle" s'établit à partir d'un mythe fondateur ne signifie nullement que la recherche aquacole soit "mythique", au sens commun du terme. En faire le constat et l'analyse nous paraît indispensable pour comprendre quelles questions, à un moment donné, se posent les chercheurs, et pour quoi ils se les posent à défaut d'autres.

Notre objet de recherche se limite strictement aux conditions dans lesquelles la recherche en aquaculture "nouvelle" s'est mise en place et développée. Ce n'est pas une étude, encore moins un bilan de l'aquaculture. On n'y trouve donc pas de comparaison avec l'aquaculture extensive (conchyliculture), sauf quand cela s'avérerait nécessaire pour éclairer la recherche en aquaculture "nouvelle". Il semble que le volontarisme étatique ait joué pour la conchyliculture comme il jouera par la suite pour l'aquaculture "nouvelle", mais en étant relayé par des membres de professions libérales (COSTE, 1861). Mais la comparaison reste à faire entre les conditions de développement de l'une et l'autre formes d'aquaculture.

Parce que notre objet se limite à la recherche, la profession, et les rapports qu'elle a entretenus avec la recherche, est absente. Cet historique de l'activité professionnelle, de ses rapports avec l'Etat et la

recherche, esquissé par BENGUIGUI et CHAVE (1985), reste à faire et pourra donner lieu à un autre document. Nous avons, là encore, limité notre analyse aux regards portés par les scientifiques sur les professionnels, à travers les débats sur la possibilité du passage de la pêche à l'aquaculture où la nécessité d'un haut degré technicité. La profession n'existe cependant pas tant que telle : il n'y a pas en France de droit social spécifique ; par ailleurs, jusqu'à ce jour, les chercheurs sont plus nombreux que les professionnels dans une activité dont la production (y compris les DOM-TOM) n'excède pas 700 tonnes. (Par opposition, il existe une profession structurée d'aquaculteurs en eau douce).

Nous souhaitons que la lecture de ce document n'oblitére pas les considérations suivantes :

1. La recherche aquacole française compte parmi les meilleures du monde, tant sous nos latitudes qu'en milieu tropical, quelles que soient les critiques sur les formes qu'elle a prise ; cette remarque est d'autant valable pour l'aquaculture nouvelle que pour la conchyliculture.

2. Les échecs observables ne le sont que relativement à des perspectives outrancières ou erronées : tel est le risque de vouloir à tout prix démontrer a priori la rentabilité de recherches dont l'intérêt scientifique aurait pu suffire.

3. La faiblesse des résultats obtenus comparativement à ceux annoncés et/ou obtenus dans d'autres pays ne saurait permettre d'hypothéquer toute idée de développement ultérieur. A l'inverse, favoriser des opérations de développement simplement pour "valoriser" des programmes de recherche comporte des risques d'échecs importants.

Parce qu'elle est fille d'un mythe, celui d'une "nouvelle révolution néolithique", l'aquaculture a suscité bien des discours relevant plus de la passion que de la raison. Nous avons tenté de nous extraire des discours passionnels, en refusant d'admettre que la question soit d'être "pour" ou "contre". Il reviendra au lecteur de dire si nous y sommes ou non parvenus.

1 - METHODOLOGIE

Le développement de l'aquaculture en France, tel qu'on peut le percevoir au travers des rapports et articles émanant soit des scientifiques, soit des professionnels, pose le problème de la recherche d'un triple équilibre entre trois systèmes (R. PASSET, 1979) :

- un système "technique" où l'équilibre s'établit entre les caractéristiques écologiques (au sens large) des espèces visées et les conditions techniques de leur élevage ;

- un système "économique" où s'établit un équilibre de marché entre des variables de coût et de prix ;

- un système "social" confrontant les activités aquacoles et les activités complémentaires et/ou concurrentes.

Ces trois systèmes constituent trois terrains d'analyse sur lesquels l'ensemble des variables économiques et sociales (prix, quantités, emplois, investissements, etc...) et l'ensemble des actions sur ces variables (politiques "industrielles", gestion bio-économique des productions, régulation des marchés, aménagement...) auront des impacts divers. Il va de soi qu'aucun des équilibres au sein de ces systèmes (et entre eux) ne s'établit sans impact sur les autres, même si chacun d'entre eux subit les comportements d'acteurs dont les objectifs sont divergents. La recherche s'est penchée, plus ou moins intensément et avec plus ou moins de succès sur l'analyse des modes de fonctionnement de ces systèmes. Si elle a connu des difficultés qui ne permettent pas aujourd'hui, après plus de quinze années de recherche multiformes, de constater le développement d'une activité économique autonome, c'est en partie parce que, dépourvue d'objectifs, elle a dû elle-même s'en fixer. Or, il appartient au niveau politique de définir quel est -ou quels sont- les objectifs poursuivis dans la recherche de l'harmonisation des différents équilibres. Chaque système trouve toujours au moins une solution d'équilibre. Le niveau auquel se fera l'équilibre dépendra de(s) l'objectif(s) recherché(s). Les biologistes, investis de la charge de la recherche aquacole, ont déterminé leurs propres objectifs ; et force est de reconnaître que, la plupart du temps, ces objectifs ont été atteints : maximisation du rendement pondéral, minimisation du coefficient de transformation, etc... Pour autant, ces objectifs ne sont pas forcément ni nécessaires, ni suffisants au développement d'activité pérennes. D'autres peuvent être énoncés, qui seront pour partie complémentaires et pour partie contradictoires avec les objectifs des biologistes : maximisation de la valeur ajoutée nette produite ou des profits générés, maximisation des intérêts des consommateurs, préservation de l'environnement, création d'emplois, maximisation des effets induits en amont et en aval, etc... Chacun de ces objectifs peut se combiner ou s'opposer aux autres

puisque'ils sont largement interdépendants. Ainsi, SHEPHERD (1974) cite les contradictions de la trutticulture danoise en mer : le coefficient de conversion de 5 pour 1 le fait apparaître comme particulièrement "inefficace" aux yeux des biologistes ; pourtant, les économistes soulignent la très forte valeur ajoutée produite en raison du faible coût des aliments et du prix de marché très élevé.

Il s'agit bien de trois systèmes, définis comme un ensemble de relations entre des éléments, doté de lois de transformation.

Le premier est constitué essentiellement à partir des données physiques de production. Il s'agit d'abord de connaître les lois écologiques (biologie, physiologie, éthologie, etc...) qui régissent la croissance des animaux et en fonction de ces lois de déterminer les technologies (techniques, savoir-faire...) qui permettent leur réalisation. Interviennent alors les variables de productivité physique, les liens biomasse-technologie, etc... Pour l'analyse de ce système, la phase de recherche est indispensable, même si les phénomènes de modes contribuent à la mettre, pour l'heure, au banc des accusés.

Le deuxième conditionne la pérennité des entreprises et concerne surtout la valorisation de la production. C'est affirmer que l'aquaculture est une activité économique, qui doit créer de la richesse. Ce système doit s'articuler avec le précédent parce qu'il conditionnera un ou plusieurs choix parmi le champ des possibles. Ces déterminants sont de plusieurs ordres, pas toujours appréciables et souvent méconnus :

- éléments de coûts de production ;
- éléments de commercialisation : prix, quantités, types de consommation, circuits de commercialisation, marges ;
- éléments d'une éventuelle transformation ayant pour conséquence la production d'une valeur ajoutée supplémentaire (fumage, par exemple) ;
- éléments relatifs à la consommation : substitutions, élasticités.

Les éléments du troisième système sont les plus difficiles à cerner dans l'état actuel des choses. Le développement de l'aquaculture se fait en "terrain occupé" (PLASSARD et RENE, 1981). Il s'agit alors de connaître la hiérarchie des opportunités des différentes activités existantes ou nouvelles (pêche, tourisme, agriculture). Cet équilibre doit se réaliser simultanément avec les deux premiers puisque, des disponibilités dégagées par l'organisation de l'environnement économique découleront des choix modifiant les déterminants des objectifs retenus.

L'établissement de ces équilibres et leur harmonisation ne peut se faire qu'au travers de décisions technico-politiques. La recherche -et en particulier l'économie- ne trouve sa justification qu'en tant qu'élément de guide dans le processus de décision. Les différentes "évaluations" de l'aquaculture et de la recherche en aquaculture (colloque de La Rochelle, décembre 1981 ; colloque de Montpellier, 1982 ; colloque de Brest, 1982, Comité Economique et Social, 1981 ; Commission d'Evaluation de l'Aquaculture, 1982 et 1984 ; CNEEXO-ISTPM, 1983) ont généralement buté sur la confusion existant entre recherche et développement aquacoles.

Il nous faut donc, dans notre démarche, tenter de nous affranchir de cette ambiguïté. Dans le cadre d'une analyse économique, le "dénominateur commun" entre toutes les données est constitué par l'expression en valeur (prix et quantités) de toutes ces données. Malheureusement, dans certains cas, l'interprétation de cette expression sera sujette à caution dans la mesure où elle dépendra largement d'hypothèses subjectives que l'on se donne (par exemple, une référence théorique). D'autre part, l'expression en valeur de certaines données d'ordre essentiellement qualitatives (système 1 et 3, en particulier) relève, pour l'heure, du domaine de l'utopie, voir de l'impossibilité. Toute décision prenant en compte l'ensemble des déterminants impliquera forcément l'adhésion à un système de valeurs subjectives qui risque de nous confronter de nouveau à l'interface recherche-développement. Cette confusion a fini par conférer un caractère mythique à l'aquaculture en France : panacée universelle de tous les maux du système de pêche (réduction du déficit commercial, création d'emplois, etc...). Le terme aquaculture revêt (souvent de manière très lyrique) des vertus incantatoires : "(...) c'est de l'aquaculture que viendra la véritable révolution, prolongeant la terre des hommes par des fermes d'élevage sous-marines dont le rendement à l'hectare surprendra plus d'un sceptique" (LA PRAIRIE, 1969). Il s'agit bien d'un mythe dans la mesure où cette perception du phénomène conditionne le devenir de l'aquaculture : il faut justifier, par des réalisations, les espoirs suscités.

La première partie du document tente ainsi de montrer et de comprendre l'apparition de ce mythe, au travers d'une bibliographie très large (mais non exhaustive) des travaux réalisés dans une période récente (plus de 250 rapports et articles publiés entre 1978 et 1984). Les auteurs sont indifféremment des scientifiques, des professionnels ou des cadres administratifs.

La deuxième partie s'attache à confronter le mythe à la réalité. Cette confrontation n'a pas seulement pour but de comparer les discours aux faits mais également de replacer la recherche française dans son cadre économique. Nous verrons qu'il existe un certain nombre d'acquis majeurs à mettre à l'actif de la recherche aquacole, même si les réalisations restent, pour le moment, marginales. Il

faut toutefois souligner que les choix à venir ne doivent pas reposer sur l'existence d'acquis, même importants, mais sur les potentialités de chaque filière à connaître un développement économique à terme(s).

2 - LES DEFINITIONS ET LEURS ENJEUX

L'évaluation portant plus spécialement sur la recherche en aquaculture nouvelle en France, nous nous sommes d'abord intéressés à la littérature spécialisée française et nous ne ferons référence à des publications étrangères que pour mieux situer l'approche nationale dans l'environnement général.

2.1. - L'objet

Les définitions données pour chaque auteur au terme aquaculture laissent apparaître des différences notables qui expliquent pour partie des démarches divergentes :

- la définition donnée détermine implicitement le champ d'analyse ; ainsi, bon nombre de définitions font référence à la production alimentaire (QUERELLOU, 1981) ou de protéines (HJUL, 1976). L'éclairage donné dans ce cas concerne surtout les aspects nutritionnels ou de disponibilités alimentaires ;

- elle détermine également l'approche du ou des auteurs. Les aspects alimentaires peuvent être par exemple envisagés dans une optique mondialiste (KINNE, 1980 : auto-alimentation des populations) ou au contraire en vue de produire des aliments à haute valeur commerciale (HJUL, 1976) ;

- enfin l'objet d'étude est naturellement précisé par la définition. La bataille sémantique en la matière a été relativement limitée et l'usage a consacré des conventions (1). La première distinction oppose la pisciculture qui relève de l'eau douce (2) à l'aquaculture qui concerne plutôt ce qui a trait à l'espace littoral ou marin (eaux saumâtres et salées). L'appellation mariculture (surtout utilisée par les auteurs anglo-saxons) n'apparaît qu'épisodiquement chez les auteurs français. Pour éviter toute confusion, les travaux les plus spécifiques font largement appel à des définitions basées sur les noms de genre (3).

(1) encore que MAURIN, en 1978, assurait que "l'aquaculture n'existe pas. Seul le vocabulaire aquiculture a été défini".

(2) MICHA (1981) prétend que seul le terme exact serait celui de limniculture.

(3) le Pr. ROCHE, un des premiers scientifiques français ayant écrit sur l'élevage des poissons (1898) définissait ainsi : la gadiculture, la scombriculture et la rhombiculture.

S'il n'y a pas synonymie entre les différents termes dans l'esprit de leurs utilisateurs, il apparaît au moins une notion commune (de façon généralement peu explicite) : il est question d'intervenir dans le processus naturel de production. Les divergences commencent à apparaître à propos des niveaux et des moyens d'intervention. Elles s'aggravent quant à la nature des bénéfices qu'il est question d'en retirer (biologiques, économiques, sociaux, techniques, voire politiques). Quant à la répartition de ces bénéfices elle n'est abordée qu'au coup à coup.

Cette première terminologie permet seulement de limiter un ensemble très vaste d'activités. Les spécialistes des différentes disciplines l'ont découpée selon leurs propres objectifs. Le vocabulaire de base est alors modifié, ou enrichi par des qualificatifs qui lui sont accolés :

- botaniste et zoologiste utilisent un découpage systématique, distinguant l'algoculture de la pisciculture et au sein de celle-ci la trutticulture de la carpiculture (ROCHE, 1898 ; ROULE , 1914) ;

- basant son découpage sur les écosystèmes et les milieux, l'écologiste dissocie l'aquaculture d'eau douce de celle d'eau saumâtre ; l'aquaculture en zone tropicale à l'aquaculture sous latitude tempérée. S'il s'intéresse aux contraintes de mode de vie des espèces (fixes, mobiles, profondes, etc.) il rejoint les préoccupations des technologues : l'ostréiculture en eaux profondes se différencie de l'ostréiculture sur l'estran ;

- le nutritionniste se révèle plutôt aux modes d'alimentation des espèces concernées et distingue l'élevage d'herbivores de celui de détritivores ou de carnivores ;

- gestionnaire et financier quant à eux s'intéressent surtout aux interventions humaines et à leurs finalités ; leur découpage fait apparaître l'aquaculture de repeuplement, l'aquaculture intégrée, etc.

Les objectifs divergents (mais superposables) des différentes disciplines ont fait ainsi apparaître un certain nombre de couples contraires dont l'usage a, plus ou moins, consacré la signification.

Il n'y a sans doute pas d'ambiguïté entre l'aquaculture littorale et l'aquaculture en mer ouverte. Mais d'autres oppositions prêtent plus à confusion :

- l'usage a admis que l'aquaculture intensive se rapporte à une activité produisant des tonnages importants dans un volume minimal, par opposition aux opérations extensives pour lesquels les rendements sont faibles. Or les critères d'intensification sont nombreux et d'autres auraient pu être choisis témoignant non pas d'une erreur de

raisonnement mais de la fascination générale pour les performances pondérales (LA PRAIRIE, 1977). L'ambiguïté réside dans la définition admise pour le terme d'"intensification" : utilisé largement en agriculture (où l'intensif, par exemple, qualifie l'élevage hors-sol ou les cultures à hauts rendements), il permet surtout de définir des catégories d'activité au sein desquelles les fonctions de production sont homogènes. En matière d'aquaculture, la distinction intensif-extensif ne permet en définitive qu'une qualification du degré d'intervention de l'homme dans le cycle de production. La multiplicité des terminologies d'origine agricole et des références à l'agriculture est une conséquence directe de la présence des agronomes dans le secteur de l'aquaculture ;

- en France, l'opposition artificielle entre une aquaculture dite traditionnelle (ostréiculture, mytiliculture) et une aquaculture dite nouvelle a sans doute généré des conflits stériles, mais a surtout masqué les capacités d'innovation de la première (BONNET et al, 1983). Cette opposition est d'ailleurs non fondée puisqu'elle compare une activité économique existante, basée sur les résultats empiriques de plusieurs siècles, que la recherche accompagne, à une activité potentielle que la recherche essaye de susciter depuis moins de vingt ans (1) ;

- on pourrait multiplier l'analyse des couples contraires. Ils apparaissent dans la plupart des ouvrages, sans qu'aucune définition consensuelle ne soit jamais formulée. L'opposition peut être présentée comme absolue : traditionnelle/nouvelle, tropicale/tempérée, commerciale/d'autosuffisance, de production/de transformation : ou bien faire appel à des termes de passage : extensive/semi-intensive par exemple dont le sens et l'emploi dépendent en grande partie de l'optimisme de l'observateur.

La diversité des approches, des méthodologies et des techniques utilisées, contingentes à l'objet d'analyse, aux auteurs et aux objectifs aboutit ainsi à faire de l'aquaculture une véritable auberge espagnole et a finalement conduit les auteurs à marquer leurs définitions aux coins de leur propre vision du développement de l'aquaculture. Chacun, dans ce brouillard sémantique, a tenu à signaler par quels moyens l'homme pouvait intervenir et éventuellement quels bénéfices pouvaient être attendus : les définitions se subordonnent aux enjeux.

2.2 - L'objet et les enjeux

En 1974, Louis ROULE, pour faire suite aux travaux de ROCHE (1898), crée le terme de piscifaculture qu'il définit comme "l'ensemble des opérations qui ont pour objet l'élevage des poissons, depuis la fécondation jusqu'à

(1) Si une concurrence doit se faire jour, ce serait plutôt en termes de main-d'oeuvre ou de foncier.

l'alevinage. Ces opérations sont les premières de toute pisciculture. Prolongées et poursuivies le cas échéant jusqu'à l'âge adulte, elles constitueraient un élevage complet. Interrompues dès l'alevinage, elles servent à préparer un abondant fretin, que l'on tient à sa disposition, que l'on a en bassins clos et dont on estime parfois que l'on peut user pour augmenter le repeuplement naturel (...) comme l'on fait des graines pour l'ensemencement d'un champ. On sèmerait du poisson comme on sème du grain pour obtenir une récolte ou pour accroître celle qui existe déjà". (ROULE, 1914, p.368). Il ne fait manifestement aucun doute pour ROULE que l'élevage des poissons connaisse dans un proche avenir le même développement que l'agriculture. Le positivisme du début du siècle et les premiers effets de la révolution agricole imprègnent les chercheurs. En 1917, sur la côte est des Etats-Unis, on produisait déjà plus de quatre milliards d'oeufs et de larves de poissons (LAUBIER, 1975). Le progrès technique est supposé résoudre les différents problèmes rencontrés pour prolonger l'élevage jusqu'à l'âge adulte.

Plus que le simple reflet des schémas de pensée de cette époque, cette citation de ROULE atteste que le passage d'un mode de production du type cueillette à l'élevage est considéré comme un simple problème technique. Jusqu'à ces dernières années, la plupart des auteurs estime qu'il s'agit là d'un postulat et qu'il n'y a pas de solution de continuité entre le simple parcage de poissons ou crustacés avant leur consommation et les formes primitives d'aquaculture. En 1981, QUERELLOU définit l'aquaculture comme "la modification ou la création, dans le but d'une production principalement alimentaire, d'un éco-système aquatique par la mise en oeuvre de techniques culturelles" (QUERELLOU (1977), QUERELLOU (1981)). Cette linéarité supposée trouve ses fondements dans le parallélisme historique avec l'agriculture (DOUMENCE 1975, QUERELLOU 1977, ARRIGNON 1980). Axe principal des justifications de l'aquaculture, ce parallélisme résulte en grande partie de la présence très large des agronomes dans le secteur, et en particulier dans la recherche appliquée. Certains auteurs, arguant de l'apparition de l'agriculture au néolithique considèrent que le développement de l'aquaculture est inévitable. Or, à supposer que cette linéarité existe au plan technique (ce qui n'apparaît pas véritablement évident), ce que les archéologues mettent en évidence est surtout la rupture sociale due à un changement de mode de production (HIGGS 1976). En ce sens, les tentatives récentes de développement de l'aquaculture sont à la fois témoins et causes de profonds bouleversements sociaux et économiques au sein des communautés littorales. La réussite de la Norvège résulte sans doute autant de ses avantages naturels que de la prise en compte de ces changements, au travers d'une législation sociale propre à l'aquaculture (INNOTERMER 1982).

La linéarité historique, réelle ou supposée, implique que l'aquaculture demeure une activité réservée aux marins

pêcheurs ou pour le moins aux communautés littorales. "En milieu ouvert, l'aquaculture resterait fondamentalement proche de la pêche" (TROADEC 1984) et c'est ce qui expliquerait qu'elle soit revendiquée -sinon pratiquée- prioritairement par les marins pêcheurs (LE PENSEC 1982, GANS 1980). Faire une comparaison avec la pêche, c'est en réalité discuter sur les moyens dont on dispose pour agir sur le cycle d'élevage dans le cadre de ce que l'on convient d'appeler aquaculture. Dans ce domaine encore les opinions divergent. Dans sa définition Y. LA PRAIRIE réduit considérablement ces moyens. "(...) c'est l'ensemble des procédés et des techniques qui permettent de réaliser l'élevage d'animaux marins ou la culture des végétaux marins, le contrôle de l'homme s'étendant aux différentes phases du cycle de production" (LA PRAIRIE 1977) (1). Il est très clair que c'est bien l'homme qui mène l'affaire, contrôle et intervient. Ni les habitats artificiels -non entièrement contrôlables- ni le réensemencement -à fonds perdus- ni même les viviers réservoirs -trop aléatoires- ne relèvent de l'aquaculture (ROUZAUD 1978). Rien de ce qui n'est absolument contrôlable ne peut relever de cette définition de l'aquaculture. "On ne contrôle bien que ce l'on connaît bien" (LE NOAN 1974) : cette nécessité explique en grande partie la prédominance, dans les programmes du CNEEXO, des disciplines fondamentales (2). Cette conception a très largement dominé pendant la première moitié des années 1970. A la conférence de Tokyo en 1976, T.J. CRACKNELL considère que l'aquaculture est essentiellement une activité d'élevage et non un prolongement de la capture des poissons (CRACKNELL 1976). De cette vision découle pour partie la querelle autour de la question : l'aquaculture pour qui et avec qui ? L'approche techniciste a pour corollaire l'implication d'hommes et d'entreprises capables d'acquérir et de maîtriser les techniques (nécessité de formations de niveau élevé, volant financier important...). Les premiers transferts du CNEEXO ont du reste été dirigés vers des firmes privées importantes (Compagnie Générale Transatlantique, Salins du Midi) entraînant des échecs d'autant plus retentissants. Pour le CNEEXO, il semblait clair que les pêcheurs devraient participer, mais en tant que personnels qualifiés, avertis des choses de la mer. Les syndicats des producteurs, en particulier la CFDT, revendiquaient eux la prise en charge complète par les pêcheurs.

Plus nuancé, LAUBIER (1975) ne parle pas de contrôle mais considère qu'"il y a aquaculture dès lors qu'il existe une intervention humaine au moins (habituellement plusieurs) au cours du cycle biologique de l'espèce

(1) cette opinion de l'ancien Président-Directeur Général du CNEEXO s'est largement répercutée dans les choix des programmes de recherche et sur les options de développement (PERROT 1982)

(2) ce n'est pas spécifique au CNEEXO ; les séquences de recherche dans les autres pays sont la plupart du temps identiques en matière d'aquaculture contrôlée

considérée, intervention distincte de l'opération de pêche ou de récolte, donc bien antérieure à la mort de l'organisme". Il préfigure en cela un courant de pensée actuel qui, de nouveau, tend à considérer que le passage de la pêche à l'aquaculture se fait progressivement par résolutions successives des blocages techniques (TROADEC 1984). Cette conception rejoint l'idée générale selon laquelle l'homme doit substituer à la pêche maritime des formes d'exploitation de la productivité naturelle plus proches de la culture et fournit ainsi un argument théorique au développement de l'effort de recherche en aquaculture. Cette similitude des comportements en milieu terrestre et en milieu marin est simpliste, mais elle a sans doute contribué à sous-estimer les difficultés technologiques, économiques et sociales liées à sa mise en oeuvre. Les déterminants de cette conception proviennent la plupart du temps de deux analyses :

- l'ancienneté de certaines formes d'aquaculture tend à "prouver" que les tentatives de maîtrise de cette activité sont justifiées. Des vestiges d'installations montrent l'existence de cette activité en Asie -Chine, Japon- dès la protohistoire ; sur le pourtour du bassin méditerranéen, l'aquaculture apparaît dès les premiers siècles de l'ère chrétienne. Par ailleurs, même si la conchyliculture est considérée comme un secteur un peu vieillot, son ancienneté et sa réussite en France "confirment" la validité des hypothèses émises sur l'évolution générale de l'aquaculture (d'autant plus que la disparition des bancs naturels d'huîtres a entraîné la quasi disparition de toute activité de pêche) :

- la comparaison avec des réalisations étrangères conduit à penser, comme chacun doit en être persuadé, que si cela est possible ailleurs, ce doit l'être en France. L'exemple japonais (et dans une moindre mesure la surestimation des résultats nord-américains) a servi -et sert encore- de phare à l'aquaculture française. Les différences de résultats ne reflètent, dans cette conception, au plus qu'un retard.

Cette vision est à l'origine de l'organisation de la recherche en aquaculture dite nouvelle au sein du CNEXO dès le début des années 1970. A partir d'expériences étrangères et compte tenu de la justification historique, s'est constitué un noyau idéologique. Les critères de sélection propres à la France ont alors permis de dégager des stratégies de diversification tendant vers une vision "mythique" de l'aquaculture. Cette diversification a été mise en oeuvre au sein de filières technologiques et/ou de produits. Objet de la biologie, la recherche en aquaculture s'est développée, au sein de chacune des filières, selon un processus quasi darwinien en ce sens qu'il n'y a pas eu de déterminisme mais bien adaptation à des contraintes non maîtrisées. Ce qui diffère par rapport au mode d'évolution des organismes vivants c'est que les filières inadaptées ont été maintenues -certaines ont même donné naissance à de nouvelles ramifications.

Les mutations (décisions de programme) survenues proviennent souvent d'informations sommaires ou incomplètes : des expériences réussies une année ne le sont plus par la suite. La maîtrise des facteurs, souvent trop temporaire, entraîne d'une part une relative surestimation de l'actif et d'autre part des agitations browniennes dans le choix des programmes (schéma 1).

Référends
théoriques

Expérience Japonaise
Expérience U.S.A.

"Preuves"
historiques

Noyau idéologique
"MYTHE"

critères nationaux
de sélection

DIVERSIFICATION

Filières technologiques définies
par espèces

Salmonidés

Coho	TAC	contraintes d'environnement
	cages	(bio, éco, économique, etc)
salar		

blocages commerciaux (prix
de vente trop bas)

même technique
+ stockage

tentative de
passage d'été

ramifications
non viables

SCHEMA 1 : PROCESSUS DE DEVELOPPEMENT DE LA RECHERCHE
AQUACOLE

Dire qu'il y a une relative surestimation de l'actif, c'est porter un jugement quelque peu subjectif sur les résultats de la recherche. Il est extrêmement délicat de juger et d'évaluer cet actif, d'autant qu'il procède pour la majeure partie de disciplines étrangères aux sciences humaines. On peut d'ailleurs imaginer qu'il n'y aurait pas de perte d'actif si toutes les expérimentations, mêmes celles qui se soldent par un échec, faisaient l'objet de rapports écrits indiquant avec précision au moins le protocole suivi. Un des moyens de juger cet actif est, par exemple, de déterminer la part des auteurs français dans les publications internationales relatives à l'aquaculture. La consultation de la banque de données Aquatic Sciences and Fisheries Abstracts sur la période de janvier 1972-Novembre 1984 (ASFA a été créé fin 1971) présente 30 888 références d'article originaux parus sur le sujet - 2 999 articles émanent de scientifiques français de tout horizon (ou de professionnels mais de façon marginale), soit de 9,5 %. Il faut souligner qu'il s'agit là d'une proportion importante compte tenu du potentiel considérable de scientifiques existant aux Etats-Unis (JARRY 1981) et au Japon (QUERELLOU 1981). La répartition des publications par organisme (CNEXO, ISTPM, INRA, Universités, CNRS, etc...) n'a pas grande signification dans la mesure où elle témoigne plus de la politique de publication de chacun des organismes que des capacités à publier des scientifiques qui y travaillent. La répartition par disciplines montre la nette prédominance des sciences de la vie : physiologie de la reproduction : 13 %, nutrition : 15 %, pathologie : 15 %, physiologie de croissance : 17 %. Cette répartition se retrouve quasiment à l'identique dans les publications françaises au sein desquelles les problèmes d'ingénierie et de technologie prennent de plus en plus d'importance : 4,1 % des articles de 1972 à 1978 mais 9,8 % pour la période 1978-1984. Les approches économiques de l'aquaculture restent peu nombreuses au niveau international : aucun article en 1972, 4,5 % en 1983 dont la majeure partie traite des problèmes de coûts de production en milieu tropical. Parmi les articles français, très rares sont les approches économiques, même si beaucoup y font allusion d'une manière ou d'une autre. L'aquaculture se voit assigner des objectifs (alimentaires, pondéraux, etc... voir 2.1) et de cette activité il est admis retirer des bénéfices de nature variée ; le mythe doit répondre à des enjeux.

2.3. - Le mythe et les enjeux

Un certain nombre d'auteurs, dans des écrits souvent récents, décrivant les résultats de l'aquaculture, abandonnent toute référence aux moyens employés. P. HJUHL définit ainsi l'aquaculture comme une "méthode visant à produire des protéines marines de haute qualité, de plus en plus importantes dans l'économie alimentaire internationale" (HJUHL 1979). La technique employée est moins déterminante que l'impact escompté sur l'environnement économique. En 1980, H. GANS indique, à propos de l'aquaculture nouvelle en France, qu'il s'agit

"d'intensifier des processus biologiques à des fins économiques" (GANS 1980).

Ces résultats, perspectives que l'aquaculture est supposée offrir, expliquent en grande partie l'intérêt marqué pour cette activité. Nous l'avons vu, les définitions données par les auteurs ne sont pas sans conséquences sur la démarche de recherche. Elles sont également riches des enjeux qu'elles sous-tendent, de par les théories -souvent multiples- auxquelles elles font référence. En règle générale, toutes intègrent un élément prospectif :

- Références à une philosophie de l'histoire (évolutionnisme) : Parmi les idées implicites véhiculées par le mythe du passage de la pêche vers l'aquaculture, les principales sont les suivantes, qui forment système :

- . une certaine perception de la "révolution néolithique"
- . l'idée que le plus performant en termes pondéraux succède nécessairement au moins performant
- . l'idée d'une marche inéluctable vers le "progrès", évalué à l'aune de la technique et de la production pondérale.

Les travaux récents en archéologie et en anthropologie conduisent à fortement relativiser la vision que nous pouvions avoir de la "révolution néolithique". Celle-ci s'est effectuée sur plusieurs millénaires ; dans le cas du Mexique comme du Moyen-Orient, les plantes de cueillette dominant encore l'alimentation trois milles ans après l'apparition des premières cultures. Il n'y a donc pas eu révolution mais évolution (CRESSWELL, 1985).

Ces mêmes travaux rappellent que la productivité est la division de la production par la quantité de un ou de plusieurs des facteurs de production, et non la seule division de cette production par la surface cultivée ou le capital investi ; SAHLINS (1968), CRESSWELL (1985) et bien d'autres ont établi que les chasseurs-cueilleurs acquièrent leur subsistance avec moins de trois heures d'activité quotidienne. On est loin de la supposée précarité du mode de vie néolithique, de l'idée dominante d'individus obsédés par la quête de nourriture... un système de production n'est pas nécessairement plus productif parce qu'intensif ; il le sera par rapport aux surfaces, non par rapport au travail (BOSERUP, 1970 ; LEE et DEVORE, 1968).

Le contrôle du milieu n'implique pas nécessairement une plus grande productivité en soi. Par contre le coût du contrôle du milieu doit se justifier par l'existence d'une productivité supérieure.

On ne peut donc opposer production contrôlée et absence de contrôle du milieu dans les sociétés de chasseurs-cueilleurs. La chasse-cueillette implique des espaces à faible densité de population et un mode

d'existence nomade, mais non erratique. Les déplacements sont guidés par un souci de préservation des capacités reproductives du milieu, faune et flore. Ce même souci détermine les segmentations et le déplacement vers d'autres territoires de l'excès de population au regard du potentiel cynégétique. Les systèmes de prédation ne sont donc pas exclusifs d'une gestion du milieu exploité (SAHLINS, 1972 ; MEILLASSOUX, 1967 ; HIGGS, 1972).

Il est par contre certain qu'aux systèmes de chasse et cueillette correspondent des systèmes sociaux basés sur la réciprocité, l'absence d'inégalités, l'absence de pouvoir bien défini (TURNBULL, 1961). Par contre, les sociétés de pêcheurs offrent une large gamme de systèmes socio-politiques, allant jusqu'au royaume. C'est que le poisson se conserve, s'échange, circule (FORTES et EVANS-PRITCHARD, 1964).

Le passage de la cueillette à l'agriculture, autant qu'une évolution technique, est une évolution sociale. Elle accompagne le passage d'un système de production différé. En système de chasse-cueillette, la coopération se dissout dès que le but est atteint, par exemple la coopération entre filets pour une chasse (TURNBULL, 1961 ; MEILLASSOUX, 1967). Les groupes peuvent être instables se faisant et se défaisant. En système agricole même rudimentaire, le groupe de coopération (le segment de lignage le plus souvent) consent des avances en travail dont le produit ne viendra qu'à l'échéance du cycle agricole, conduisant par là à une plus grande stabilité des groupes, à une reproduction dans le temps de la coopération.

Les travaux des anthropologues comme des historiens amènent également à se méfier de l'idée d'une marche inéluctable de l'humanité vers le "progrès" étendu comme un accroissement indéfini des biens matériels. Les sociétés industrielles seraient un épiphénomène historique, concernant un sixième de l'humanité en cette fin de siècle de technologie triomphante. Ces sociétés condamnées à la croissance s'opposent à toutes les autres que la croissance condamneraient. Trois décennies de "développement" couronnées d'échecs répétés, sont là pour témoigner de la relativité du progrès matériel. Il semblerait bien que la majorité des sociétés s'évertuent à combattre les risques de dissolution sociale que comporterait l'accumulation. Certains vont jusqu'à penser que l'histoire de l'humanité est moins celle de l'accumulation des richesses que celle de leur dilapidation (WEBER, 1985). Les premières productions pour l'échange porteraient sur des matières de luxe, des objets de prestige, non sur des biens nécessaires. Il convient donc dans tous les cas de se garder d'extrapoler l'observation des évolutions d'une société donnée à d'autres sociétés.

Voici pour la "révolution néolithique" ; mais le passage supposé de la pêche à l'aquaculture se pose en de tout autres termes. La pêche comme la conchyliculture d'aujourd'hui sont, au même titre que l'aquaculture

"nouvelle", des systèmes de production différée. La pêche comme la conchyliculture impliquent des avances importantes en capital, ce qui implique un cycle long de production. Et toutes les trois se situent dans le contexte d'une économie de marché généralisée, marquée par des bouleversements technologiques rapides.

La comparaison avec la révolution néolithique ne tient donc pas, à la fois en raison d'une perception par trop sommaire de celle-ci, et par une non-comparabilité des contextes.

Il n'en reste pas moins que les progrès biologiques et techniques ne suffiront pas à impulser un développement aquacole "nouveau". Les exemples japonais et norvégien semblent montrer que les conditions sociales et juridiques du développement de l'aquaculture sont aussi importantes que les conditions techniques : il faut un mode d'attribution de l'espace et un droit social approprié.

- Références à la théorie malthusienne : lorsque les problèmes alimentaires mondiaux sont évoqués, c'est la plupart du temps en regard d'un besoin croissant en protéines au niveau mondial, conséquence directe ou indirecte d'une évolution explosive, généralement considérée comme inéluctable de la démographie. O. KINNE (1980) résume cette approche en terme pondéral : la population mondiale doit être multipliée par trois dans les cinquante prochaines années (de 4 milliards à 12 milliards d'individus) et cette croissance entraîne un nécessaire développement de la production alimentaire. Cet accroissement se heurte aux limites connues des potentialités de l'agrosphère. La pêche quant à elle fournit déjà 5 % des protéines alimentaires et sa production plafonne. Dans leur quête d'une source de protéines alternatives moins limitée, les scientifiques trouvent alors que l'aquaculture peut jouer un rôle déterminant. Et de lui trouver d'autres avantages, qui tous vont dans le sens souhaité : les milieux aquatiques naturels sont peu productifs (10-300 kg/ha/an) mais leur enrichissement permet d'espérer, si "l'intensification" est poussée, des rendements très forts (1 à 15 T/ha/an) ; pour des raisons biologiques, les animaux aquatiques sont la source de transformation de l'énergie en protéines consommables par l'homme la plus efficace (MICHA, 1982) ; un certain nombre de zones impropres à l'agriculture ("marécages" peuvent être mises en valeur par l'aquaculture ; le coût marginal de la protéine de pêche est croissant, hypothéquant tout accroissement significatif de la production : l'aquaculture permet une meilleure régulation, etc...

	Poissons	Bovins	Porcs	Poulets
Coefficient moyen de conversion (poids aliments secs/kg de poids vifs)	1,5	10	4	2,5

Tableau 1 (d'après MICHA 1982)

- Référence à un positivisme optimiste : l'idée est que l'intervention de l'homme sur le cycle des espèces est inéluctable car on "doit" aller dans le sens d'un accroissement de la productivité naturelle. RYTHER (1975) résume cette conception en notant que l'on manque de moyens véritablement efficaces pour gérer les pêcheries et que, quoiqu'il en soit, le MSY mondial doit se situer aux alentours de 100 millions de tonnes : plus efficiente que la pêche, en particulier parce que la dépense énergétique est moindre, la production aquacole présente de surcroît l'avantage d'être proportionnelle à l'effort déployé (techniques, surfaces, main-d'oeuvre, capitaux...). Cette référence est implicite dans les déterminants nationaux (français) de l'aquaculture : les efforts, en particulier techniques, au niveau mondial augmentent régulièrement depuis vingt ans, sous l'impulsion des états et des organismes régionaux et internationaux de développement (DUMENGE 1977 et 1980, MARSAUD 1980, SABEAU 1982, BORNENS 1980, GILLY 1983). Corrélativement, la production estimée de l'aquaculture mondiale, même si les valeurs absolues sont très approximatives, augmente régulièrement. A la conférence de Tokyo en 1976, PILLAY estimait cette production à environ 6 millions de tonnes, soit moins de 10 % de la production halieutique mondiale. En 1982, les estimations les plus vraisemblables chiffrent à un peu plus de 10 millions de tonnes la production aquacole, soit plus de 14 % de la production totale. La réussite technique au niveau mondial administre en principe la preuve que la production aquacole française ne peut que suivre la même courbe. Des combinaisons des tendances (croissance démographique, stagnation de la pêche, hausse du coût énergétique de la pêche) renforcent la confiance dans le progrès technique.

- Références à des théories économiques (néo-classique principalement) : l'analyse des systèmes de production aquacole et des scénarios envisagés permet de distinguer également des références à des notions d'efficacité économique, d'emploi et/ou de spécialisation internationale. Face aux contraintes de marché, les produits de l'aquaculture présentent alors de nombreux avantages au niveau mondial : maximisation de la satisfaction des consommateurs (désaisonnalisation, garantie d'approvisionnement, standardisation, etc...) et/ou des producteurs (influence active sur les prix, compléments

de revenus ou facteur de création de revenus) (1). Un certain nombre de travaux faisant appel à l'élaboration de modèles quantitatifs existent, surtout aux Etats-Unis. Ces modèles visent soit à l'évaluation de l'impact de la production aquacole sur les marchés, en termes de prix (ANDERSON 1984) soit à l'analyse des conflits entre aquaculture et pêche (ANDERSON 1983) soit enfin à l'optimisation des coûts (BOSTFORD 1975). Au niveau français, très peu de travaux ont été réalisés en la matière mais les références aux emplois potentiels, à la réduction possible du déficit commercial, à l'opportunité de réduire les coûts de production sont quasi-permanentes dans beaucoup de travaux de biologistes et dans tous les articles émanant soit des professionnels, soit de l'administration.

Références	Malthusianisme	Positivismes	Théorie
Economiques		optimiste	néo-classique
Modèles et techniques	<ul style="list-style-type: none"> - dynamique des systèmes aquacoles - projections - scénarios 	<ul style="list-style-type: none"> - analyse historique de l'aquaculture - combinaisons de tendances 	<ul style="list-style-type: none"> - analyses des systèmes - modèles quantitatifs
Critère de base	démographie	technologie	productivité
Domaine d'étude	<ul style="list-style-type: none"> - économie mondiale 	<ul style="list-style-type: none"> - économie mondiale - économie nationale - systèmes littoraux 	<ul style="list-style-type: none"> - économie mond. - marché des produits de la mer - spécialisation

Tableau 2 : REFERENDS THEORIQUES

2.4. - Conclusion

Après les forts espoirs placés dans la pêche dans les années 1960 et déçus par la réalité, l'aquaculture est apparue comme un nouveau défi, permettant de concrétiser, envers et contre tous des objectifs essentiellement (mais pas exclusivement) pondéraux. Chacun, dans la recherche comme dans l'administration, y a ajouté sa propre vision contribuant à faire de l'aquaculture un mythe dont la seule évocation confine à l'incantation. "L'aquaculture doit devenir une priorité nationale dans les choix politiques pour produire les denrées marines dont nous avons besoin, réduire le déficit de notre balance commerciale, redonner confiance aux professionnels de la mer et attirer l'opinion

(1) non pas seulement en pays industrialisés : on estime que dans les pays en voie de développement, la production de 4 tonnes de poissons en aquaculture nécessite 1 UMO (BORGESE 1980)

publique sur une activité d'avenir ainsi que sur la valeur alimentaire des produits marins et sur la nécessité de protéger la mer" (Avis du Comité Economique et Social, 1981). A partir de tels objectifs -dont nous analysons plus loin les résultats- le mythe s'est enrichi de qualifications et/ou quantifications prospectives:

- "modestes et réalistes"... (CES 1981) : une dizaine de millier de tonnes en 1985 toutes espèces confondues soit environ un millier d'emploi ;

- ...ou plus ambitieuse... : "il peut en découler une masse d'emplois et une reconversion pour les pêcheurs" (LUBET 1981) ; "Grand projet de l'an 2000, les chercheurs du CNEOX vont tenter de réaliser le rêve de l'homme universel : produire le soja marin !" (VIRMAUX, 1982)

- ...mais sans structure bien définie : "il est communément admis que cette forme d'aquaculture (le bar) sera optimale dans des fermes d'élevage de production unitaire de 100 T minimales" (LEONARD, 1979) ; "On ne fait pas d'aquaculture à moins de cinq millions de francs d'investissement" (PERROT, 1979) ; "l'aquaculture doit être le fait d'exploitants familiaux ou de PME servis par des personnels marins dont le savoir-faire les rend particulièrement aptes à cette activité" (LE PENSEC, 1982).

Qu'en est-il dans la réalité ? On conçoit maintenant qu'il est difficile de ne retenir, pour confronter le mythe à ses résultats, qu'un petit nombre de critères, voire qu'un seul paramètre dont la réalisation déterminerait une normalité de l'aquaculture. Nous essaierons donc, plus modestement, d'évaluer dans quelle mesure les perspectives assignées à l'aquaculture en France s'insèrent dans une réalité.

3 - LES ENJEUX ET LES RESULTATS

La liste des objectifs assignés à l'aquaculture est longue et ceux que nous avons relevés, au hasard de la bibliographie, ne constituent sans doute pas une liste exhaustive. Chacun, selon sa propre sensibilité, est susceptible d'envisager un certain nombre de développements potentiels de l'aquaculture. Pour notre part, nous les avons regroupés en cinq thèmes principaux :

- . Constitution d'une source de denrées alimentaires
- . Création d'un secteur commercial
- . Création d'entreprises dans les secteurs côtiers périphériques
- . Aménagement de l'espace littoral
- . Exploitation commerciale de connaissances techniques

3.1. - Les fondements des prévisions

Pendant les années 1970, dans chaque groupe de travail sur l'aquaculture et dans chaque organisme on s'est livré au petit jeu de la prospective aquacole. L'examen de ces projections témoigne de l'absence manifeste de toute méthodologie et de toute ouverture sur des disciplines autres que la biologie. La plupart du temps les prévisions sont basées sur une simple prolongation des courbes de résultats obtenus, soit de façon linéaire, soit de façon exponentielle (voir figure 1). En 1975, dans l'élaboration d'un plan Océan-Bretagne (VAILLANT, 1975), l'objectif 1980 pour les salmonidés est basé sur une prolongation de la tendance observée à partir de 3 points (1973, 1974, 1975) ; à partir d'une évolution de 10 à 36 puis à 70 tonnes il apparaît "normal" que cinq ans plus tard, la production soit de 2 000 tonnes. Une logique probablement similaire conduit le Comité Economique et Social en 1981 à prolonger la tendance des trois années précédentes et de prévoir une production de 4 000 tonnes de salmonidés en 1986.

On peut, il est vrai, objecter que les prévisions sont faites pour être infirmées par la réalité ; encore ne faut-il pas confondre la prospective pour laquelle existent des méthodes avec le pronostic qui relève d'un simple pari sur l'avenir. Un examen des méthodes utilisées et des résultats obtenus dans d'autres secteurs aurait sans doute permis d'éviter les surestimations. La prospective est un outil d'analyse largement développé dans les secteurs industriels et en matière de marketing de produits nouveaux (KOTTLER) qui se distingue de la démarche extrapolatoire (techniques classiques de prévision) laquelle se révèle souvent de peu d'utilité dans un environnement complexe en évolution rapide. Les études déjà réalisées dans différents domaines montrent que l'évolution des produits à partir de leur lancement ne suit quasiment jamais une droite ou une courbe exponentielle mais plutôt un itinéraire de type logistique (ce que montrent bien les courbes tracées à partir des productions réalisées). La plupart des phénomènes biologiques obéissent à des cinétiques logistiques, éventuellement présentant plusieurs paliers : les biologistes semblent l'avoir oublié dans l'évaluation du devenir de l'aquaculture ; ils ont plus cherché à prédire qu'à construire un avenir. Par ailleurs, l'assurance des pronostics est d'autant plus révélatrice du volontarisme des parieurs, qu'elle ne fait aucune part à la simple incertitude.

3.2. - Constitution d'une source de denrées alimentaires

Au niveau mondial, c'est un problème aigu auquel l'aquaculture ne pourra jamais apporter qu'une solution partielle, même si l'on considère que d'immenses surfaces en eau peuvent être mises en culture (marais, littoraux, lagunes). O. KINNE (1982) considère que l'aquaculture fournit 0,7 % du total de la production mondiale de protéines. Cette production est d'ailleurs en partie basée

sur la consommation de protéines animales : pour produire 80 000 tonnes de sériole, on estime que l'on doit disposer de 550 000 tonnes d'aliments, essentiellement constitués de poisson.

	Taux d'accroissement annuel de la population 1975-1980	Taux d'accroissement annuel de la production aquacole 1975-1980	Taux d'accroissement annuel de la production alimentaire 1975-1980
Total monde	+1,74	+7,34	+1,90
Europe	0,58	+6,85	+1,50

Tableau 3. (Source : F.A.O. 1981)

D'un point de vue strictement pondéral, le taux d'accroissement annuel de la production aquacole est très largement supérieur à celui de la production alimentaire.

L'intérêt qu'éprouvent les biologistes pour la notion d'énergie les a conduits à envisager que l'aquaculture pouvait fournir une solution acceptable à la loi de LINDEMAN (1) puisqu'elle permet, en théorie, de produire à n'importe quel étage de la pyramide alimentaire. Cette notion de réduction éventuelle de la dépense énergétique de production, illustrée par de nombreux ratios "litre de fuel/kg de produit", ne constitue pas une approche économique des coûts de production et, notamment, fausse grandement les comparaisons entre activités.

Il faut cependant accepter avec une extrême prudence ces évaluations mondiales, dont la croissance tient peut être pour partie à la prise en compte de nouvelles formes d'aquaculture qui ne le sont pas.

Au niveau national, l'approvisionnement des populations ne constitue pas véritablement un facteur limitant et le problème se pose plutôt en termes de régulation des apports, de standardisation des produits. Compte tenu de la faiblesse de la production aquacole française de poissons, ces objectifs paraissent loin d'être atteints. Ils ne sont pas pour autant dérisoires. La

(1) appelée également loi des 10 % : LINDEMAN calcule qu'à chaque maillon de la chaîne trophique au moins 90 % de l'énergie est dissipée

conchyliculture a largement contribué à maintenir l'approvisionnement en huîtres et moules des marchés français. Encore maintenant, les conchyliculteurs cherchent à modifier les habitudes alimentaires de manière à désaisonnaliser tout à fait la consommation. En revanche, même au regard des prévisions les plus optimistes, il est peu probable que l'aquaculture pourra, même à relativement long terme (fin du siècle), pallier un plafonnement des débarquements de la pêche. En 1981, le Comité Economique et Social prévoyait au mieux un accroissement de la production aquacole de l'ordre de 60 à 70 000 tonnes en 1990 -dont les 2/3 en coquillages (Avis du CES, 1981). Par ailleurs, les espèces sur lesquelles les efforts de recherche et de développement ont porté ne présentent pas une saisonnalité très marquée des apports (soles, turbots, bars). On arrive même à des résultats parfaitement inverses à ceux souhaités : à l'heure actuelle, les problèmes de commercialisation de la truite élevée en mer sont en grande partie dus à la saisonnalité de sa production.

3.3. - Création d'un secteur commercial

L'impact de la production aquacole au niveau commercial peut s'analyser suivant deux axes :

- l'impact sur les échanges, évoqué en France comme une réduction du déficit de la balance commerciale des produits de la mer ;

- l'impact sur les prix, souvent considéré par la plupart des décideurs comme négligeable.

3.3.1 Impact sur les échanges

Le déficit du commerce extérieur française a considérablement évolué durant les vingt dernières années, passant de 1,5 milliards de francs en 1983 (en francs constants, sur la base FF 1983) (voir figure 3). Il était alors parfaitement possible de justifier des efforts financiers importants pour l'aquaculture par une volonté de réduire, d'une manière ou d'une autre, ce déficit. Le tableau 4 montre la structure de déficit commercial français pour les deux années 1974 et 1983, en quantité et en valeur.

En 1974, le déficit commercial français, en valeur, est concentré entre : les crustacés (21 %) dont essentiellement les crevettes (10 %), le cabillaud (13 %), les salmonidés (12,5 %) et thonidés (11 %), les sardines (10 %) et les soles (7,5%). L'argument selon lequel un des objectifs de l'aquaculture est de réduire le déficit commercial est donc en partie fondé : le CNEXO a développé des recherches sur les crustacés (crevettes péneïdes notamment) et de son côté l'ISTPM a engagé des programmes relatifs aux homards (1,5 % du déficit en valeur) ; le CNEXO, en liaison avec l'INRA et le CEMAGREF s'est également lancé dans des recherches concernant les salmonidés et, plus récemment, les poissons plats comme la

sole et le turbot. Il faut sans doute chercher d'autres arguments sur les gadidés (l'idée de ROCHE (1898), puis de ROULE (1914) n'était donc pas dépourvue de fondements), sur les thonidés ou sur les sardines.

Qu'en est-il dix ans plus tard ? En 1983, la structure du déficit est peu modifiée. Les crustacés représentent toujours un fort pourcentage de ce déficit (plus d'un tiers, dont la moitié en crevettes) suivis par les salmonidés (17 %). La part du cabillaud est stable (12 %) alors que celles des thonidés et surtout celle des soles diminuent.

Compte tenu de la faiblesse des résultats, il paraît pour le moins fort peu probable de s'attendre à une réduction du déficit par la production aquacole. Plus que la comparaison de deux états, c'est l'évolution de l'un vers l'autre qui mérite examen :

- au delà de leur importance dans le déficit de la balance commerciale, c'est à un doublement des tonnages importés de salmonidés que l'on a assisté en 10 ans, et à un triplement des tonnages de crustacés. Même si les prévisions les plus optimistes s'étaient avérées exactes, la salmoniculture marine n'aurait servi qu'à satisfaire l'augmentation de la consommation apparente, alors que l'élevage de crevettes métropole et DOM TOM réunis, n'aurait même pas servi à ralentir l'accroissement du déficit ;

- l'élevage des soles est encore très expérimental et ne permet pas d'espérer de transfert avant au moins 4 ou 5 ans. Ce n'est pas l'aquaculture qui est responsable de la réduction relative du déficit mais d'autres facteurs (augmentation de la production de la pêche ? diminution de la consommation ?). De fait, ces taux ne doivent pas faire illusion : une part élevée dans le déficit commercial n'est pas le gage de la réussite commerciale d'un produit ; ce n'est au plus qu'un indice sur lequel il semble aléatoire de baser une stratégie ;

- l'approche en terme de réduction du déficit nous semble avoir été très simpliste, en ce sens qu'elle a surtout visé une diminution des importations en lui substituant une production nationale. Un raisonnement en termes d'exportation aurait probablement conduit à retenir d'autres espèces pour les programmes d'aquaculture (ce qui ne signifie pas que les résultats, en termes de recherche et/ou de transfert, auraient été meilleurs ; notre propos est simplement de montrer en quoi les critères de choix ne témoignent pas nécessairement des objectifs envisagés

initialement) (1). Les anguilles et civelles, les algues contribuent également de façon notable aux exportations, alors que l'effort de recherche spécifique a été beaucoup plus limité que pour d'autres espèces. L'absence de connaissance réelle du marché national et international des salmonidés par exemple conduit à méconnaître certains déterminants du déficit du commerce extérieur français en la matière. Ainsi, on peut penser que l'évolution de la parité des monnaies entre elles (FF-US \$ Couronne norvégienne-US \$) influence très largement les flux de saumon vers la France.

3.3.2 Impact sur les marchés

La quasi totalité des textes français relatifs au choix des espèces susceptibles de faire l'objet d'un élevage, qu'ils émanent du CNEOX (bilans annuels, programmes, etc...) ou d'autres sources (administration, dossiers d'investissement, etc...) repèrent les espèces dont le prix de vente est élevé. Ainsi bien sûr des salmonidés (saumon coho, truite élevée en mer souvent présentée -mais selon quels critères- comme des substituts du saumon), des crevettes, du turbot et de la sole, du bar, etc... Le choix d'un critère de prix (dont le niveau de saisie n'est pas précisé mais la référence semble être le prix de détail) se fonde sur un raisonnement simple : des espèces chères permettent de couvrir des coûts de production relativement mal connus et supposés élevés. "Pour quoi ce choix d'espèces nobles ? Sur le fond, le raisonnement était : plus vite la rentabilité sera atteinte, plus vite sera administrée la preuve de la faisabilité économique de l'aquaculture" (LA PRAIRIE, 1977).

L'argument peut sembler correct : il est très important pourtant de retenir qu'un tel critère est limité par le fait que les prix des produits de la mer sont généralement très dépendants des variables d'offre (flexibilité) et de consommation (élasticité, revenus, saisonnalité, etc...). Ainsi, il ne semble pas raisonnable d'affirmer sans précaution que le prix de marché d'une espèce restera à son niveau antérieur si l'aquaculture parvient à mettre en marché un tonnage important, ce qui reste le but affiché. En France, la formation des prix d'un certain nombre d'espèces (soles, bars, turbots) se fait en grande partie par le jeu des enchères, sous des contraintes extérieures dont tous les acteurs n'ont pas forcément ni la même perception ni la même maîtrise d'apports dans les autres points de débarquement, quantités disponibles sur le marché international, spéculation). Or la production aquacole devra soit subir les mêmes conditions de mise en

(1) en 1974, l'ostréiculture participe pour plus de 4 % (en valeur) aux exportations françaises : les épizooties successives, réduisant la production d'huîtres plates, ont réduit l'excédent mais la France reste exportatrice nette.

marché (ce qui est souvent le cas à l'heure actuelle), soit élaborer son prix en fonction des coûts de production de la pêche. En d'autres termes, l'aquaculture continuera, pendant un temps assez long, à "subir" les prix. Le cas des huîtres est extrême puisque la pêche sur les bancs naturels a quasiment disparu.

La littérature concernant ce problème n'est pas particulièrement riche. En France, aucun travail spécifique sur la formation des prix des produits d'aquaculture n'a été engagé. Il existe quelques analyses sur la formation des prix des produits de la mer (BELLON 1976, MAHE 1980, DUMONT 1983, GILLY et al. 1984) mais seuls les travaux de DUMONT sur l'huître creuse, concernent véritablement des produits de l'aquaculture. En revanche, un certain nombre d'auteurs Nord-Américains ont élaboré des modèles concernant la formation des prix des salmonidés (essentiellement saumon pacifique) (ANDERSON 1983, LENT 1983, ANDERSON et WILLEN 1984) et des crevettes tropicales (LIAO 1984) :

- sur le marché français, DUMONT montre la forte élasticité de la demande en huîtres creuses par rapport aux prix et par rapport aux revenus. Les problèmes rencontrés par les éleveurs les années de forte production semblent plus relever des structures de commercialisation et de distribution que de la demande solvable à des prix acceptables. Accessoirement, DUMONT met en évidence des relations de complémentarité au niveau de la consommation entre les huîtres creuses et plates d'une part, entre les huîtres creuses et le saumon d'autre part. Ces relations montrent la complexité de l'approche en terme de prix et de marchés : il n'est pas inutile de rappeler que l'on travaille en la matière, "toutes choses inégales par ailleurs" ;

- les études menées aux Etats-Unis sur la formation des prix du saumon coho (au niveau des prix de gros la plupart du temps, plus rarement au niveau des débarquements) montrent que l'élasticité des prix à court terme est négative est relativement forte : en moyenne - 3,62 au niveau des prix de débarquement (ANDERSON et WILLEN 1984) et de -3,94 à -9,68 au niveau des prix de gros (DEVORETZ 1982, QUEIROLO et JOHNSON 1977, SWARTZ 1979). De la même façon, l'élasticité par rapport aux revenus, positive, est estimée entre 1,17 et 9,80. L'influence des quantités offertes, bien que significative dans tous les domaines, semble assez limitée ;

- au niveau français, les études de formation des prix montrent la très forte réalisation prix-quantités débarquées à la première mise en marché, tant pour des espèces relativement chères comme les langoustines, que pour des espèces industrielles (lieu noir, églefine, etc...). Les phénomènes de substitution sont également très importants dans les deux cas. En revanche, on ignore quasiment tout des conditions de substitution éventuelle entre la truite élevée en mer et les autres salmonidés (et

en particulier le saumon coho). Or un certain nombre de textes font référence au remplacement du saumon fumé du Pacifique par de la truite élevée en mer, fumée.

3.4 Création d'entreprises

Le développement de l'aquaculture est souvent présenté comme un moyen de pallier la "désertification" (voir 3.5) des zones littorales en créant des activités (entreprises, emplois) nouvelles. La perspective de création d'emplois par l'aquaculture a amené les marins pêcheurs soit à un réflexe de répulsion, soit à une revendication de ce secteur pour leur propre compte. Ces deux types de comportements, qui ont pu être simultanés mais géographiquement distincts, témoignent ensemble de la différence d'objectifs et de contraintes par rapport à la pêche (perte de contrôle, absence de rémunération à la part, appropriation de la ressource et, de façon permanente ou temporaire, d'un site.

Dans ce domaine encore, on sait la faiblesse des résultats. Au plus, une cinquantaine d'entreprises ont vu le jour entre 1975 et 1984, parmi lesquelles une trentaine survivent, bon an mal an, grâce au jeu des subventions. Malgré des prévisions très optimistes, il y a encore à l'heure actuelle plus d'emplois dans la recherche aquacole que dans les entreprises de production. Mais une fois de plus, la valeur absolue des chiffres n'a pas de signification, d'autant moins que la distance chronologique qui nous sépare des premières recherches est faible. L'obtention d'animaux de taille commerciale à partir d'oeufs pondus en laboratoire par des femelles matures de crevettes pêchées en mer remonte aux années 1938-40. Et ce n'est qu'à partir de 1962 que se sont développées au Japon, les premières entreprises commerciales de production de crevettes d'élevage (LAUBIER 1969). Il est possible, en revanche, de tirer quelques conclusions de l'évolution des chiffres existants et de comparer certains d'entre eux avec d'autres activités.

3.4.1 Création d'emplois

Dans le milieu des années 1970, certains textes du CNEXO font état de la possibilité de créer plus d'un millier d'emplois en aquaculture dès 1980-1985. Cette proposition, reprise également dans le rapport du CES en 1981, a conduit un certain nombre d'organismes de formation à développer des filières "aquaculture". Les agronomes, qui sont quasiment depuis le début impliqués dans l'aquaculture, fondent dès 1979 une spécialisation en dernière année à l'Institut National Agronomique, formant ainsi jusqu'à vingt ingénieurs par promotion. Des formations plus pratiques se développent également un peu partout sur le littoral, dans les Ecoles d'Apprentissage Maritime, dans les LEP, etc... L'Institut des Techniques de la Mer, ouvert à Cherbourg en 1982, assure également une formation à l'aquaculture.

Le mode d'évaluation du nombre d'emplois créés par l'aquaculture est basé sur une loi très "évolutive". Lors des premiers transferts -en particulier salmoniculture- il est "établi" que le point mort est obtenu pour une production de 7 à 8 tonnes par homme et par an (CNEXO 1974). En 1979, le chiffre le plus couramment cité est de 11 à 12 tonnes par homme et par an. En 1982, le Crédit Maritime Mutuel exige une production minimum de 22 tonnes par homme et par an pour prendre en considération les dossiers de prêts (Coopérative d'Aquaculture de Concarneau, 1982), alors que la SCAMER parle de 30 tonnes (OF. 25/02/1982). Enfin, en 1984 dans la plaquette de présentation de projet de ferme aquacole sur le Jaudy il est question de 45 à 50 tonnes/homme/an (France Aquaculture, 1984).

Ces chiffres témoignent probablement de gains de productivité de travail. Mais comment les comparer quand ils résultent de pratiques très diverses et limitées ; et comment les intégrer dans des éléments standardisés de décision ?

3.4.2. Création de valeur ajoutée

Les références à ce paramètre sont rares, voire inexistantes, dans la bibliographie. L'appréciation de la richesse créée par l'aquaculture et la comparaison avec d'autres activités peut pourtant se faire à partir du calcul de la valeur ajoutée de production nette (VAN). Elle se calcule par différence entre la valeur de production et la somme des consommations intermédiaires et d'utilisation du capital fixe.

La valeur nette ajoutée dépend de chaque entreprise et même de chaque cycle de production. Il est néanmoins possible de calculer une VAN moyenne qui permet de comparer cette activité avec la VAN dans des activités similaires (ou concurrentes) et de déterminer ainsi une hiérarchie des opportunités.

Nous nous sommes limités à un nombre assez réduit d'entreprises afin d'obtenir un ordre de grandeur : une enquête systématique auprès de chaque aquaculteur serait nécessaire de manière à vérifier ces chiffres. Le choix des huit entreprises tient compte de l'espèce élevée et de la technique d'élevage : toutes élèvent de la truite arc-en-ciel en mer ; cinq d'entre elles utilisent des cages flottantes, les trois autres des étangs à marée ; enfin, toutes nourrissent les animaux avec des aliments artificiels, mais dans des proportions différentes. L'examen des comptes d'exploitation sur quatre années montrent que la part de la valeur ajoutée subit des variations assez importantes d'une année sur l'autre pour une même entreprise (tableau 5). L'évolution montre assez nettement que :

- la part de la valeur ajoutée nette dépend très largement des achats de matières premières et des aliments.

Les entreprises utilisant la technique des cages flottantes présentent une valeur ajoutée nette en année moyenne, comprise entre 30 et 43 % de la valeur de la production. Dans le cas des étangs à marée, la VAN oscille entre 37 et 57 %.

ANNEES	Ent.1	Ent.2	Ent.3	Ent.4	Ent.5	Ent.6	Ent.7	Ent.8
1977/78	1.2	-2.4	-1.3
1978/79	31	-4.9	29	-27
1979/80	31.5	24	29	2	-3.5	6	.	.
1980/81	30	39	42	27	25	57	-9	-9.5
1981/82	40	43	39	8	30	48	15	36
1982/83	29.8	37	31	-21	33	39	42	45

Tableau 5 : Evolution de la VAN, en % de la valeur de la production (d'après données ARDECOM)

- les deux ou trois premières années, toutes les entreprises présentent des valeurs ajoutées brutes négatives, témoignant sans doute des difficultés d'acquisition du savoir-faire nécessaire (technique et commercial). La très grande fragilité de ces entreprises pendant les premières années de leur activité est sans doute due pour partie à ce phénomène (trésoreries insuffisantes, subventions nécessaires (1) etc...). A partir de 1980/1981, la VAN semble plafonner, voire même légèrement régresser : le prix moyen de vente n'évolue pratiquement plus à partir de cette année là : très fragiles lors de leur création, les entreprises de production de truites élevées en mer semblent le demeurer par la suite, les contraintes extérieures affectant assez largement leur structure financière.

A titre de comparaison, la valeur ajoutée brute des entreprises d'ostréiculture varie entre 45 et 55 % de la valeur de la production pour l'huître creuse et 65 à 90 % pour l'huître plate (MEURIOT et GRIZEL, 1984). MERCKELBAGH et ESNOUF (1978) indiquaient une fourchette de 70 à 80 % pour l'ensemble de la conchyliculture française alors que BONNIEUX et al. (1980) donnent une VAN de l'ordre de 77 %.

Ces chiffres ne sont que des ordres de grandeur et ne permettent en aucun cas de conclure que la conchyliculture dégage une VAN supérieure à l'aquaculture de truites en mer ; cette dernière n'est encore qu'en phase de démarrage et de nombreux progrès peuvent faire évoluer la VAN. Ils permettent néanmoins d'affirmer que l'aquaculture est susceptible de créer des richesses en zone littorale et donc, dans une certaine mesure de rémunérer des emplois. Mais l'extrême fragilité des conditions de réalisation de cette valeur ajoutée ne permet pas de faire des prévisions fiables quant au développement de ces activités.

3.5. - Aménagement de l'espace littoral

La France métropolitaine dispose d'une façade maritime longue d'environ 2 500 km, présentant des faciès extrêmement variés. A cette façade, il convient d'ajouter les territoires et départements d'outre-mer qui apportent surtout une surface de zone économique exclusive très importante, mais dont les périmètres littoraux sont réduits. Cette zone littorale est soumise à de multiples pressions résultant d'activités économiques pas toujours complémentaires. Largement médiatisée, l'aquaculture est apparue aux yeux de tous comme une nouvelle occupation potentielle de zones déjà déchirées entre plusieurs partenaires. Certains l'ont alors considérée comme concurrente, d'autres comme un moyen de lutter contre certaines formes d'occupation du littoral : là encore, l'aquaculture arrive en terrain occupé;

Pourtant, depuis l'ordonnance de COLBERT portant création du domaine public maritime, en 1681, l'Etat français a affirmé sa volonté d'arbitrer les conflits d'occupation du littoral et si possible de les prévenir. En particulier, la période récente a vu se multiplier les possibilités d'intervention :

- en 1950 sont lancés les schémas d'aménagement du littoral ;

- en 1964, la mission d'aménagement touristique du littoral lance les schémas d'Aménagement et d'Urbanisme ;

- ceux-ci sont relayés dès 1967 par les Plans d'Occupation des Sols ; ils ne résisteront pas au lancement des schémas d'Aménagement et d'Utilisation de la Mer en 1972, eux-mêmes relayés en 1981 par les schémas de Mise en Valeur de la MER (conformes aux dispositions communautaires) ;

- entre temps, en 1975 apparaît un organisme étatique aux pouvoirs étendus, le Conservatoire du Littoral, qui peut acquérir des terrains littoraux... ;

- en 1981, lancement du Schéma Directeur National de la Conchyliculture et de l'Aquaculture.

Aménagement, protection, développement, mise en valeur..., les multiples préoccupations de l'Etat sont partiellement contradictoires. L'aquaculture est à ses yeux l'activité permettant d'atteindre les différents objectifs. "... l'aquaculture revalorisera dans beaucoup de cas les zones littorales laissées disponibles par le développement des industries et de l'urbanisation, en particulier celles liées au tourisme. Elle participera à créer un état d'esprit favorable à la lutte contre la pollution. Elle sera à l'origine de la réactivation de certaines étendues laissées à l'abandon, telles celles des anciens marais salants et par voie de conséquence fournira des emplois à

une main-d'oeuvre difficilement reconvertible (je pense en particulier aux pêcheurs)" (CHAUVIN, Directeur du COB, 1970).

Quel rôle l'aquaculture peut-elle réellement tenir dans le processus d'aménagement du littoral ? En l'absence de tout volontarisme, elle ne peut prétendre à une meilleure place que les secteurs concurrents. Elle peut bénéficier du déclin de certaines activités en place entraînant une nécessaire reconversion. Mais elle entre alors en concurrence avec d'autres activités et il est probable que la plus "lucrative" aux yeux des différents partenaires l'emportera. Elle peut également bénéficier du fréquent déséquilibre saisonnier des zones côtières, à condition qu'elle soit en mesure de libérer sa main-d'oeuvre pendant la saison touristique ou agricole. En d'autres termes, scientifiques et administration ont peut-être pêché par excès d'ambition en prétendant aménager, grâce à l'aquaculture, les marges littorales. Zone en voie de sous-occupation au début des années soixante-dix, la bande côtière est maintenant relativement surpeuplée. L'objectif de création d'emploi demeure mais la finalité est différente : l'aménagement dépend maintenant surtout de la reconversion.

3.6. - Exploitation commerciale de connaissances techniques

Paradoxalement, c'est peut-être dans ce domaine que les résultats sont les plus positifs. Le transfert des technologies aquacoles (techniques et savoir-faire) est un secteur en pleine expansion : la demande internationale est croissante et les financements de projets aquacoles par des organisations régionales et/ou internationales ont augmenté assez régulièrement ces dernières années. Sur ce marché où la connaissance empirique est largement autant valorisée que la connaissance scientifique, la France occupe une position très enviable avec une demi-douzaine d'entreprises d'ingénierie aquacole dont au moins quatre ont une bonne expérience d'ensemblier (AQUASERVICE, FRANCE AQUACULTURE, SEPIA, SATEC DEVELOPPEMENT). Leur chiffre d'affaires était en croissance régulière jusqu'en 1981, date à laquelle il était estimé à une vingtaine de millions de francs dont plus de 60-70 % à l'exportation (GILLY 1983).

Les difficultés alimentaires des pays en voie de développement et l'émergence des pays du sud-est asiatique fortement consommateurs tendent à tirer le marché des technologies aquacoles. En revanche, la crise économique qui frappe les pays industrialisés entraîne une stagnation des dépenses internationales pour le développement. De la combinaison de ces facteurs dépendra l'accroissement des transferts de technologie.

5. CONCLUSION

Premier programme prioritaire du CNEXO dès 1968, l'aquaculture a été largement victime de son mythe.

L'évaluation des efforts passés se mesure autant à l'aune des connaissances acquises qu'au tonnage produit ou qu'au chiffre d'affaires réalisé. De ce point de vue, les efforts ont été largement payants. La médiatisation de perspectives irréelles a créé les conditions d'une perception négative de résultats logiquement peu importants.

En l'état actuel des connaissances, il ne serait raisonnable ni de mettre un terme définitif à certaines recherches sans en avoir répertorié les inconvénients ni de continuer tous azimuts sous prétexte que certains résultats ont été déjà obtenus.

Au-delà de la confrontation avec la réalité, il faut alors remarquer la faiblesse générale de la connaissance des déterminants non biologiques de l'aquaculture. De nombreuses voies de recherche apparaissent en la matière : le marché des produits d'aquaculture est-il original ou n'est-il qu'une variante du marché des produits de la mer ou des produits alimentaires en général ? Quels sont les autres facteurs de compétition ou/et de complémentarité avec la pêche (hors revendications paysannes) ? Doit-on continuer à développer des filières aquacoles ou est-il possible de se spécialiser sur un ou plusieurs créneaux bien limités ? Comment apprécier les contributions potentielles d'innovations technologiques à la satisfaction de besoins qui sont satisfaits d'une autre manière ou qui sont latents ? Peut-on évaluer les perspectives offertes à l'aquaculture en France quand cette évaluation ne peut être le résultat ni d'une extrapolation ni d'une projection puisque les conditions technico-économiques dont elle est tributaire sont difficilement quantifiables à ce jour ? Existe-t-il des données suffisantes pour tester la sensibilité des résultats à des variations exogènes de l'environnement (coûts des inputs par exemple) ?

II METHODOLOGIE D'ANALYSE ECONOMIQUE DE L'AQUACULTURE

Dans ce document, on tente délibérément de se placer en rupture avec les démarches habituelles suivies en matière d'évaluation de l'aquaculture, à la fois sur le plan biologique et sur le plan économique. Il semble (à la suite d'entretiens avec certains biologistes et d'après les documents existants) qu'en matière de connaissances biologiques (au sens le plus large), on a accumulé en France des données parfois dans des domaines très pointus - par exemple en matière de physiologie de la reproduction - mais le plus souvent dans un domaine relevant à la fois de la "tuyauterie" et de la connaissance empirique, c'est-à-dire beaucoup plus "technique" que "scientifique". Ainsi, dans un très grand nombre de cas, les résultats obtenus permettent de franchir conjoncturellement un obstacle mais ne garantissant en rien la reproductibilité de leurs effets. Par ailleurs ces résultats ne sont pas souvent reliés entre eux. Cette "qualité" des résultats peut être masquée par le nombre relativement élevé des publications de chercheurs français au cours des quinze dernières années (GILLY et WEBER, 1985). En matière économique, le nombre de travaux français est très insuffisant pour juger de leur qualité, mais l'approche la plus fréquente est celle, tout à fait insuffisante et réductrice, de la rentabilité par la marge brute d'exploitation. Il ne s'agit pas ici de faire la critique in extenso de ce type d'analyse (GILLY et WEBER, 1985) mais, à part le mérite d'exister et d'être simple, il est très limité par :

- le fait que cela ne permet pas de comparaison -et donc pas de choix- entre des types d'aquaculture ou des modes d'aquaculture différents utilisant par exemple des consommations intermédiaires différentes. Par exemple, on ne peut choisir, par comparaison des marges brutes dégagées, entre une activité intégrant la production d'alevins et une autre, identique en tous points, mais achetant ses alevins. A cela il faut ajouter que le plus souvent l'approche se fait sur des comptes prévisionnels, par définition équilibrés ;

- le fait que cela permet encore moins de se livrer à une approche en termes d'aménagement, c'est-à-dire d'organisation d'un espace ou d'un ensemble de facteurs finis. Par exemple à partir de ces analyses on ne pourra pas répartir -ou plus exactement proposer une répartition cohérente- un espace littoral donné entre plusieurs types d'activités différents ou antagonistes.

Il existe d'autres approches, non exclusives de la précédente, mais permettant, au prix d'un minimum de schématisation et à partir d'hypothèses simples, de quantifier l'activité aquacole et donc d'établir une éventuelle hiérarchie, contingente aux hypothèses de base. Cette dernière réduction, de taille il est vrai, nous obligera à formuler des hypothèses réalistes mais introduira sans conteste une cible de critiques à ces travaux.

1. La première alternative consiste à travailler non plus en termes de marges brutes mais en termes de Valeur Ajoutée par l'aquaculture, c'est-à-dire de richesses créées. À la notion encore trop imparfaite de valeur ajoutée brute, on préférera celle de valeur ajoutée nette qui permet de prendre en compte les coûts en capital. Cette approche est certes possible dans certains cas, mais la plupart du temps on ne dispose pas d'un recul suffisant pour travailler sur des données de terrain, et des critiques de même nature que les précédentes peuvent être formulées. Par ailleurs cette approche "comptable" va donner un certain nombre d'indications supplémentaires mais elle ne permet toujours qu'une analyse rudimentaire. En particulier, elle ne donne aucune indication sur les niveaux de coûts acceptables ou sur la sensibilité des résultats aux variations des coûts intermédiaires ou des prix de marché. Phénomène sans doute encore plus grave, cette approche ne reflète que très mal voire pas du tout le coût d'opportunité réel des facteurs, ce qui hypothèque toujours une approche en terme par exemple de coûts-bénéfices.

2. Une autre alternative consiste à se débarrasser de toute approche comptable et à travailler directement, à partir de quelques données existantes, en termes de simulation et/ou d'optimisation. De nombreux travaux ont été réalisés dans ce domaine aux USA (HUGUENIN et ANSUINI, 1978 ; RAUCH, BOSTFORD et SHLESER, 1975 ; ANDERSON, 1984 ; ADAMS, GRIFFIN et NICHOLS, 1980 ; GATES, MACDONALD et POLLARD, 1980 ; LIPSCHULTZ et KRANTZ, 1980), toujours en termes de maximisation du profit. Ce dernier objectif, qui est l'hypothèse de base des modèles développés par les auteurs américains est certes discutable, mais correspond, d'une certaine manière, au comportement normal des entrepreneurs. Toutefois, en l'absence de certitude sur le comportement des aquaculteurs, il est toujours possible de prendre comme objectif la minimisation de la fonction de coût de production. Cette fonction permettra également de déterminer la sensibilité du coût de production vis-à-vis de variations exogènes des variables d'état (voir plus loin).

Les variations qui décrivent les conditions du système sont les variables d'état (poids moyen, nombre de survivants, température). Les variables de contrôle sont celles qui sont susceptibles d'induire des changements dans les conditions du système (quantité de nourriture, chauffage). Enfin, la façon dont les variables de contrôle affectent les variables d'état sera un paramètre (taux de croissance spécifique, pouvoir calorifique).

La méthodologie proposée pour la construction de la fonction de coût repose sur une approche systémique. Le développement de l'aquaculture relève de la recherche d'un triple équilibre entre trois systèmes :

- un système biologique qui décrit la réponse des animaux aux modifications des variables d'état et de contrôle du système : relation entre la croissance pondérale et la température et/ou la salinité, sensibilité de la courbe de croissance à la présence de substances issues du métabolisme (mortalité), influence de la quantité et de la qualité des aliments distribués sur la croissance des animaux, etc... A l'inverse ce système doit également décrire le feed back que les animaux exercent sur leur milieu. Il paraît évident que toutes les variables d'état ne peuvent être incluses dans la description du modèle biologique :

* en particulier, ne seront pas incluses dans le modèle celles qui sont invariantes ou sans effets sur les animaux ;

* celles dont les effets sont inconnus ne pourront pas non plus être prises en compte. En revanche, il sera possible, dans un certain nombre de cas d'intégrer certaines variables du milieu sous forme de contrainte fixe : valeur minimale ou maximale ;

* en définitive, seules seront complètement incluses les variables dont les effets sont parfaitement connus et quantifiés et significatifs (FRY, 1947).

Le choix de la variable cible chez l'animal dépend de l'objectif poursuivi. L'objectif biologique "normal" de l'aquaculture est d'établir une méthode de reproduction (fécondation et développement larvaire) et d'élever des animaux jusqu'à leur maturité avec une mortalité limitée. A priori la variable de poids ne présente pas un grand intérêt d'un point de vue biologique (c'est plutôt un indicateur d'état). En revanche, cette variable est celle qui a la plus grande signification en terme économique en général, et en aquaculture en particulier puisqu'il n'existe une relation entre la quantité de nourriture ingérée (qui se traduit directement en un coût) et le poids de l'animal (qui se traduit directement par un prix). Parfois la longueur de l'animal apparaît comme un déterminant du prix (au moins subjectivement -exemple : la langoustine-) et il est alors utile d'avoir une relation taille-poids $L = f(P)$. La quasi totalité des sous-modèles biologiques existants traitent de trois paramètres essentiels :

- * la loi de croissance de l'animal considéré
- * le taux de mortalité
- * les caractéristiques du milieu

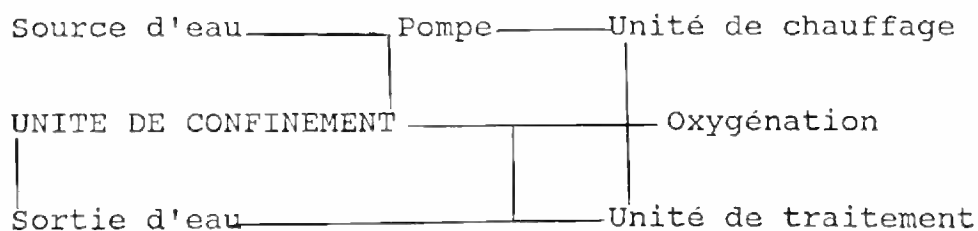
Les deux premiers sont liés directement à des caractères intrinsèques de l'espèce d'une part (donc difficilement modifiables sauf par sélection génétique) et d'autre part au troisième qui conditionne leur réalisation. C'est ce troisième paramètre qui se trouve à son tour déterminé par les caractéristiques techniques du système.

- un système technique, très variable selon les cas considérés mais qui est supposé répondre à deux types de fonction :

* le confinement d'un stock d'animaux (en général à une densité supérieure à la densité naturelle) dans un espace clos accessible. Cette fonction peut être assurée de diverses manières, en fonction des contraintes propres à l'éleveur mais aussi en fonction des caractères éthologiques connus ou supposés de l'espèce. Ainsi, certains animaux à comportement territorial ou cannibale ne pourront être élevés dans des enceintes utilisées pour l'élevage d'espèces grégaires ;

* le maintien des paramètres du milieu à leur valeur "optimale". Le taux de croissance de chaque individu dépend du taux de nourriture, de la qualité de celle-ci, de la température de l'eau, de la présence ou de l'absence de métabolites, etc... Le système technique régule ces interactions de manière à assurer la survie et le développement des animaux.

En règle générale, il faudra décrire le système technique dont on dispose avant de tenter une modélisation. La plupart des modèles existants décrivent, en sus de la fonction de contention, la fonction d'acheminement de l'eau dans le système puis hors du système, la fonction de récirculation de tout ou partie de cette eau, le maintien à une température donnée de l'eau, l'extraction des produits toxiques d'excrétion ou de surplus alimentaire, et l'oxygénation.



La mise en oeuvre de ce système technique génère un certain nombre de coûts (investissements, fonctionnement) qui sont décrits par le sous-modèle économique.

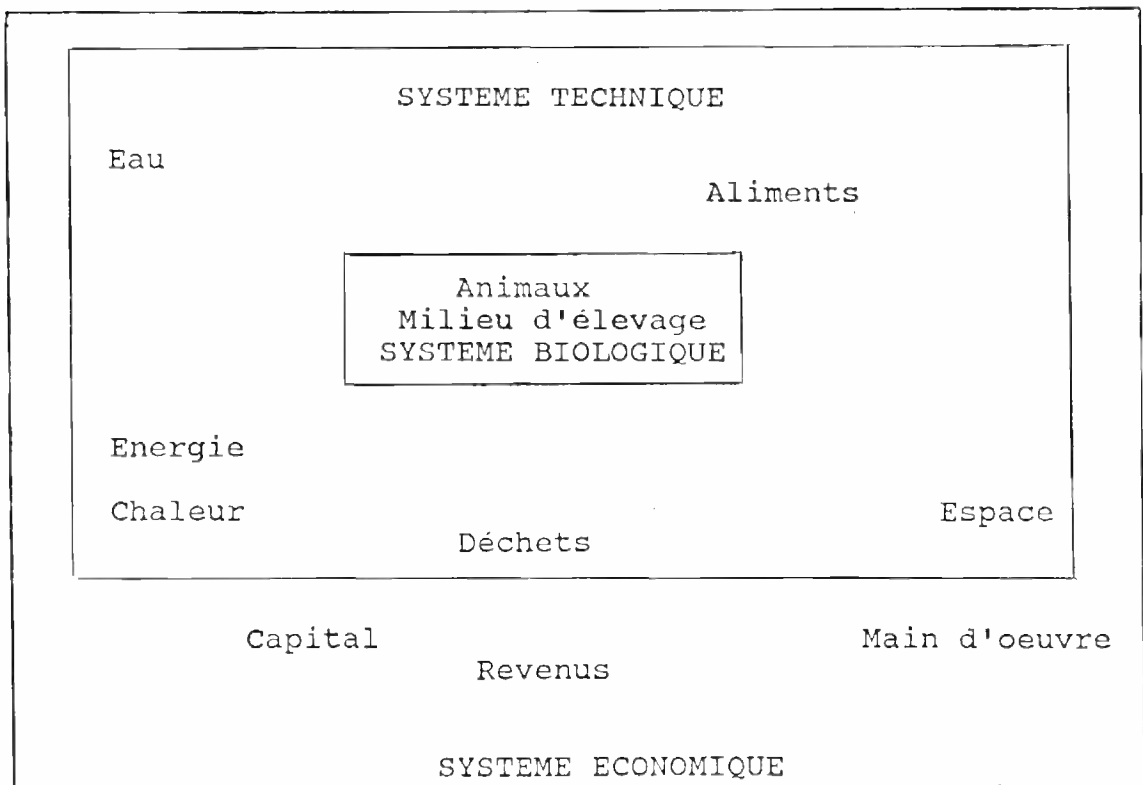
- un système économique qui décrit la pérennité des entreprises aquacoles, dont les déterminants sont de deux types :

1. déterminants endogènes. Ils sont liés directement aux deux précédents systèmes et sont principalement liés aux coûts de leur mise en oeuvre. Il est en effet probable que tous les éléments de chacun des systèmes ne seront pas présents dans tous les systèmes d'élevage. Seuls seront retenus par les opérateurs ceux dont le coût est inférieur aux revenus produits. Ainsi par exemple, le système d'élevage des salmonidés en cage en mer

ouverte ne requiert aucun système de filtration ou de pompage ou d'oxygénation de l'eau, mais les coûts de confinement risquent d'y être déterminants.

2. déterminants exogènes. Ils sont liés à des contraintes que l'entreprise ne maîtrise pas, et ils ne sont pas toujours appréciables. Dans cette catégorie, on trouvera les contraintes de consommation : saisonnalité, élasticités, substitutions, etc... mais aussi des contraintes plus difficilement quantifiables comme par exemple l'existence d'activités concurrentes ou complémentaires. Certaines contraintes de coût peuvent aussi être exogènes : coût de l'énergie par exemple.

La façon dont les variables biologiques, techniques et économiques sont reliées entre elles peut être schématisée ainsi :



Ainsi, le système global (regroupement des trois sous-modèles) répond bien à la finalité de l'exploitation aquacole qui est, toutes choses égales par ailleurs, d'aboutir à un certain niveau de rémunération du capital et de la main-d'oeuvre. La partition d'un système d'élevage aquacole en plusieurs sous-systèmes ne correspond pas à une simplification arbitraire. Chacun d'entre eux représente une entité homogène et entre eux existent des interactions nombreuses et complexes. L'analyse économique nécessite la caractérisation de chaque élément de chaque sous-système et la description des interactions. On peut alors les réunir dans un modèle mathématique. Il est rare qu'un changement d'un facteur technique ou biologique ne se traduise pas par

des modifications des variables d'état, résultant en un changement dans les coûts de production. Mais certaines variations peuvent, en l'état actuel des connaissances, ne pas être détectables, au moins à court terme : tant qu'on ne dispose pas d'un moyen pour mesurer et quantifier un changement des résultats consécutif à un changement dans les facteurs de production on ne peut réaliser un modèle intelligible. En corollaire à cette recherche de sensibilité, un tel modèle permet de définir les domaines dans lesquels la recherche pourrait avoir les impacts les plus importants, c'est-à-dire entraînerait la mise au point des techniques les plus susceptibles de réduire les coûts et/ou les risques.

Sur la base de ce qui se fait en France métropolitaine en matière d'aquaculture, ce sont les informations disponibles sur certaines espèces qui vont déterminer le mode de travail. Seuls le bar (loup) et la truite de mer semblent suffisamment connus pour faire l'objet d'une modélisation. Parmi les espèces tropicales, les crevettes pénaeïdes ou les chevrettes, sous réserve du choix d'une espèce précise, peuvent sans doute faire l'objet d'une modélisation. Dans l'approche dynamique qui est présentée plus loin, on ne retiendra alors que les variables d'état nécessaires.

Il est possible, une fois le système correctement spécifié, de mener l'analyse économique de deux façons :

1. la solution la plus classique -mais aussi la plus immédiatement utilisable- consiste à comparer la faisabilité économique de projets construits à partir de systèmes contrôlés (voir 2.) et à déterminer dans le champ des faisables, celui qui paraît souhaitable.

2. l'autre solution consiste à déterminer le niveau d'utilisation de chacun des facteurs qui conduit au résultat considéré comme optimal : c'est l'analyse dynamique, qui recouvre les techniques de programmation linéaire, la programmation dynamique et la théorie du contrôle optimal.

Evaluation des projets.

Il existe plusieurs méthodes d'évaluation des projets. Cela revient à évaluer, parmi les investissements possibles, lequel sera le plus rémunérateur, le plus souvent en termes monétaires. Il est bien sûr possible de discuter l'opportunité d'une approche en terme de profit, mais en règle générale on ne dispose guère de moyens simples de quantification d'autres objectifs ; il ne reste que dans cette approche, il est toujours possible d'introduire d'autres contraintes -comme par exemple la minimisation du nombre d'emplois créés- par l'intermédiaire de la variable de coût.

Dans ces évaluations, le critère déterminant est le taux d'intérêt utilisé. Il existe deux taux possibles dont la signification est assez largement différente et qui ne sont pas utilisés dans les mêmes circonstances. Les investissements publics sont généralement évalués au taux d'intérêt réel plutôt qu'au taux nominal (c'est-à-dire le taux monétaire). Le taux d'intérêt réel est égal au taux nominal diminué du taux d'inflation. Le taux nominal est donc beaucoup plus instable que le taux réel, mais l'utilisation de ce dernier n'est pertinente que pour des investissements à très long terme (foncier, immobilier) dont l'appréciation (ou la dépréciation) peut être différente en terme réel ou en terme nominal. La plupart du temps les investissements productifs privés sont évalués au taux d'intérêt nominal, plus élevé mais plus facile à estimer que le taux réel. L'évaluation des projets et la décision d'investissement dépendent également de l'appréciation de l'incertitude liée au projet. D'une manière générale, l'évaluation du risque se traduit par une "prime de risque" sous la forme d'un taux d'intérêt supplémentaire à ajouter au taux nominal. Plus l'incertitude est grande, plus la "prime" est importante.

Analyse coût-bénéfices

Cette méthode compare les bénéfices annuels successifs aux coûts annuels successifs en utilisant un facteur de conversion qui permet d'exprimer les valeurs présentes et futures en des termes comparables. Ce facteur est le taux d'actualisation, i . Les bénéfices disponibles dans l'avenir sont considérés comme moins "attrayants" que des bénéfices immédiats et donc ont une moindre "valeur". De la même façon, les coûts futurs paraissent "moins chers" que les coûts présents. Si la valeur du taux d'actualisation est proche de zéro, les valeurs actuelles et futures sont considérées comme peu différentes et donc la décision d'investir est peu liée au facteur temps. Au fur et à mesure que i augmente, les valeurs futures se dévalorisent et le revenu immédiat prend de l'importance.

L'analyse coûts-bénéfices permet la comparaison des résultats de plusieurs projets, actualisés avec le même taux et sur la même durée de vie. Le bénéfice net actualisé est obtenu par différence entre les revenus actualisés (R) et les coûts actualisés (C), pour chaque année (n) de la durée (t) de chaque projet (j) :

$$B_j = \sum (R_{jn} - C_{jn}) / (1+i)^n, \text{ pour } 0 \leq n \leq t$$

Taux de rendement interne

Cette approche dérive de la première et s'intéresse au coût d'opportunité du capital, que l'on détermine à partir d'un indicateur appelé le taux de rendement interne (TRI). Le TRI est le taux d'intérêt maximum utilisable pour que le bénéfice net actualisé d'un projet soit nul, c'est-à-dire pour que les coûts et les

revenus s'équilibrent. Le problème revient à chercher i tel que :

$$B_j = 0 \Leftrightarrow \sum (R_{jn} - C_{jn}) / (1+i)^n = 0, \text{ pour } 0 \leq n \leq t$$

Le TRI correspond au taux d'intérêt du projet, c'est-à-dire qu'il permet de calculer la rémunération de l'investissement initial. Il est alors possible de comparer ce taux avec le taux nominal moyen dans le pays considéré. Une limite de cette approche est que cela ne permet pas de choisir à priori entre des projets dont le TRI est supérieur au taux nominal moyen ; elle ne permet que d'éliminer ceux dont le TRI est inférieur à ce taux.

Décision en univers incertain

Dans la théorie microéconomique néo-classique il est supposé que les décideurs disposent de toute l'information nécessaire, en particulier sur les prix, les coûts et les quantités produites. Il s'agit là bien évidemment d'une simplification et la décision d'investir dépendra finalement de l'attitude du décideur par rapport au risque. En particulier en matière d'aquaculture, un certain nombre d'inconnues subsistent (par exemple, il paraît difficile d'estimer la durée de vie d'une technique, car si l'on peut estimer la durée du matériel utilisé, il semble difficile de préjuger de son obsolescence). Deux critères opposés peuvent être utilisés pour la prise de décision :

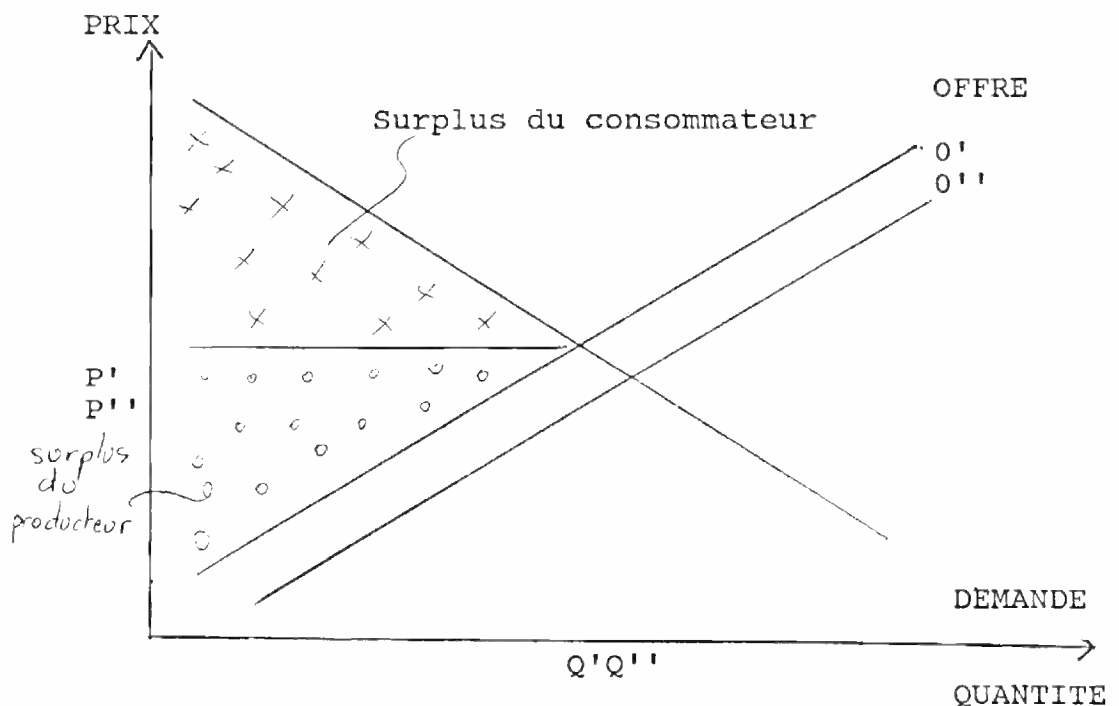
- (a) maximisation des bénéfices attendus
- (b) sélection de la solution la meilleure dans les pires conditions.

Un certain nombre de configurations sont décrites et des probabilités d'occurrence sont calculées pour chacune d'elles (on leur assigne des probabilités égales s'il n'existe pas d'informations). Les solutions possibles sont ainsi énoncées et la matrice des résultats pour chaque solution dans chaque configuration est construite. Le décideur peut alors suivre la solution qui maximise son propre critère. Dans le cas (a), la solution choisie correspond à la somme des produits de chaque résultat par sa probabilité qui est la plus élevée. Dans le cas (b), le décideur se place dans le pire des cas et calcule le résultat obtenu. S'il existe un seul cas pour lequel le résultat est négatif (pertes), il ne pourra pas y avoir d'investissement puisqu'il paraîtra toujours préférable de ne rien gagner plutôt que de perdre. Dans la pratique, chaque investisseur recherche le meilleur compromis entre les critères (a) et (b) selon sa propre perception de l'investissement réalisable : il est probable qu'un investisseur extérieur au milieu de l'aquaculture affectera par exemple l'aléa biologique d'un coefficient de risque supérieur à ce que fera un investisseur déjà impliqué dans des opérations aquacoles.

Répartition des bénéfices

Tout ceci suppose que le critère retenu pour l'évaluation des projets est la rentabilité économique. Néanmoins, ainsi qu'il a déjà été signalé, les investissements, en particulier publics, peuvent avoir d'autres finalités : distribution de revenus, protection des sites, minimisation de la consommation d'énergie, etc... Il n'y a pas en théorie de difficultés à intégrer ce type de contraintes aux modèles de maximisation du profit puisque tous ces objectifs peuvent se traduire en termes de coût.

Il est plus délicat par contre de connaître l'impact d'un projet sur les différents groupes et entre autres la répartition des avantages entre les consommateurs et les producteurs. L'évaluation classique de l'avantage des consommateurs (surplus du consommateur) est définie par l'aire située sous la courbe de demande au dessus du prix du marché. Il s'agit bien d'un "gain" dans la mesure où les consommateurs achètent au prix P' inférieur au prix qu'ils étaient prêts à payer.



De la même façon, il est possible de définir le surplus du producteur (rente économique) comme l'aire située au dessus de la courbe d'offre et en dessous du prix de marché P' . L'adoption d'un changement technologique par exemple peut se représenter comme un glissement de la courbe d'offre O' vers la courbe d'offre O'' , accroissant le gain social net (surplus du consommateur + surplus du producteur) mais la répartition entre les consommateurs et

les producteurs dépend de la forme des courbes d'offre et de demande.

Réalisation du modèle

La validation des modèles a été très largement discutée au cours des dernières décennies par différents auteurs (POPPER, 1959 ; TOULMIN, 1961 ; CASWELL, 1972). En reprenant la classification de TOULMIN, il est possible de retenir l'existence d'une dichotomie scientifique :

- les modèles théoriques permettent de mieux comprendre le fonctionnement d'un système ;

- les modèles prédictifs qui permettent de développer la capacité à prédire les comportements d'un système, sans en avoir nécessairement une connaissance exhaustive.

En matière d'aquaculture, les modèles nécessaires relèvent à priori de deux approches, compte tenu du nombre des paramètres incertains.

Les données existantes en France sont très réduites pour les différentes espèces susceptibles d'élevage : le système biologique est connu mais parfaitement interprété, le système technique est souvent bien maîtrisé mais très variable, les coûts relatifs aux différentes opérations sont mal connus et très variables.

Dans un premier temps, il est possible de réaliser un modèle partiel (comme font en général les écologistes -voir SINKO et STREIFER, 1969 ; MACFAYDEN, 1973), intégrant les relations fonctionnelles connues entre les paramètres et assignant aux paramètres inconnus des valeurs arbitraires : si au cours des essais successifs les résultats sont sensibles aux valeurs données, cela permet d'orienter les priorités. Par ailleurs, il paraît utile d'éviter les intervalles limites des modèles biologiques dans la mesure où ceux-ci sont fortement improbables dans les conditions de production. Par exemple, le spectre des températures devra être limité à celles pour lesquelles le taux de croissance est positif car il ne sera jamais "rentable" d'élever des animaux qui ne grossissent pas.

Une fois réunies les informations nécessaires, on peut entrer dans plus de détails quant à la construction et l'analyse de modèle. Celui-ci peut être "utilisé" de trois manières :

- . calcul des coûts : les valeurs données aux paramètres sont celles qui correspondent aux "meilleures" expérimentations réalisées. C'est un procédé largement utilisé par les firmes d'ingénierie aquacoles notamment (France Aquaculture, 1981 ; HAGOOD et WILLIS, 1976), pour déterminer la faisabilité d'un projet au regard des contraintes commerciales.

. L'étude de sensibilité peut être utilisée soit pour estimer la robustesse des calculs de coûts soit pour anticiper l'impact sur ceux-ci d'un changement probable ou possible de technologie. Dans le premier cas cela concerne surtout des variations des valeurs des paramètres biologiques du modèle. Les nouvelles valeurs peuvent être choisies par l'introduction d'une distribution aléatoire - méthode de Monte-Carlo- observée ou estimée. La distribution des résultats constitue une mesure de l'incertitude sur les coûts due à l'incertitude sur un des paramètres. Il est alors possible de comparer ces résultats avec les coûts probables de recherche nécessaire pour réduire l'incertitude sur le paramètre considéré. Dans le deuxième cas, les méthodes sont identiques, mais on introduit des intervalles de coûts pour chaque variable, surtout technique, incertaine (coûts futurs estimés par exemple).

. L'optimisation utilise des valeurs des variables différentes en fonction de systèmes ou de méthodes différents. Il peut s'agir soit d'utilisation différente d'un même système (variables continues), soit d'utilisation de différents systèmes pour une même production (variables discrètes). Par exemple dans le premier cas on utilise différents débits ou températures d'eau (RAUCH et al., 1975) et dans le deuxième on compare l'opportunité d'utiliser soit des cages soit des bassins (SCHUUR et al., 1974), de réaliser l'élevage jusqu'à une taille ou jusqu'à une autre (GATES et al., 1981).

Le choix de la technique d'analyse se fait parallèlement au choix du modèle. Il existe un assez grand nombre de techniques d'optimisation regroupées en deux groupes : les techniques analytiques d'une part et les techniques numériques d'autre part, chacune étant mieux adaptée pour répondre à un type de problème donné. Les méthodes analytiques, en organisant les relations fonctionnelles décrivant les contraintes, les variables de contrôle et les objectifs, donnent un vecteur solution qui satisfait le problème. Les méthodes numériques procèdent par itérations jusqu'à trouver la valeur de chaque variable de contrôle qui optimise le système et satisfait les contraintes.

Les techniques d'optimisation sont nombreuses et seuls les principes seront rappelés ici. En règle générale, on cherche les valeurs des variables de contrôle V_i ($i=1,2,\dots,n$) qui maximisent ou minimisent une fonction de ces variables ou fonction objectif (qui sera dans notre travail la fonction de coût) :

$$C = f(V_1, V_2, \dots, V_n)$$

Lorsque les variables V_i ne peuvent prendre toutes les valeurs possibles, elles sont contraintes et l'on est alors amené à résoudre un système de $p+1$ équations contenant p fonctions de contraintes :

$$\begin{aligned}
C &= f(V_1, V_2, \dots, V_n) \\
g_1(V_1, V_2, \dots, V_n) &= 0 \\
g_2(V_1, V_2, \dots, V_n) &= 0 \\
S &= \cdot \\
&\cdot \\
&\cdot \\
g_p(V_1, V_2, \dots, V_n) &= 0
\end{aligned}$$

En aquaculture, ces contraintes peuvent être d'ordre biologique (par exemple la quantité de nourriture apportée est nécessairement positive ou nulle, le taux de certains métabolites dans le milieu doit absolument rester inférieur au taux léthal - NH₃, ..-) ou d'ordre technique (un bassin donné ne peut contenir plus d'eau que son propre volume, une pompe ne peut fournir plus que son débit maximum, ...).

La méthode usuelle de résolution de ces systèmes passe par l'utilisation de la fonction Langrangienne associée, f :

$$\begin{aligned}
f &= f(V_1, V_2, \dots, V_n) + u_1 g_1(V_1, \dots, V_n) + \dots + u_p g_p(V_1, \dots, V_n) \\
df/dV_i &= 0, df/du_j = 0, df/dV_i + u_j * dg_j/dV_i = 0, \forall i, j
\end{aligned}$$

où les u_j sont des constantes à déterminer (les multiplicateurs de Lagrange). Sur le fond, la procédure est identique à celle utilisée pour les problèmes de maximisation sans contrainte (conditions de 1er et 2nd ordre) et l'on résoud S pour les valeurs des V_i et u_j qui annulent les dérivées.

Le multiplicateur de Lagrange peut être interprété comme la "sensibilité" de la fonction objectif aux variations de la contrainte j. De même la dernière égalité implique que les apports entre les variations de la fonction objectif par rapport à chaque variable V_i et les variations de chaque contrainte g_j par rapport à chaque variable V_i sont égaux.

La programmation linéaire est une méthode d'optimisation utilisée en particulier lorsque la fonction objectif et les contraintes sont des fonctions linéaires des mêmes variables. Largement utilisée en nutrition (pour déterminer les formules alimentaires optimales sous contraintes -BARBIERI et CUZON, 1980), cette méthode présente l'inconvénient de travailler avec des valeurs particulières des variables de contrôle. Par exemple, pour déterminer le coût minimal de chauffage de l'eau, la programmation linéaire produira une température optimale pour toute la période d'élevage, conduisant à ignorer les éventuelles économies réalisées en modulant la température en fonction du stade d'élevage par exemple. Ce problème précis peut être contourné de deux manières :

* il est possible de partitionner le temps d'élevage en périodes plus courtes et de déterminer, par programmation linéaire, l'optimum thermique sur l'intervalle de temps considéré. C'est un procédé long et

sans doute coûteux en termes de temps de calcul. Pour autant il ne faut peut être pas le rejeter à priori.

* il existe des procédés plus élégants, dits techniques dynamiques, qui permettent justement de choisir une fonction de variables indépendantes (le plus souvent la variable temps). Ces techniques, programmation dynamique ou contrôle optimal, sont toujours basées sur le Principe du Maximum (PONTRYAGIN et al., 1962 ; STOLERU, 1980). Le problème revient à déterminer les extremums de l'intégrale d'une fonction de fonctions, ces dernières étant toutes dépendantes du temps (la fonction des fonctions est établie sur une intervalle de temps discret et intégrée à l'ensemble de la période) :

$$C = \int_0^T f(v(t), u(t), t, p) dt \dots (A)$$

t = variable indépendante (temps)
v(t) est le vecteur des variables d'état qui sont fonction du temps
u(t) est le vecteur des variables de contrôle qui sont fonction du temps
p(t) est le vecteur des paramètres

Ces variables sont reliées par des contraintes qui prennent la forme d'équations différentielles décrivant la dynamique de chaque variable d'état :

$$dv/dt = g(v(t), u(t), p(t)) \dots (B)$$

La solution est donc le vecteur des variables de contrôle u1(t), u2(t), ... un(t) qui satisfait (A) et (B).

Il est possible de se livrer à un essai sur la manière de procéder avec ce genre de technique, afin de mieux comprendre le type de données nécessaires. Supposons un élevage de bars en bassin et soit W la biomasse présente dans le bassin. Cette biomasse est fonction d'un certain nombre de paramètres comme le taux de croissance spécifique du bar, la taille du bassin, la ration alimentaire quotidienne, etc... Supposons que cette biomasse ne soit fonction que de la ration alimentaire R. On peut écrire :

$$dW/dt = f(W, R)$$

Considérons que l'objectif est de maximiser le profit au terme de l'élevage. Dans le cas du bar, le cycle est suffisamment long pour intégrer à la fonction objectif un taux d'actualisation. La fonction à maximiser est donc :

$$P = \int_0^T (R(W, R, t) - C(W, R, t)) \exp(-it) dt$$

où i est le taux d'actualisation.

La solution sera la fonction $R(t)$ qui maximise P sous la contrainte $dW/dt = f(W,R)$. La fonction de contrôle doit être efficace sur toute la durée de la période considérée. La fonction Hamiltonienne associée (le Hamiltonien) s'écrit :

$$H(t) = (R(W,R,t) - C(W,R,t)) \exp(-it) + \mu(t) f(W,R)$$

Le principe du Maximum énonce que la fonction $R(t)$ recherchée est celle qui maximise le Hamiltonien. Le problème est donc à présent un simple problème de maximisation où l'on cherche $R(t)$ telle que :

$$dH/dW = 0$$

Le terme $\mu(t)$ a ici une signification identique au multiplicateur de Lagrange, mais il est fonction de la variable indépendante. On peut l'écrire :

$$\mu(t) = \delta / \delta W * \int_0^T H dt$$

(δ est le symbole de la dérivée partielle)

$\mu(t)$ décrit l'importance de la modification des profits futurs résultant d'un changement de biomasse : c'est donc une valeur marginale de la biomasse. L'intérêt de cette technique est, en l'occurrence de prendre en compte non seulement les effets immédiats sur le profit d'une augmentation de la ration, mais aussi les effets de cet accroissement dans l'avenir sur la ou les futures productions.

L'exemple donné ici utilise la ration alimentaire quotidienne. Dans le corps du travail, les variables d'état retenues pourraient être d'une part le poids moyen des individus, d'autre part leur nombre, et éventuellement dans le cas d'élevage en bassin, la température de l'eau. Concernant les variables de contrôle, il y aurait la ration alimentaire quotidienne, une variable relative à la qualité de l'aliment donné, une variable de volume des cages ou bassins, une variable de taux de renouvellement de l'eau, et peut être une variable de main-d'oeuvre. Pour le moment je n'ai guère d'idée quant à la formulation mathématique des fonctions des variables de contrôle n° 2 et n° 3 ! A notre connaissance, les seuls travaux existants à propos de l'influence du volume ont été réalisés par BOSTFORT et RAUCH en 1975 sur ... le homard canadien. Ils sont difficilement extrapolable car le homard étant fortement cannibale, il est élevé en bac individuel.

BIBLIOGRAPHIE

- ABEL Rob. B. - "The future of aquaculture : a manic-depressive view", Proc. World Maricu. Soc., 1971 pp. 13-19
- ACKEFORS H. - "Development of aquaculture in Sweden", The Swedish Council for Planning and Coordination Research, 1983
- ADAMS C.M., GRIFFIN W.L., NICHOLS J.P., BRICK R.W. - "Bio-engineering-economic model for shrimp mariculture systems, 1979" 1980. Texas A & M University Sea Grant College Program TAMU-SG-80-203, 118 pp.
- ALLEN P.G., JOHNSTON W.E. - "Research direction and economic feasibility : an example of systems analysis for lobster aquaculture" 1976. Aquaculture, 9 : 155-180
- ALLEN P.G., BOSTFORD L.W., SCHUUR A.M., JOHNSTON W.E. - "Bioeconomic of aquaculture" - Amsterdam : Elsevier, 1984.- XVI + 351 p., fig. var., bibliogr. (Developments in Aquaculture and Fisheries Sciences ; 13)
- ANDERSON J.L. - "Commercial fisheries vs aquaculture : conflicts in the Northwest salmon fishery", IIFET Conference 1984, August 20-24, Canterbury N.Z.
- ANONYME - "Description de la Situation Actuelle de l'Aquaculture Marine", CNEXO, doc. interne, non daté (sans doute fin 1980-début 1981)
- ANONYME - "Aquaculture", Colloque de la Recherche, 1982
- ANONYME - "L'aquaculture : un enjeu pour demain". La nouvelle revue maritime, Juillet 1980, n° 355
- ANONYME - "Fish and farming may triple output in 80's, as legislation technology pave the way", Quick Frozen Food, Janvier 1982
- ANONYME - "Bilan de l'activité aquacole bretonne 1982", non daté (probablement CNEXO), sans origine
- ANONYME - "L'aquaculture nouvelle", Mimeo interne CNEXO, non daté, probablement vers 1977-78
- ANONYME stat. - "Aquaculture in cool waters. Production Stratégies", B.A. 29.03.84 511, IFREMER Paris
- ANONYME 84 - "Aquaculture COB et COP 83", CNEXO - DPMO : BA, Avril 1983
- ARRIGNON J.C.V., HARACHE Y., MUIER-FEUGA A.- Vol. 1 - Rapport de synthèse , juin 1984, S.E. Mer, Ministère des Transports, Groupe de Travail Technologie Aquacole

ARRIGNON J.C.V., HARRACHE Y., MULLER-FEUGA A. - Vol. 2 - Rapport des sous-groupes, S.E. Mer, Ministère des Transports, Groupe de travail en Techno. Aquacole

ARRIGNON J.V.C. - "Regards sur l'aquaculture mondiale", Aquaculture 27 (1982), pp. 165-186 (texte de 1980)

A.S.F.A. - Biological Sciences and Living resources ; part 1. Volume 1 à Volume 14 (1972-1984). Mensuel

A.S.T.E.O. - "Evolution des C.A. des activités liées à l'exploitation des océans", contrat CNEXO-78/1978

BAILLY D. - "Classification of marine cultures" - Kagoshima University, Faculty of Fisheries, s.d. - 28 p.

BALLY P. - "Aquaculture d'eau de mer : l'élevage viendrait-il au secours de la cueillette ?", Economie et Finances Agricoles, Mai 1982, pp. 28-32

BAP-CNEXO/COB - "Aquaculture marine nouvelle : zone Manche Atlantique. Sommaire des connaissances et actions en cours", Doc. interne, Février 1981

BARBAZANGE C. - "Analyse des structures collectives de production et de mise en marché des produits de l'aquaculture sur la côte atlantique", CEMAGREF, D.A.L.A. CESTAS PRINCIPAL, France, 1982, Mém. Fin d'Etudes 236 p.

BARBIERI M.A., CUZON G. - "Improved nutrient specification for linear programming of Penaid ratios", Aquacult. 19 : pp. 313-323, 1980

BARDACH J.E. - "Aquaculture revisited", J. of the Fish Res. Board Can., 1976, 33 n° 4 part. 2, pp. 880-887

BARNABE G. - "L'aquaculture nouvelle en Méditerranée et ses perspectives à court terme", La Pêche Maritime no 1237, 1981, pp. 214-218

BARNABE G., PARIS J. - "L'aquaculture nouvelle en Méditerranée et ses perspectives à court terme", La pêche Maritime, 20 avril 1981, pp. 214-218

BELL Fred. N. - "Aquaculture : a food panacea", Food from the Sea : the Economics and Politics of Ocean Fisheries, West view Press Boulder, Colorado 1978

BENGUIGUI C., CHAVE D. - L'Etat et les petits poissons. Laboratoire de Sociologie du Travail, Paris VII

BERCHU L., NOEL M.J. - "La situation de l'aquaculture française" - Rungis : Laboratoire de Recherche et d'Etudes sur l'Economie des I.A.A., 1980 - 83 p., tabl., + bibliogr.

- BERG E.R. - "Management of Pacific Ocean salmon ranching : a problem of federalism in the coastal zone", Coast. zone. manage. j., Vol n^o 1, 1981, pp. 41-76.
- BERGUERY M. - "L'économie de l'aquaculturè", CNEXO, C 337, non daté
- BERGUERY M. - "Perspectives économiques de l'aquaculture en France", CNEXO, Univ. Paul Valéry (Montpellier), (non daté)
- BLOMMESTEIN E., DEESE H., McVEY J.P. - "Socio-economic feasibility studies of Macrobrachium r. farming in Palau", Proc. World Maricul. Soc. pp 747-764, 1977
- BONNET M., DARDIGNAC-CORBEIL M.J., DUCLERC J. - "L'aquaculture marine française : bilan et perspectives", Mimeo ISTPM, Juin 1983
- BORGESE E.M. - "Sea farm : the story of aquaculture", Harry N. ABRAMS INC., Publishers New-York NY (USA) 1980 ISBN 08109 1604-5, 236 P.
- BORNENS J. - "Aquaculture nouvelle. Développement actuel, perspectives et exportations de sacoir-faire", Institut de Commerce International D.A.I. et D.E., 1980, Caisse nationale Crédit Agricole
- BOTSFORD L.W., GOSSARD T.W. - "Implications of growth and metabolic rates on costs of aquaculture" 1978. Proc. World Maricult. Soc., 9 : 413-423
- BOSERUP C. - Evolution agraire et Passion Démographique Sevil, Paris
- BRESARD - "Bilan et Perspectives de l'aquaculture", Printemps 1977, S.E.E.F
- BROWN E.E - "Mariculture and Aquaculture", Food Technology, décembre 1973
- BRUNE D.E., MEYER D., HAIGHT B. - "Mathematical and computer modeling of aquatic culture systems" (sous presse). Proc. 1983 Ann. Meet. World Mariculture Society
- BURG et al. - "Avis de la Commission", Commission d'évaluation de l'aquaculture en France, Vol. 1
- BURG et al. - D-TOM Coopéraion internationale, Commission d'évaluation de l'aquaculture, Vol. 2
- BUTTIN P. - "L'aquaculture marine en France", ENV, Toulouse, thèse 1979, n^o 107
- CHAUVIN R. - "L'aquaculture bretonne face à la presse" Conf. presse 18 et 19 décembre 1970, Rennes

- CHILDE V.G. - "Changing methods and aims in prehistory. Presidential address for 1935", Proceedings Prehist. Society, 1935, 1:1-15
- CHILDE V.G. - "Man makes himself", 1936, London : Watts
- CLARK C.W - "Mathematical bioeconomic", John Wiley and Sons, New-York, 1976, 351 p.
- CNEXO - "Organisation des pôles d'aquaculture", Miméo, Doc. Interne, non daté
- CNEXO - "Schéma d'organisation de la R. et D. en aquaculture sur le littoral Atlantique", Doc. Interne, 14.06.1982
- CNEXO - "Groupe de travail sur l'aquaculture. Projet de rapport à soumettre au Gouvernement", 8 mai 1970, CNEXO/PR/RPO/05-008
- CNEXO - "L'aquaculture au CNEXO", Miméo interne au CNEXO, Février 1982
- CNEXO/Centre de Droit et d'Economie de la Mer - "Les cultures marines et le droit en France", Rapport économique et juridique. 11. CNEXO, 1983, 289 p.
- CNEXO - "Fiches biotechniques d'aquaculture : crevette, daurade, loup, palourde, salmonidés, soles, turbot", CNEXO, 1983
- COMITE ECONOMIQUE ET SOCIAL - "L'aquaculture. P.V. de l'audition de G. PIKETTY, PDG-CNEXO", 10 décembre 1980, (rapport J. LE HENAFF)
- COMMISSARIAT GENERAL DU PLAN - "Rapport du Groupe de Travail Mer et Littoral", La Documentation Française, VIIIème plan, 1981-1985
- CORBIN J.S., GIBSON R.T. - "Plannign Aquaculture Development : the fisrt time is always the hardest", Proc. World Maricul. Soc. 10: 21-27 (1979)
- COREY D., LEITH D.A., ENGLISH M.J. - "A growth model for coho salmon including effects of varying ration allotment and temperative", Aquaculture, 30:pp. 125-144, 1983
- COSTE M. - Voyage d'exploration sur le Littoral de la France et de l'Italie - Paris, Imprimerie Impériale, 1861
- CRESSWELL - A "néolithique", Encyclopaedia Universales, 2nde édition - 1985
- DASTE Ph., NEUVILLE D. - "Aliments tirés de la mer et énergie", la Pêche Maritime, Avril 1980

- DATAR-SESAME - "L'Aquaculture" Perspectives pour l'Aménagement du Littoral Français, Rapport au Gouvernement, Novembre 1973, pp. 95-112
- DUBY G. - Les Trois Ordres ou l'Imaginaire du Féodalisme Gallimard 1982
- DOUMENGE F. - "Problèmes de l'aménagement intégré du littoral méditerranéen", CGPM, Etud. Rev. Cons. Gen. pêches Méditer. (58) p. 342, p. 364
- DOUMENGE F. - "Un défi américain : le plan de développement de l'aquaculture jusqu'en 1985", La Pêche Maritime, 1977, septembre
- DOUMENGE F. - "L'aquaculture française : bilan et perspectives", Norois n° 121, janvier-mars 1984, Poitiers
- DUMET Ph. - "Aquaculture : un démarrage timide", Industries et Techniques, 1er janvier 1981
- DURY D. - "Une approche prospective d'un secteur industriel : le cas de l'aquaculture", IAE, Aix-Marseille III. ESSEC, 10 janvier 1982
- ERNOULT P., RICARD J.M. - "L'aquaculture", Cahiers Français, octobre-décembre 1982, n° 208 pp. 42-43
- ERNOULT P., RICARD J.M. - "L'aquaculture : technique et économie", Miméo CNEXO, janvier 1982
- ESSIG M. - "Conclusions des journées 1980", C.R. des 2èmes journées nationales de l'aquaculture 1980
- FAURE A. - "Intérêt de la connaissance des variations de cours de la marée pour l'aquaculture (+ une note de P. ROUZAUD)", Mémoire n° 4, CTGREF (DALA), septembre 1984
- FERLIN et al. - "L'élevage des salmonidés au Danemark et en Norvège", CTGREF/DALA, Rapport de mission, Novembre 1973- mai 1974
- FERLIN Ph. - "L'aquaculture dans le monde", IIIèmes Journées de l'Aquaculture, Paris, Avril 1982
- FLAMBARD M.M. - "Synthèse des colloques sur l'évaluation de la recherche en aquaculture nouvelle", CEASM, Décembre 1982
- FLYNN, MARTIN, HANSON - "Effects of capital rationing and tax incentives on the internal growth of an aquaculture firm", Aquaculture 38 (1984), pp. 261-273
- FORTES M., EVANS PRITCHARD F. - Systèmes Politiques Africains, l'Homme d'Outre-mer, PUF-Paris - 1964
- FRANCE-AQUACULTURE - "Rapport de mission Mexique, 26 juin-7juillet 1984", Doc. interne 1984

FRANCE-AQUACULTURE - "Indications sommaires de caractère général sur les projets d'aquaculture marine", Miméo interne, 12 juin 1979

FRANCE-AQUACULTURE - "Etude technico-économique d'une ferme de grossissement de loups en Corse d'une capacité de production de 30 T/an, 30 mars 1981, Doc. interne

FURNESTIN J. - "Point de vue non conformiste sur l'intérêt de l'aquaculture marine en France", J. Mar. Mar, 25 juin 1970

GANS H. - "Aquaculture : un défi, une nouvelle aventure humaine", la Pêche Maritime, Décembre 1983, pp. 714-718

*f1+GATES J.M., MACDONALD C.R., POLLARD B.J. - "Salmon culture in water reuse systems : an economic analysis" 1980. University of Rhode Island Marine Tech Report 78, 52 pp.

GIRIN M. - "L'élevage des poissons marins", La Recherche, 107, Janvier 1980, Vol. 11, p. 36-44

GOODWIN L. - "Aquaculture in the Pacific Basin", Food-drugs from the sea-Proceedings 1974, Marine Technology Society, pp. 24-37

GRIFFIN W.L., HANSON J.S., BRICK R.W., JOHNS M.A., - "Bioeconomic modeling with stochastic elements in shrimp culture" 1981. J. World Maricult. Soc., 12:94-103

GROSRICHARD F. - "L'aquaculture, avec des promesses mais sans illusion", Le Monde, 9 juin 1982

GROUPE DE TRAVAIL TECHNOLOGIE CROISSANCE-EMPLOI - "Aquaculture", Ecole Pratique des Hautes Etudes, Station Marine d'Endoume (non daté)

HAGOOD R.W., WILLIS S.A. - "Cost comparisons of rearing larvae of freshwater shrimps, *M. achanthurus* and *M. rosenbergii* to juveniles, Aquaculture 7 (1976) pp. 59-74

HANSON J.A., GOODWIN H.L. - "Shrimp and prawn farming in the western hemisphere", Dowden, Hutchinson and Ross, Inc. 1977

HARKER M.K. - "Aquaculture in the Developing World", Eng. J., Vol. 65 n° 5, novembre 1982, pp. 16-19 (1976-1 Q 13)

HENRY, DESHAYES, BADOR, GILOTAUX - "Analyse économique et financière des entreprises aquacoles" ; IGIA R/892, Juillet 1983

HIGGS S.E., - "Les origines de la domestication", La Recherche, 1976, n° 66, pp. 308-315

- HIGGS S.E. - "Papers in economic prehistory", 1972, Cambridge University Press, Cambridge
- HILDINGSTAM J. - "Economics of research and development in the sea farming of salmonid species", Fish Farming International, Irish national Science Councils Mariculture Workshop, Ireland 1975
- HIRASAWA Y. - "Economics problems of marine fish culture with special reference to bluefin tuna", Actes colloques CNEXO, 8, pp. 169-184, Sète 9-12 mai 1978
- HIRONO Y. - "Preliminary report of shrimp culture in Ecuador" 1983. Abstracts of the World Mariculture Society's Annual Meeting, Washington D.C.
- HOPKINS K.D., CRUZ M.E. - "The Iclarm CLSU integrated animal-fish farming project : final report", Fresh water aquaculture center, Central Luzon state university, ICLARM, Technical reports 5
- HUGUENIN J.E., ANSUINI F.J. - "A review of the technology and economics of marine fish cage systems", Aquaculture 15 (1978), pp. 151-170
- JAGOE, SMALL, BLAKE et al. - "Commercial Aquaculture of fishes in Maine : status and future prospects", Fisheries n° 5, vol. 6, Septembre 1981, pp. 16-24
- KIRK R.G. (CEE) - "Marine fish and shellfish culture in the member states of the european economic community" ; Aquaculture 16 (1979), pp. 95-122
- KINNE O. - "Aquaculture : a critical assessment of its potential and future", Interdisciplinary Science Reviews, Vol. 5 n° 1, 1980, Heyden and Son Ltd
- KUTTY M.N. - "Aquaculture in South East Asia : some points of emphasis", Aquaculture 20 (1980) pp. 159-168
- LAGADEC P. - "Evaluation de l'aquaculture comme projet de développement régional", Penn ar Bed n° 77, Juin 1974 ; pp. 381-387
- LA PRAIRIE Y. - "A la conquête des Océans", Sciences et Vie n° 86, 1969, (H.S.)
- LA PRAIRIE Y. - "L'aquaculture demain", Sciences et Vie n° 86, 1969
- LA PRAIRIE Y. - "L'aquaculture dans le monde. Etat actuel et potentialités, le programme du CNEXO et sa réalisation", Centre de Perf. Technique, Journées de l'exploration et de l'exploitation des océans, Nantes, Novembre 1969
- LAUBIER L. - "Aquaculture 1974", La Revue Maritime, 1974

- LAUBIER L. - "Qu'est-ce-que l'Aquaculture", 1974-75, Contribution n° 282, Colloque CNEOXO
- LAUBIER L. - "Tendances récentes des recherches fondamentales et appliquées en aquaculture en France et dans le monde, IIIèmes Journées nationales de l'Aquaculture, 1982, 19-21 avril
- LAUBIER L., LAUBIER-BONICHON A. - "L'élevage de la crevette (*P. japonicus*) en France. Premiers résultats et perspectives", Sciences et Techniques n° 44, Septembre-Octobre 1977
- LE HENAFF J. - "L'Aquaculture", Rapport du C.E.S. 1981
- LE NOAN J. - "Premiers développements prévisibles de l'aquaculture en France", Miméo interne CNEOXO, 1974, (Direction dépt. DRV)
- LEE C.S. - "Production and marketing of milkfish in Taiwan : an economic analysis" ICLARM Technical Reports 6, Manila (1983)
- LEONARD S. - "L'aquaculture marine", La pisciculture française n° 57, 1979
- LEQUENNE Ph. - "Les fermes marines", EDISUD, La Calade, Aix-en-Provence, 1984
- LEVI-STRAUSS C. - "Tristes tropiques", 1955, Paris:Plon
- L'HERROUX M. - "Dix ans de recherche aquacole", INNOTERMER Brest, 4 novembre 1982
- LORING R.H. - "Twenty years of frustations in mariculture" Proc. World Maricul. Soc., 10 : 590-595 (1979)
- LUCAS A. - "La culture de la palourde : tradition et voies nouvelles" La Pêche Maritime, 20 août 1977, pp. 475-478
- LUCAS A., LUCAS N. - "L'aquaculture dans les mers tempérées" Norois n° 106, avril-juin 1980, pp. 237-250
- MACVEY J.P. - "Current developments in the penaeid shrimp culture industry (1980)", Aquaculture Mag., july-august 1980
- MADAMBA J.C. - "Subsistence aquaculture and technology transfer among develop and developing countries", Proc. World Maricul. Soc., 10:182-193 (1979)
- MANN R. - "Exotic species in aquaculture", Oceanus 22, (1), 1979, pp. 29-35
- MARSAUD J.L. - "Le transfert des technologies halieutiques" La Pêche Maritime, 20 août 1980, pp. 462-465

- MAURIN C. - "Avenir de l'aquaculture", Penn ar Bed, n° 77, 9 juin 1974, pp. 388-392
- MAZEAUD F. - "Saumon, le sea ranching", La Pêche Maritime, 20 septembre 1981, pp. 514-519
- MEILLASSOUX C. - Recherche d'un niveau de détermination dans la société cynégétique - l'Homme et la Société, n° 6 - 1967
- MICHA J.C. - "Aquaculture, potentialités actuelles et futures en eaux douces", UNECED-FUN, rue de Bruxelles 61 B 5000, Namur
- MICHEL A. - "Orientations en aquaculture", Note interne IFREMER n° 206, 26 juin 1984, DRV.RA à DRV
- MORGAN L.H. - "Ancient society", 1877, New York : Holt
- MOSS et al. - "Auburn university's philisophy and strategy for international aquacultural development and technology transfer", Proc. World Maricul. Soc., 10:68-78 (1979)
- MULLER-FEUGA A. - "Les conditions d'extension de la pisciculture intensive à la mer ouverte", Thèse d'Etat, Université d'Aix-Marseille, Fac. de Sciences de Luminy, 14 septembre 1984
- NASH C.E. - "Ocean ranching, the achievements, the problems and the possibilities", Fish farming international 4 (3), 1977
- NEAL R.A. - "Alternatives in aquacultural development : consideration of extensive us intensive methods", J. Fish. Res. Board Can., 30 : 1973, Vol. 12 pt 2, pp. 2118-2222
- ORME B. - "The advantages of agriculture", in MEGAW J.V.S. "Hunters, gatherers and first farmes beyond Europe", Leicester University Press, 1977, 41-49
- ORTH D.J. - "Applications of operations research and systems science in aquaculture", Fisheries, Vol. 5 n° 1, janvier-février 1980
- OUEST-FRANCE - "L'aquaculture à petits pas", O.F. Documents, tiré-à-part, 1983
- PALACIO Francisco J. - "Aquaculture policies in Latin America", Marine Policy, Avril 1979
- PARACHE A. - "La palourde", La Pêche Maritime n° 1254, Septembre 1982, pp. 496-508
- PERES J.M. - "Aquaculture marine" Sciences et Vie, n° 86 1969 (H.S.), pp. 100-111

PERROT J. - "Aquaculture, le point sur l'élevage dans le monde des crevettes" La Pêche Maritime, 20 avril 1977, pp. 219-222

PILLAY T.V.R. - "Recent development in aquaculture with particular reference to Southeast Asia", Fisheries Resources and their Management in Southeast Asia, 1976, GFID-FAO, pp. 308-314

PILLAY T.V.R. - "Aquaculture in Southeast Asia and potential for its development", Fisheries Resources and their Management in Southeast Asia, 1976, GFID-FAO, pp. 300-308

PINCHOT G.B. - "Marine Farming", Scientific American, Décembre 1970, Vol. 223 n° 6, pp. 15-21

PLASSARD F., RENE F. - "L'aquaculture... une activité nouvelle en terrain occupé", Miméo, 1981

QUERELLOU J. - "Aquaculture, l'expérience japonaise des repeuplements : introduction générale ; principes généraux et programmes nationaux", CTGREF, Avril 1977, Mémoire n° II

QUERELLOU J. - "Aquaculture", Extrait de 1981, CGPM, Aménagement des Ressources Vivantes de la zone littorale de la Méditerranée, Etude Rev. CGPM (58), pp. 285-303

QUERELLOU J., DAO J.C., DUCLERC R., REVECHE C. - "Les récifs artificiels marins : gadget ou moyen d'aménagement à ne pas négliger", La Pêche Maritime, 20 mai 1981, pp. 280-288

RABANAL H.R. - "Aquaculture in Southeast Asia", 10th WMS, 22-27 janvier 1979, 1977

RAUCH H.E., BOTSFORD L.W., SHLESER R.A., - "Economic optimization of an aquaculture facility", IEEE Trans. Automatic Control, A C-20: pp. 310-319, 1975

REAY P.J. - "Aquaculture", ed. Arnold, Londres 1979, 60 p.

ROCHE G. - "La culture des Mers en Europe. Piscifaculture, Pisciculture, Ostréiculture", Bibliothèque Scientifique Internationale, LXXXVII. Félix ALCA Editeur, 1898

ROUSSEAU J.J. - "Discours sur l'origine et les fondements de l'inégalité parmi les hommes", Paris:Gallimard

ROUZEAUD P. - "Les techniques d'aquaculture", Rev. Int. Océanogr. Med., Tome L., 1978

ROUZEAUD P. - "Etude technico-économique d'une ferme de grossissement de loup d'une capacité de 34 T/an en bassins sur la commune de Propriano", Miméo, CNEXO, Avril 1981

- RYTHER J.H. - "Mariculture, ocean ranching and other culture based fisheries", Bioscience, Vol. 31 n^o 3, 1981, pp. 223-230
- SABEAU B. - "Transfert de technologie aquacole", La Pêche Maritime, 20 juin 1982, p. 314
- SAHLINS M. - Age de Pierre, Age d'abondance - Economie des Sociétés - Gallimard 1976 - 1972
- SAHLINS M. - "Tribesmen", Prentice Hall - 1968
- SHANG Y.C. - "A comparison of rearing costs and returns of selected herbivorous, carnivorous and omnivorous fishes", (cf BNDO)
- SHANG Y.C. - "Comparison of the economic potential of aquaculture, land animal husbandry and ocean fisheries : the case of Taiwan", Aquaculture 2 (1973), pp. 187-195
- SAHNGU Y.C., FUJIMURA T. - "The production Economics of freshwater prawn (macrobrachium ros.) farming in Hawaii", Aquaculture 11, 1977 p. 111-121
- SHEPERD C.J. - "The economics of aquaculture, a review", Oceanogr. mar. Biol. ann. Rev. 13, 1974, pp. 413-420
- SMITH C.J., PETERSON S. - "Pitfalls in third world aquaculture development" Oceanus, Vol. 25 n^o 2, 1982, pp. 30-49
- SMITH P.E.L. - "Food production and its consequences", 1976, Menlo Park : Cummings
- STONE R.B. - "Artificial Reefs : towards a new era in fisheries enhancement", Mar. fish rev., Vol. 44 n^o 6-7, June 1982, pp. 2-3
- TROADEC J.P. - "Orientations en Aquaculture et en pêche", Note interne IFREMER, DRV, 18 juillet 1984
- TURNBULL C. - Le peuple de la Forêt - Stock - PARIS
- VARD Ch. - "L'aquaculture" (étude spéciale), Industries et Travaux d'Outre-Mer, Septembre 1983, n^o 358
- VARD Ch. - "Regard sur l'aquaculture mondiale", La Pêche Maritime, 20 décembre 1983, pp. 694-703
- VERLAQUE C. - "L'étang de Mauguio : approche socio-économique", Université Paul Valéry, Montpellier
- VICENTE N. - "L'aquaculture méditerranéenne", Rev. Fond. Océanogr. Ricard, n^o 5, 1981, pp. 35-42, ISSN 0243 6663

- VIDAL-GIRAUD B. - "La salmoniculture française marine en 1980, éléments d'appréciation économique des différents systèmes de production", CNEXO/COB, INAPG, Mémoire, Septembre 1980
- VILLE J.A., CHARPY A. - "Exploitation des océans et aquaculture, Tomes I et II", Rapports ANVAR 1981 (Juin), GSI
- WEBER H.H. - "Risks to the aquaculture enterprise", Aquaculture 2 (1973) pp. 157-172
- WEBER H.H., RIORDAN P.F. - "Criteria for candidate species for aquaculture", Aquaculture, 7 (1976)
- WEBER J. - "C = R-I, My God, my Gold", Colloque Georges Bataille et les ethnologues Paris, EHESS, Décembre 1984
- WILDSMITH Bruce H. - "Aquaculture : the legal framework, Toronto. Edmond Montgomery, 1982, XII + 313 p.
- WHARTON APPLIED RESEARCH CENTER - "A study to examine the capital requirements of the U.S. aquaculture industry", Final report J.S.A., 15 juin 1981
- WOODBURN J. - "Hunters and gatherers today and reconstruction of the past", in GELLNER E. "Soviet and western anthropology", London : Duckworth, 95-117
- ZWEIG Ronald D. - "Aquaculture strategies in China", Oceanus 26 (4) 1983