

Art. N° 1
Contribution COB n° 1

CENTRE DE PERFECTIONNEMENT TECHNIQUE
C. P. T.

L'AQUACULTURE DANS LE MONDE
ETAT ACTUEL ET POTENTIALITES
LE PROGRAMME DU CNEXO ET SA REALISATION

par

Lucien LAUBIER

Conseiller Scientifique
du

Centre National pour l'Exploitation des Océans

- CNEXO -

Centre Océanologique de Bretagne

Communication faite aux
JOURNEES
DE L'EXPLORATION ET DE L'EXPLOITATION des OCEANS

NANTES

12, 13, 14 Novembre 1969

L'AQUACULTURE DANS LE MONDE
ETAT ACTUEL ET POTENTIALITES
LE PROGRAMME DU CNEXO ET SA REALISATION

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

— A la base de toute activité tendant à accroître la quantité d'aliments utilisables par l'homme, qu'il s'agisse de l'amélioration des techniques classiques ou de la création de nouvelles sources alimentaires, se situe le problème fondamental de faire face aux besoins d'une population mondiale en progression démographique rapide. D'après les estimations de la FAO, près de 20 % de la population du monde souffre dès maintenant de graves troubles physiques et mentaux provoqués par des carences en protéines. Il n'est pas question d'envisager ici les diverses tentatives faites par de nombreux pays fortement industrialisés pour trouver de nouvelles sources de protéines, d'origine animale, végétale, voire de synthèse. Ce qu'il est important de souligner, c'est qu'aucune de ces nouvelles techniques n'apportera, à elle seule, la solution finale. Il faut donc, et pour chaque voie nouvelle, tenter de passer du stade de la production de laboratoire à celui de la production industrielle de masse, seul moyen d'évaluer correctement les possibilités réelles. L'aquaculture, vis-à-vis de ce problème essentiel de la faim dans le monde, se présente aujourd'hui comme l'une de ces solutions nouvelles, dont il convient d'évaluer les possibilités immédiates et surtout les potentialités d'avenir. Sans chercher à en faire la panacée, l'étude objective des réalisations actuelles et de leur niveau de technicité conduit à un réel optimisme. —

Il semble tout d'abord indispensable de préciser la notion même d'aquaculture. C'est volontairement que nous employons le terme aquaculture (1) plutôt que le terme de mariculture, plus restrictif, puisqu'il ne concerne que le domaine marin et, à la limite, saumâtre. En effet, pour de nombreuses raisons biologiques et écologiques, le milieu liquide doit être considéré dans son ensemble, et les organismes aquatiques, qu'ils vivent en eau douce, saumâtre ou franchement marine, ont un certain nombre de traits communs, qui les distinguent profondément des organismes terrestres et aériens. La définition de ce qu'il faut entendre par aquaculture doit être prise au sens le plus large : il y a aquaculture dès lors qu'il existe une intervention humaine au moins (*habituellement plusieurs*) au cours du cycle biologique, intervention distincte de l'opération de récolte ou de capture, donc bien antérieure à la mort de l'organisme.

Selon cette définition, la position actuelle de l'aquaculture vis-à-vis de la pêche traditionnelle est loin d'être négligeable à l'échelle mondiale, contrairement à une opinion assez répandue. Pour l'ensemble du milieu liquide, la production mondiale d'organismes animaux et végétaux représentait pour l'année 1966, 57 millions de tonnes. Bien que les statistiques soient à peu près inexistantes, on évalue la part de l'aquaculture entre 5 et 10 % de ce total (*la pisciculture en eau douce a pris une extension considérable en Amérique du Nord, dans de nombreux pays d'Europe et en URSS, depuis la dernière guerre mondiale*). D'après des estimations raisonnables, pour le seul domaine des eaux douces et saumâtres l'application généralisée des meilleures techniques

(1) L'orthographe aquiculture est grammaticalement incorrecte; par analogie avec agriculture, la forme aquaculture serait la seule correcte, mais le "e" tend à disparaître pour des raisons d'euphonie.

actuelles pourrait porter le tonnage de poisson produit à un chiffre de l'ordre de 30 M de T par an. Il n'en est pas de même pour ce qui concerne l'aquaculture marine intensive, qui en est encore au stade de la première enfance. Cependant, les résultats déjà obtenus permettent d'escompter non seulement un développement important dans les pays qui ont le plus besoin de sources protéiques nouvelles, mais également un accroissement considérable des rendements par l'application des techniques et des connaissances scientifiques modernes.

Le nombre d'organismes marins, Poissons et Invertébrés, que l'on sait actuellement élever de manière intensive, ne dépasse guère une quinzaine d'espèces. Et pourtant, il est possible aujourd'hui d'obtenir à partir de ces espèces des rendements rapportés à la surface utilisée beaucoup plus élevés que les meilleurs chiffres obtenus avec les animaux terrestres domestiqués depuis plusieurs centaines d'années. Les raisons de ce paradoxe apparent résident dans quelques propriétés biologiques et écologiques des animaux marins :

Les organismes aquatiques vivent dans un milieu de densité à peu près égale à celle de leur corps. Il en résulte une réduction des structures squelettiques de soutien, une économie de l'énergie nécessaire à l'équilibre et aux déplacements, enfin un rapport plus élevé tissus musculaires / tissus osseux. En ce qui concerne le métabolisme, les organismes marins (à l'exception des Mammifères marins et de quelques grands poissons pélagiques) sont des animaux poikilothermes. S'il en résulte une croissance plus lente en période froide, les dépenses énergétiques nécessaires au maintien de la température interne sont pratiquement supprimées. La preuve de ces avantages physiologiques et biologiques (et peut-être d'autres particularités que nous ne soupçonnons pas) est fournie par exemple par les élevages intensifs de carpes en URSS : l'accroissement en poids de poissons nourris artificiellement est de 2 à 2,5 fois celui des bovins et des ovins, de 1,5 fois celui du lapin et des oiseaux de basse-cour. Ces remarques s'appliquent évidemment aux organismes libres.

En ce qui concerne les organismes herbivores microphages fixés (ou sessiles), ou dont les déplacements sont très limités, un autre avantage lié au milieu aquatique se traduit par des rendements extraordinairement élevés : la source de nourriture pour ces animaux, c'est-à-dire le plancton végétal ou phytoplancton constitué d'algues unicellulaires, est dispersée régulièrement dans la zone éclairée sur une profondeur de l'ordre de cinquante à cent cinquante mètres selon la transparence de l'eau. Les huîtres déposées sur une surface donnée ont accès à la nourriture contenue dans le volume d'eau qui les entoure, et compte tenu des mouvements d'eau, la nourriture disponible dans le rayon d'action des animaux (quelques centimètres dans ce cas) est constamment renouvelée. Ainsi, et sans dépenses énergétiques importantes pour la recherche de la nourriture, les huîtres ont à leur disposition, une quantité considérable de phytoplancton. Les résultats pratiques de ces considérations sont parfaitement illustrés par la technique employée par l'ostréiculture japonaise : les huîtres sont suspendues sur des cordes pendues à des radeaux, jusqu'à une quinzaine de mètres de profondeur. Pour une surface donnée, couverte à 25 % seulement par les radeaux supportant les cordes porteuses, le rendement annuel serait de plus de 50 T d'huîtres à l'hectare, poids des coquilles compris, soit 8,3 T de chair pour un rapport poids de chair / poids total de 1/6 (il s'agit de *Crassostrea gigas*) valeur 15 fois supérieure au rendement d'un bon élevage de bétail par exemple. Bien entendu, cette ostréiculture tridimensionnelle donne des résultats beaucoup plus élevés que l'ostréiculture traditionnelle bidimensionnelle telle qu'elle est pratiquée en France : pour l'huître plate, les meilleurs parcs bretons produisent seulement un peu plus de 3 T annuelles à l'hectare, poids des coquilles compris, soit 600 kg de chair pour un rapport moyen poids de chair / poids total de 1/5 (il s'agit cette fois d'*Ostrea edulis*). Cependant, il convient de souligner que ce rendement exceptionnel de 50 T/ha, s'il pouvait être obtenu sur une surface de 60.000 km², produirait un poids de chair équivalent à la totalité de la pêche mondiale actuelle. Ces considérations peuvent évidemment paraître spécieuses dans la mesure où il reste à démontrer qu'une telle surface, écologiquement convenable, existe dans la réalité et soit utilisable pour l'aquaculture. Elles paraissent toutefois assez éloquents pour ne pas être passées sous silence, dans la mesure où elles démontrent les particularités extrêmement avantageuses des "prairies" constituées par le phytoplancton vis-à-vis des prairies terrestres bidimensionnelles à productivité moins élevée.

Ces avantages ne doivent cependant pas faire oublier, ou sous-estimer les principales difficultés de l'aquaculture.

Le premier problème concerne les facteurs du milieu, facteurs physico-chimiques, mais également facteurs biotiques, qui font qu'une zone donnée convient ou ne convient pas à la vie et à la

reproduction de telle ou telle espèce. Parmi les facteurs physico-chimiques, la température, la salinité, les teneurs en oxygène dissous, en sels minéraux, en matières organiques dissoutes ou particulières, l'éclairement, sont les plus connus. Mais d'autres facteurs physico-chimiques plus fins jouent également un rôle déterminant : des excès de certains ions, comme le cuivre, le zinc, le calcium, peuvent inhiber l'éclosion des oeufs ou le développement normal des larves. Pour lutter contre ce phénomène, on a utilisé aux Etats-Unis dans des lagunes littorales un sel de sodium de l'acide éthylène diamine tétracétique (EDTA), corps qui agit comme agent chélateur en formant des complexes stables avec divers ions ayant une influence néfaste. Les facteurs biotiques sont encore fort peu connus : dans cette catégorie figurent les substances libérées dans le milieu par un animal et induisant un comportement déterminé de la part des autres individus présents de la même espèce. Ces substances, dont on soupçonne l'existence et le rôle depuis peu de temps, ont reçu le nom de substances *ectocrines* par opposition aux hormones endocrines, ou de télérgones. On sait d'ailleurs depuis peu remplacer l'action de ces substances, et d'autres facteurs, en agissant au niveau même de l'individu : la reproduction artificielle de certains poissons comme la carpe et le mullet, qui jusqu'ici ne se reproduisaient pas en captivité, a pu être obtenue par injections d'extraits hypophysaires de certaines espèces de poissons particulièrement riches en hormones gonadotropes déterminant la maturation des produits sexuels. Cela étant, il convient de souligner que, pour la plupart des organismes, les conditions écologiques optimales ne sont pas connues, et ce n'est que dans quelques cas très rares que l'on est parvenu, assez empiriquement d'ailleurs, à reproduire l'ensemble des paramètres nécessaires. Enfin, il se trouve que ce sont presque toujours les premiers stades d'une espèce donnée (*oeufs, larves, stades juvéniles*) qui sont les plus fragiles, et qui exigent un environnement très précis. On peut donc tourner cette difficulté en recueillant dans la nature les stades jeunes, généralement avant la période de mortalité massive qui caractérise les organismes à très grand nombre d'oeufs : c'est ainsi que se pratique la conchyliculture, ostréiculture et mytiliculture, les élevages de crevettes et de "milkfish" (*Chanos chanos*) en Malaisie et aux Philippines, etc... Cette technique interdit malheureusement tout procédé de sélection massive de caractères intéressants, et il est bien certain que la sélection est une des conditions essentielles des progrès de l'aquaculture.

La seconde difficulté de l'aquaculture, et en même temps une particularité qui l'oppose radicalement à l'élevage des animaux domestiques, est que les poissons et la plupart des Invertébrés ont des formes larvaires qui n'offrent aucune ressemblance avec les adultes. Ces larves, très généralement planctoniques (*elles constituent cette fraction du zooplancton que l'on nomme le méroplancton*) ont non seulement une morphologie particulière, mais aussi une écologie et un comportement alimentaire tout à fait différents de ceux des adultes. Par exemple, les premiers stades larvaires de la plupart des Crustacés sont herbivores, se nourrissant d'algues unicellulaires, alors que les adultes et les stades larvaires plus âgés sont carnivores. Ces larves sont d'autre part très fragiles, et ce stade constitue souvent la pierre d'achoppement du cycle biologique complet de l'élevage d'une espèce, même en laboratoire : c'est ainsi que la langouste n'a pu encore être élevée depuis l'oeuf à l'adulte, à travers les vingt ou vingt-cinq stades larvaires différents décrits dans la nature. Du point de vue de l'aquaculture, il résulte de cette caractéristique biologique une complication importante : l'élevage des larves réclame un ensemble de connaissances de base et de techniques entièrement différent de ce que demandent les adultes. Il y a donc en quelque sorte duplication des efforts, d'où accroissement inévitable du prix de revient. Il est d'ailleurs intéressant de noter que dans le cas de l'élevage intensif des *Penaeidae* au Japon, cette duplication tend peu à peu à s'imposer pour des raisons économiques au niveau des fermes de production : l'obtention de jeunes à partir de femelles oeuvées recueillies dans la nature se fait à l'échelon industriel dans quelques grandes installations, et la croissance ultérieure des jeunes jusqu'à la taille commerciale est obtenue de manière artisanale le plus souvent par de petits fermiers qui achètent les jeunes animaux à l'installation de production de masse.

Dans l'optique de l'aquaculture intensive, un objectif important est de pouvoir élever le plus grand nombre d'animaux dans le plus petit volume possible. La densité recherchée, beaucoup plus élevée que dans la nature, pose un certain nombre de problèmes biologiques souvent mal élucidés. On sait que la densité élevée affecte plus ou moins fortement l'alimentation, la vitesse de croissance, le métabolisme, le comportement, la morphologie, etc... Il faut d'autre part tenir compte dans le cas de fortes densités de la perméabilité élevée du milieu aquatique : accumulation rapide de déchets (*ou catabolites*) toxiques, transmission épidémique des maladies et des parasites, enfin apparition ou accroissement du cannibalisme. Ce dernier facteur interdit à lui seul les élevages intensifs des homards par exemple, qui doivent être maintenus dans des bacs individuels.

Enfin, une dernière difficulté provient de ce que de nombreux organismes aquatiques ayant une valeur commerciale élevée, donc à priori susceptibles d'être choisis pour en tenter l'élevage, sont des carnivores ou des omnivores, situés dans la chaîne alimentaire au troisième niveau trophique (le premier niveau trophique est représenté par les producteurs primaires de matières organiques à partir de sels minéraux et d'énergie lumineuse ou plus rarement chimique, et le second niveau par les animaux herbivores). C'est le cas de nombreux poissons, de presque tous les crustacés à l'état adulte, etc... Or, le transfert d'énergie d'un niveau trophique au niveau immédiatement supérieur se fait avec un rendement faible, généralement estimé à 10 % en moyenne. Les 90 % restants sont répartis en rendement d'assimilation (une partie des substances ingérées est rejetée dans les excréments), en dépenses respiratoires, en dépenses métaboliques (activité de l'organisme), enfin pour les besoins de la reproduction. Il n'est évidemment pas question, dans l'objectif d'une aquaculture intensive, de s'en tenir à la chaîne alimentaire naturelle qui donne dans le meilleur cas un rendement global de 1 % entre la valeur de la production primaire et la production de l'espèce élevée au troisième niveau (dans le meilleur cas, car dans la nature, la chaîne alimentaire est une schématisation inacceptable, les transferts d'énergie se déroulant le long d'un réseau complexe comportant de nombreuses "fuites latérales"). Il faut donc, soit se limiter à des espèces herbivores situées au second niveau trophique, soit disposer pour l'alimentation des carnivores d'une source de nourriture naturelle ou artificielle de très bas prix, si possible facile à entreposer et à utiliser. C'est ce que l'on réalise depuis longtemps pour l'élevage des truites en eau douce dans les pays européens, c'est aussi une des voies de recherche les plus prometteuses à l'heure actuelle. Il ne faut cependant pas se dissimuler que de telles recherches seraient longues et difficiles : il ne suffit pas de présenter un aliment artificiel sous une forme compatible avec les habitudes alimentaires de l'espèce, tant en ce qui concerne la taille des particules alimentaires que leur structure (cohésion, résistance, etc...), il faut que cet aliment soit qualitativement équilibré et fournisse à l'animal la ration biochimique convenable. Le problème de la présentation de l'aliment a une importance très variable suivant les organismes : relativement facile à résoudre pour les poissons, il devient déterminant pour les grands Crustacés dont les pièces buccales travaillent dans l'eau, et non dans une cavité close.

Malgré les quelques difficultés qui viennent d'être énumérées, et sans doute bien d'autres que nous n'entrevoions pas encore, il est indéniable que l'aquaculture telle qu'elle a été définie, et envisagée à l'échelle mondiale, a fait depuis quelques dizaines d'années de rapides progrès, sinon du point de vue de la technologie, du moins de celui de son importance quantitative vis-à-vis d'autres sources de nourriture carnée. Il est bien évident que l'objectif essentiel évoqué plus haut, soit l'accroissement des ressources en protéines animales, n'est pour rien dans ces progrès. Comme pour toute entreprise industrielle, l'incitation principale réside dans le profit financier, à l'exception, partielle d'ailleurs, des réalisations obtenues dans les pays socialistes. Il est donc à priori justifié, au moins pour le cas des pays développés, de s'adresser pour l'aquaculture à des espèces ayant une valeur marchande élevée, c'est-à-dire celles qui appartiennent à la catégorie des denrées alimentaires de luxe. Comment concilier ce choix avec l'objectif de la lutte contre la faim ? En réalité, le paradoxe n'est pas total : une nourriture dite de luxe n'en est plus une lorsqu'elle est produite en abondance. Par contre, au départ, l'existence d'un marché à prix élevé peut être une bonne incitation pour l'industrie, et même justifier des investissements de recherche et de développement qui aboutissent finalement à une réduction des coûts de production. La position actuelle de certaines grandes compagnies industrielles témoigne de l'exactitude de cette analyse. Toutefois, il convient de remarquer que l'aquaculture telle qu'elle est développée actuellement concerne surtout les pays en voie de développement, et, dans le cas des pays développés où elle est pratiquée, ne fait pas encore appel à la totalité des potentialités scientifiques et techniques correspondantes. Enfin, il faut également remarquer qu'au stade de l'évaluation, le prix de vente du produit final est beaucoup moins significatif que son coût de production : nous retrouvons ici le problème déjà posé des espèces situées à un niveau trophique élevé, mais une autre question, celle de la durée de l'élevage, donc de la vitesse de croissance, doit être posée. Pour deux espèces ayant par exemple une valeur marchande de 5 à 10 F le kilo respectivement, consommant la même nourriture avec un rendement analogue, la vitesse de croissance devient le facteur déterminant de choix; si la première atteint la taille marchande en six mois, et la seconde en deux ans, l'alternative est claire. D'où, chez les Crustacés, un scepticisme certain vis-à-vis des grandes espèces comme le homard (entre 3 et 6 ans de durée d'élevage de durée d'élevage), déjà moins marqué pour notre crevette rose (*Palaemon serratus* (1), 2 ans selon les espèces), et un optimisme marqué pour les *Penaeidae* (six mois pour l'espèce japonaise *Penaeus japonicus* en eau chaude, 25 à 30°C).

(1) = *Leander serratus*

Après avoir passé en revue un certain nombre d'avantages et d'inconvénients de l'aquaculture comparée à l'élevage terrestre, il est utile de dégager les caractéristiques idéales des organismes les plus favorables au développement de l'aquaculture intensive :

1 - La reproduction doit être possible en captivité, ou dans un espace confiné, ou bien, si elle n'est pas possible naturellement, doit pouvoir être obtenue à partir de géniteurs choisis pour leurs caractères favorables (*vitesse de croissance, résistance aux maladies et aux changements de condition du milieu, etc...*). Il y a peu d'améliorations à escompter si la sélection génétique et les croisements raciaux ne sont pas possibles.

2 - Les oeufs, les larves et les jeunes doivent être suffisamment résistants pour s'accommoder de conditions d'élevage artificiel.

3 - Les habitudes alimentaires des stades jeunes doivent être telles qu'elles puissent être satisfaites, soit par enrichissement de la source naturelle de nourriture, soit par une nourriture totalement artificielle.

4 - Les organismes doivent avoir une vitesse de croissance élevée et prendre rapidement du poids à partir d'aliments naturels dont la proportion est enrichie par l'homme ou mieux d'aliments artificiels disponibles à bon marché.

Les animaux aquatiques qui répondent à ces critères se comptent en nombre infime, et c'est sans doute là un des arguments les plus forts de ceux qui doutent de l'avenir de l'aquaculture. Mais on peut aussi estimer, qu'à côté des résultats déjà obtenus, l'application des connaissances scientifiques modernes, en particulier de la génétique appliquée, permet les espoirs les plus grands. Avant l'apparition de la sélection scientifique chez les animaux d'élevage terrestres, pouvait-on espérer les rendements atteints de nos jours ?

DIFFERENTS TYPES D'AQUACULTURE

Dans de nombreux ouvrages et publications scientifiques, des classifications des différents types d'aquaculture, pratiqués dans le monde ont été proposées. Nous avons retenu le système présenté récemment par deux auteurs américains, RYHER et BARDACH (*The status and potential of aquaculture, 1968, étude financée par un contrat avec le National Council on Marine Resources and Engineering Development, publiée par Clearinghouse for Federal Scientific Technical Information, PB 177767 et PB 177768, étude à laquelle il est fait très largement appel dans le présent travail, en particulier pour ce qui concerne les exemples spécifiques qui seront décrits plus loin*), qui a l'avantage de tenir compte des rendements obtenus pour les divers types d'aquaculture.

1 - TRANSPLANTATION D'ESPECES

Dans cette catégorie rentrent aussi bien les transplantations prises dans l'acception restrictive du déplacement d'une espèce donnée au sein de son aire de répartition, que les acclimations, c'est-à-dire le transport d'une espèce en dehors de son aire de répartition géographique, dans une zone écologiquement semblable. Une expérience célèbre de transplantation à grande échelle est bien connue : il s'agit des jeunes plies déversées par le biologiste danois C.G. PETERSEN, dès 1908 dans un fjord dépourvu de plies, mais possédant la faune d'invertébrés benthique convenable à la plie, le Limfjord. Le résultat fut remarquable, puisque six mois plus tard, le tiers environ des plies déversées pouvait être pêché après avoir atteint la taille marchande. Ces transplantations de plies poursuivent encore de nos jours; elles sont maintenant conduites par des entreprises privées. Il est toutefois impossible d'évaluer le rendement de ces opérations. D'autres réussites spectaculaires sont moins connues : c'est le cas de l'acclimation de Nereis succinea introduite en mer Caspienne au cours des années 1939 - 1941. Plus de 50.000 Nereis furent déversées en Caspienne. Dès 1944, le ver était présent dans les contenus stomacaux des esturgeons, et à l'heure actuelle, cette polychète occupe la troisième place au point de vue biomasse, avec 1,23 g/cm². L'acclimation de cette espèce est d'autant plus intéressante que, du fait de ses très faibles exigences en

oxygène dissous, elle permet la mobilisation de ressources alimentaires considérables (*bactéries, détritus, etc...*) accumulées dans les fonds de la Caspienne. Pour les esturgeons, *Nereis succinea* est devenue aujourd'hui la nourriture essentielle, et représente plus de 90 % des contenus stomacaux.

Enfin, il faut citer une expérience actuellement en cours sur nos côtes bretonnes : l'acclimatation de la langouste du Cap, *Jasus lalandei*, pour compenser la régression de la langouste indigène surexploitée. Après plusieurs années de recherche de laboratoire destinées à vérifier que les conditions écologiques des côtes bretonnes, comparables a priori à celles de l'habitat originel, convenaient effectivement à la langouste du Cap, des immersions massives sont en cours. Cette expérience, initiée et conduite par l'Institut Scientifique et Technologique des Pêches Maritimes, est soutenue financièrement par un contrat du CNEOX.

Sans parler des risques écologiques que comporte toute acclimatation, qu'elle ait lieu dans l'eau ou sur terre (*l'exemple des lapins australiens est justement célèbre*), il est probable que ces techniques extensives ne seront économiquement valables que localement. Bien entendu, cet argument ne vaut pas s'il s'agit d'aquaculture intensive en milieu clos, qui peut fort bien se concevoir en dehors de l'aire de répartition de l'espèce considérée.

2 - PRODUCTION MASSIVE D'ALEVINS ET DE JEUNES

Il s'agit là d'une forme relativement ancienne d'aquaculture, puisqu'elle remonte au début du siècle. Des fermes d'alevinage produisirent pendant plusieurs dizaines d'années, des milliards d'alevins ou d'oeufs fécondés en cours de segmentation qui ont été rejetés en mer. De nombreuses espèces ont été utilisées : le hareng, la morue, le lieu noir, le haddock, la plie, la sole, le homard, etc...

Après une période d'euphorie, où l'on crut avoir trouvé une parade à la surexploitation, succédèrent des études statistiques suivies visant à connaître l'effet réel de ces lâchers d'alevins. Dans la presque totalité des cas, on ne put déceler de corrélations entre les lâchers et les résultats de la pêche après une période de temps correspondant à la classe d'âge que l'on espérait avoir accrue par l'apport d'alevins. Et la plupart des fermes d'alevinage cessèrent peu à peu cette activité industrielle ou s'orientèrent dans quelques cas vers l'étude de l'élevage complet. On a peu à peu compris la raison de cet échec; elle réside dans le taux de mortalité extraordinairement élevé chez les alevins et les jeunes poissons. C'est en effet au cours des premiers mois de la vie d'un organisme que s'effectue la régulation biologique (*la prédation joue sans doute un rôle essentiel*) qui ramène la centaine de milliers d'oeufs pondus par une seule femelle à quelques dizaines de jeunes poissons. On pourrait concevoir de pousser plus loin le développement des alevins, afin de relâcher les animaux dans le milieu naturel après cette période de très forte mortalité. Mais on se heurte actuellement à des obstacles scientifiques et techniques, loin d'être surmontés, au premier rang desquels se situent les problèmes de la nutrition des alevins. On sait aujourd'hui que la survie d'une grande proportion d'alevins dépend étroitement de la densité des particules alimentaires présentes dans le milieu, ainsi que d'un rapport entre le nombre total de particules disponibles à chaque instant et le nombre d'alevins qui s'en nourrissent. Chez le hareng, des travaux récents ont démontré qu'en dessous d'une certaine valeur de la densité des particules nutritives, les larves dépensaient plus d'énergie pour absorber une particule, que cette dernière ne leur en apportait : ces animaux, dont le métabolisme est rapide, et qui ne disposent pratiquement d'aucune réserve, meurent rapidement de faim. Dans la nature, il est possible que ce phénomène ait un rôle plus important que la prédation dans la régulation du nombre de jeunes. Malgré ces difficultés il y a sans doute là une voie de recherche prometteuse, en particulier parce qu'elle permet de choisir les géniteurs, et qui pourrait trouver dans le repeuplement de lagunes une application très productive.

Dès maintenant, cette méthode donne des résultats significatifs dans quelques cas particuliers : par exemple celui des *Salmonidae*. En dehors des pratiques d'alevinage de truites en rivière, qui concernent d'ailleurs plutôt la pêche sportive, de nombreux pays ont créé des fermes d'alevinage de saumons qui semblent donner des résultats significatifs au niveau de la pêche : les pays scandinaves sur le *Salmo* d'Europe, le Japon, l'URSS, les Etats-Unis et le Canada sur les *Oncorhynchus* du Pacifique. Ce ne sont d'ailleurs plus des alevins, mais des animaux de six mois à un an, qui sont libérés dans les rivières d'où ils gagnent la mer pour y accomplir leur croissance. Les Salmonidés présentent d'ailleurs d'autres avantages : ces poissons anadromes remontent à la

maturité sexuelle dans la rivière où ils ont été libérés (qui peut ne pas être celle où leurs parents sont remontés pour frayer). Il est ainsi possible de repeupler des rivières d'où l'espèce a disparu. Les américains ont également expérimenté l'élevage des saumons dans des zones marines encloses, jusqu'ici sans résultat économique intéressant.

En ce qui concerne les rendements des fermes d'élevage, il est évident que la comparaison des chiffres obtenus aux rendements d'élevages jusqu'à la taille adulte n'a aucune signification. Pour faire une évaluation exacte des résultats financiers, il faudrait connaître le pourcentage de réussite des alevins libérés, chiffre qui, malgré les marquages systématiques dans le cas des Salmonidés, ne peut être estimé, même grossièrement.

3 - ELEVAGE SANS FERTILISATION NI APPORT DE NOURRITURE

Selon les organismes concernés, cette technique d'aquaculture peut être pratiquée en espaces clos s'il s'agit d'animaux fixés au moins pendant la phase d'élevage. Cette dernière catégorie renferme toute la conchyliculture, ostréiculture et mytiliculture, avec ses méthodes les plus récentes telle que l'élevage sur cordes profondes des huîtres japonaises qui fournit comme nous l'avons vu des rendements surprenants. Dans cette rubrique rentrent également de nombreux élevages de poissons, dont le plus connu en Europe est la "valliculture", des côtes du nord-est de l'Italie. La valliculture est fondée sur les tropismes migrateurs d'un certain nombre de poissons marins qui viennent à certaines saisons se nourrir dans les lagunes littorales légèrement dessalées : la daurade, plusieurs espèces de mullets, le bar, le flet, et bien entendu les anguilles. A une moindre échelle, il existe autour du bassin d'Arcachon un certain nombre de "réservoirs à poissons", d'ailleurs en régression à l'heure actuelle, qui fourniraient des rendements assez faibles d'anguilles, de bars, de daurades, de soles et de filets (entre 50 et 100 kg/ha/an environ). Rentrent également dans cette catégorie certains élevages de crevettes Penaeidae de Malaisie où on utilise les changements de rhéotaxie en fonction de la salinité : les jeunes Penaeus duorarum manifestent une rhéotaxie positive pour une salinité marine normale, et une rhéotaxie négative lorsque la salinité baisse de 6 ‰ environ en une heure; les postlarves ont un comportement différent : une baisse de salinité provoque une diminution de l'activité et une chute sur le fond, alors qu'une augmentation de salinité a l'effet inverse. Les postlarves sont ainsi entraînées vers les lagunes littorales à marée montante, et des grilles évitent le retour des animaux plus âgés à la mer lors du jusant. Cette rhéotaxie négative est également utilisée lors de la capture des animaux adultes. Enfin, cette catégorie renferme également les cultures d'algues japonaises (Porphyra et Undaria).

4 - ELEVAGE AVEC FERTILISATION MAIS SANS NOURRITURE

La distinction entre cette catégorie et la précédente repose uniquement sur l'utilisation de sels minéraux nutritifs qui, ajoutés à l'eau des lagunes et étangs, accroissent considérablement la production primaire photosynthétique, soit des algues pluricellulaires ou parfois de plantes supérieures, soit du phytoplancton. C'est donc le plus souvent des élevages d'animaux herbivores qui sont concernés, bien que cette technique soit également utilisée en Asie du Sud Est pour des élevages de crevettes. On cherche alors à accroître la production secondaire d'invertébrés benthiques consommés par les crevettes (Annélides, petits Mollusques, petits Crustacés, etc...). D'autre part, il s'agit toujours, du fait même de la fertilisation de l'eau, d'opérations en bassins fermés ne communiquant plus avec la mer : ceci diffère donc également, au moins pour les organismes sessiles, du cas précédent. Il convient de signaler dans cette catégorie deux expériences à caractère scientifique, mais ayant pour objectif une augmentation de la pêche : la première a été réalisée dans un fjord écossais à étroite ouverture, le Craiglin Fjord, et la seconde sur les côtes yougoslaves de l'Adriatique, dans des baies marines presque fermées où se pratique l'ostréiculture. Dans le premier cas, la faune d'invertébrés benthiques a vu sa biomasse accrue de plus de sept fois, et les plies croissent deux fois plus vite que dans le milieu non fertilisé. Des flétans introduits dans le fjord ont également montré une croissance très rapide. Dans le second cas, les résultats seraient également très encourageants : la production primaire phytoplanctonique est multipliée par 30, et les huîtres, bénéficiant de cette abondante nourriture, croissent cinq fois plus rapidement. Il faut ajouter que cet enrichissement par apports des sels minéraux doit être fait avec prudence : il y a en effet une limite supérieure, au-delà de laquelle on atteint le stade de l'eutrophisation; les herbivores se multiplient trop rapidement, et finissent par déterminer un appauvrissement en oxygène qui provoque la mort des animaux les moins tolérants de ce point de vue, d'où accélération parfois catastrophique (au moins dans le domaine des eaux douces) du phénomène.

C'est également dans cette catégorie qu'il faut situer les projets de fertilisation des eaux océaniques superficielles par remontée en surface des eaux profondes, riches en sels minéraux, mais obscures, ce qui interdit le développement du phytoplancton. On a d'abord pensé à un système de thermopompage utilisant comme source de chaleur des réacteurs nucléaires profonds qui provoqueraient un véritable upwelling artificiel. On a aussi proposé la solution inverse, consistant à conduire l'énergie lumineuse de surface en profondeur par l'intermédiaire de longs tubes emplis d'air, ou de fibres de verre où la lumière cheminerait par réflexion totale. Cette solution, peu réaliste, suppose que la pression ne modifierait pas la biologie des algues phytoplanctoniques, ce qui est loin d'être certain. Un projet récent américain est à la fois plus raisonnable et plus ambitieux : il ne s'agit de rien moins que de multiplier la production des eaux du Gulf Stream dans l'ensemble de l'Atlantique nord en disposant dans la partie la plus rapide du courant de Floride des tubes verticaux de 4 kilomètres de hauteur, terminés en surface par une embouchure à 90° dirigée dans la direction du courant : la dépression provoquée par le courant produit une aspiration suffisante pour remonter en surface les eaux profondes denses et riches en sels minéraux. Ce projet a l'avantage d'être techniquement très simple, et de ne demander aucune source d'énergie. Les calculs, évidemment très théoriques, prévoient un accroissement de la production primaire d'un facteur supérieur à 10. De tels projets ne pourraient évidemment être entrepris que dans un cadre international, mais leur réalisation n'est peut-être pas lointaine.

5 - ELEVAGES AVEC FERTILISATION ET NOURRITURE COMPLEMENTAIRE

Nous sommes ici presque au niveau de l'aquaculture intensive proprement dite. Cependant, la nourriture artificielle distribuée aux animaux ne fait que compléter une ration alimentaire naturelle. En dehors de quelques élevages de milkfish (1) en Extrême-Orient et de mullets en Israël, cette catégorie renferme surtout des élevages d'eau douce : le poisson-chat aux Etats-Unis et au Canada, la plupart des élevages européens de carpes, les diverses espèces de carpes chinoises en Chine populaire, etc... Les rendements obtenus sont en moyenne deux à trois fois plus élevés que dans la catégorie précédente.

6 - ELEVAGE INTENSIF AVEC NOURRITURE ARTIFICIELLE, SOUVENT EAU COURANTE

Cette catégorie se distingue de la précédente par plusieurs caractères : tout d'abord, la nourriture dont dispose l'animal est entièrement fournie par l'homme à tous les stades de développement; ensuite, la conception des bassins relève d'une technologie plus poussée : souvent réalisés en ciment, ils possèdent un système de circulation développé, donc de grilles adaptées à la dimension des animaux; enfin, la densité très élevée des animaux en élevage conduit à faire circuler l'eau très rapidement, et même à estimer la production, non plus en poids/surface/temps, mais en poids/débit/temps, notion plus significative sur le plan économique (*bénéfices par rapport aux investissements*) et plus satisfaisante sur le plan biologique puisqu'elle correspond à un volume d'eau et non à une surface. Le renouvellement rapide de l'eau est indispensable pour l'élimination des déchets et des toxines, le renouvellement de l'oxygène dissous, etc... Cette catégorie comprend surtout des élevages d'eau douce ou saumâtre, les élevages en milieu franchement marin étant actuellement limités aux Penaeidae japonais. Parmi les élevages d'eau douce, la salmoniculture en Europe et en Amérique du Nord tient une place importante; elle s'effectue parfois (*Danemark*) en milieu marin, ce qui donne des produits à chair colorée et de plus grande valeur marchande. Au Japon, les élevages intensifs de carpes et d'anguilles sont en plein essor depuis quelques années. Pour cette dernière espèce, l'élevage est pratiqué dans des bassins de 2000 m² environ, à fond de terre battue et parfois de briques interdisant la fuite des anguilles. Les jeunes civelles capturées en mer sont amenées en deux ans à un poids de 200 g environ, taille à laquelle les animaux sont commercialisés. Selon la nourriture, le taux de conversion exprimé en poids varie de 2 à 10 environ; les meilleurs résultats sont obtenus avec des granulés enrichis à l'huile de poisson préparée à froid (*protection des vitamines liposolubles*). Le rendement atteint dans les meilleurs élevages 15 T/ha, et la production annuelle d'anguilles par cette technique intensive est de l'ordre de quelques milliers de tonnes.

En dehors des élevages de *Penaeidae* parvenus depuis plusieurs années au stade industriel, des essais intéressants sont poursuivis en Angleterre sur deux Pleuronectes, la plie et la sole, sous le patronage de la White Fish Authority. Trois différents aspects sont étudiés : accroissement du recrutement naturel en Mer d'Irlande, possibilités d'élevage en milieu clos, avec fertilisation de l'eau et apport de nourriture artificielle, expérimentation en bassins avec contrôle

(1) Chanon chanos

très précis des paramètres physico-chimiques, augmentation de la température pour accélérer la croissance, et nourriture entièrement artificielle. Certains résultats encourageants ont déjà été obtenus (taux de mortalité inférieur à 40 %, de l'oeuf au jeune poisson benthique, accélération de la vitesse de croissance dans un rapport de 1 à 5 pour la plie, de 1 à 3 pour la sole, dans des eaux échauffées par les effluents de l'usine atomique de Hunterston). Il n'est cependant pas possible à l'heure actuelle de parler de production à l'échelle industrielle.

Voici d'après l'étude de RYTHER et BARDACH quelques valeurs de rendements et de bénéfices pour divers exemples d'aquaculture pour les quatre dernières catégories (pour les deux premières, il n'y a en pratique aucune donnée statistique permettant d'évaluer ces résultats).

PAYS	ESPECES	RENDEMENT kg/ha / an	VALEUR DE VENTE LOCALE EN F/ha/an
<u>Elevage sans fertilisation ni nourriture</u>			
ETATS UNIS	Huîtres (moyenne nationale)	9	198
"	" (rendement maximal)	5.000	111.240
FRANCE	<u>Ostrea</u> (moyenne nationale)	400	24.700
"	<u>Crassostrea angulata</u> (moyenne nationale)	935	18.525
AUSTRALIE	Huîtres (moyenne nationale)	150	2.100
"	" (rendement maximal)	5.400	77.190
JAPON (Mer intérieure)	"	58.000	345.800
MALAISIE	Coque (<u>Anadara granosa</u>)	12.500	9.880
FRANCE	Moules	2.500	9.260
PHILIPPINES	"	125.000	98.800
*ESPAGNE	"	300.000	247.000
*JAPON	<u>Porphyra</u>	7.500	37.000
* "	<u>Undaria</u>	47.500	10.500
ASIE DU SUD EST	Crevettes Penaeidae	1.250	7.400
<u>Elevage avec fertilisation, mais sans nourriture</u>			
CHINE NATIONALISTE	Milkfish	1.000	?
ISRAEL	Carpes	125 à 700	?
AFRIQUE	<u>Tilapia</u>	400 à 1200	?
<u>Elevage avec fertilisation et nourriture complémentaire</u>			
ETATS UNIS	Poisson-chat	3.000	12.350
CHINE POPULAIRE	Carpes chinoises	3.000	?
ISRAEL	Carpe, mulot	2.100	?
<u>Elevage intensif en eau courante, nourriture entièrement artificielle</u>			
ETATS UNIS	Truite arc-en-ciel	2.000.000 (170 kg/litre/sec)	850 F/litre/sec/an
JAPON	Carpe	1 à 4.000.000 (160 kg/litre/sec)	?
"	<u>Penaeus japonicus</u>	6.000	222.300

* Les calculs pour ces élevages à partir de radeaux sont basés sur une surface couverte à 25 % par les radeaux. Pour obtenir la production de la surface réellement utilisée, il faut multiplier les chiffres par 4.

Pour les quelques cas d'aquaculture intensive, il est intéressant de comparer les chiffres ci-dessus en fonction du travail fourni (*unité homme/an*) à l'agriculture intensive. Un bon élevage de porcs atteint un rendement de 25 T de porc frais par homme/an; les fermes à truites danoises fournissent 15-20 T de truites par homme/an en moyenne, un bon élevage de carpes (*en Bavière*) atteint 30 T de poisson par homme/an, et une excellente ferme à truite américaine atteint 100 T par homme/an, 50 T seulement si le poisson doit être préparé et emballé.

Il convient enfin de remarquer que grosso modo le rendement dépend de la position de l'organisme dans la chaîne alimentaire : les herbivores produisent davantage par unité de surface que les carnivores, par suite de leur meilleure aptitude à utiliser les ressources de la production primaire.

Les diverses formes d'aquaculture existant dans le monde ne sont guère comparables. On dit volontiers que les produits de l'aquaculture sont des aliments de luxe. Ceci est vrai pour certaines espèces, et dans des conditions économiques données, mais ne saurait être généralisée à l'aquaculture en général. Dans des pays où l'élevage d'animaux domestiques est réduit (*par exemple le Japon et Israël*), la viande de bétail coûte plus cher que celle de la plupart des poissons élevés. Et d'autres pays, où le développement de l'agriculture est limité, demandent dès à présent à l'aquaculture de fournir la ration protéique de base (*Extrême-Orient, Afrique occidentale avec les Tilapias par exemple*). Des considérations socio-économiques peuvent conduire un gouvernement à encourager l'aquaculture d'un produit de luxe : le gouvernement japonais par exemple a investi des sommes importantes dans la mise au point des élevages de *Seriola quinqueradiata*, moins pour créer une nouvelle ressource alimentaire que pour fournir une activité plus lucrative aux pêcheurs traditionnels qui se transforment peu à peu en éleveurs. Il est intéressant de noter que l'on parvient souvent à diminuer considérablement le prix de revient, de sorte que ces produits dits de luxe rentrent peu à peu dans une catégorie inférieure, ce qui accroît d'autant le marché potentiel.

Il faut également tenir compte du prix de la main-d'oeuvre, très variable dans les pays considérés ci-dessus. Dans les pays à main-d'oeuvre chère, on constate que l'aquaculture tend à se mécaniser, que le tonnage produit par unité de travail augmente, enfin que le rapport bénéfice/investissement diminue. L'accroissement en valeur absolue de la production et l'optimisation du rendement permettent cependant aux entreprises de rester rentables.

Enfin, vis-à-vis de la pêche, l'aquaculture occupe une position bien distincte : il ne s'agit plus d'exploiter rationnellement un stock naturel, donc d'optimiser la production, mais d'obtenir la plus forte récolte possible, en recherchant non pas un optimum, mais un maximum. D'un point de vue économique, le parallèle entre la pêche et l'aquaculture n'a pas non plus grande signification, les investissements concernant dans le premier cas des moyens de capture et de conservation des animaux, dans l'autre l'aménagement du milieu et la production de nourriture. Dans ces conditions, on ne saurait parler de concurrence entre la pêche et l'aquaculture, même si cette dernière est destinée à prendre dans les prochaines décennies une place quantitativement importante vis-à-vis de la pêche. On peut cependant escompter que dans les pays développés, la progression de l'aquaculture apportera une solution intéressante au problème social de la pêche artisanale et surtout de la pêche de plage.

Les experts de la F.A.O. ont récemment recherché quel pouvait être l'accroissement de la production des élevages de poissons en eau douce et en eau saumâtre : ils sont parvenus à la conclusion que les chiffres actuels pouvaient être multipliés de cinq à quinze à vingt fois d'ici l'an 2000, par application systématique des meilleures techniques d'élevage. Bien que les statistiques soient inexistantes, il paraît raisonnable de retenir comme production mondiale actuelle 3 M de T de poissons d'élevage pour les eaux douces et saumâtres; même si on admet un facteur multiplicateur de 10 fois, on aboutit déjà à une production de l'ordre de 30 M de T en l'an 2000. En aquaculture marine, on ne peut faire de pronostics équivalents, mais dès maintenant, il serait très intéressant de recenser les possibilités en surfaces utilisables facilement, et sur lesquelles ne pèse aucun interdit (*d'ordre légal ou biologique - en particulier du fait des pollutions*). La F.A.O. projette déjà la préparation de ce relevé, qui devrait permettre d'apprécier de manière réaliste l'avenir de l'aquaculture telle que nous la concevons actuellement.

Face à ces prévisions d'avenir, il convient de souligner les divers éléments qui s'opposent au développement de l'aquaculture. Ils sont d'ordres très différents :

1 - Obstacles d'ordre légal et politique

Dans la mesure où l'aquaculture est avant tout une amélioration de la production naturelle par divers procédés, l'éleveur devrait logiquement avoir la possibilité d'agir librement et de contrôler la surface d'eau marine ou saumâtre qu'il utilise. Ceci n'est réalisable en pratique que dans le cas de la propriété privée. Dans la plupart des cas, il s'agit d'espaces appartenant au domaine public, et l'aquaculture exige la création d'un système de location adéquat comportant entre autres choses de solides garanties contre d'autres activités tels que les sports nautiques, les industries, et le développement urbain. Il y a en effet incompatibilité plus ou moins marquée entre ces diverses utilisations du domaine public marin ou saumâtre, et ce n'est que dans quelques cas exceptionnels que l'aquaculture peut composer avec l'une d'entre elles : par exemple l'utilisation d'eaux de refroidissement industrielles non polluées, ou des rejets urbains après minéralisation complète. Ces problèmes sont particulièrement graves dans les pays développés, et il est certain qu'en France, la législation actuelle n'est guère faite pour favoriser le développement de l'aquaculture.

2 - Obstacles d'ordre technique

Ici interviennent tout d'abord les problèmes biologiques, dont certains ont été évoqués plus haut. Il convient d'y ajouter le domaine peu connu des épizooties et des parasitoses, les problèmes de fertilité des eaux et des sédiments, de la nutrition artificielle, du contrôle des espèces concurrentes, etc. Du point de vue technologique, il est indispensable de moderniser les méthodes de construction des bassins, digues, vannes, etc..., nécessaires à l'aquaculture. Il faut aussi faire progresser les recherches sur les matériaux et les appareils permettant le contrôle de la circulation d'eau, le nettoyage automatique des grilles rapidement colmatées par les algues flottantes, la distribution automatique de la nourriture. Les résultats escomptés, s'ils n'améliorent pas nécessairement les rendements, élèveront au moins le rapport production / travail. En France, on peut dire que rien ou presque n'a encore été réalisé dans ce domaine.

Quelques exemples concrets

Plutôt que d'envisager des exemples assez bien connus et souvent traités, nous avons préféré choisir des élevages rarement étudiés, en particulier pour le cas des Bivalves. En effet, l'expérience acquise dans une région donnée pour une espèce déterminée, n'est généralement pas directement reproductible, dans une autre zone, même pour une seconde espèce appartenant au même genre. Dans la mesure où notre pays, en dehors de la conchyliculture, en est au début de l'aquaculture marine, il paraît préférable de faire appel à des exemples aussi variés que possible, pour susciter, plutôt qu'une stricte reproduction des résultats étrangers, un effort d'imagination et de recherche à partir des espèces indigènes qui tiennent compte de notre situation économique propre.

1 - Elevage de Bivalves

Notre premier exemple concerne l'élevage d'une espèce de Bivalve en Malaisie, la coque Anadara granosa. Il s'agit d'une aquaculture de type assez simple, qui consiste simplement à récolter du naissain sur des bancs naturels riches, à déposer ce naissain sur des surfaces appropriées; et à récolter les adultes quelques mois plus tard; étant donné qu'il s'agit du seul exemple d'élevage de Bivalves mangeurs de particules déposées (*par opposition aux filtreurs de particules en suspension comme la moule et l'huître*), et d'autre part l'intérêt porté à nos espèces indigènes écologiquement équivalentes, praires et palourdes, cet exemple est particulièrement intéressant.

Anadara granosa habite, sur les côtes ouest de Malaisie, des fonds vaseux dans les estuaires où elle supporte de fortes variations de salinité (*de 30 à 20 ‰ au moins*) pendant de courtes périodes. Le sédiment convenable contient environ 90 % de poudres, et la coque est assez exigeante vis-à-vis de cette teneur; en particulier, elle n'existe ni sur les fonds de sable ou de débris coquilliers, ni sur les vases noires plus fines. La reproduction a lieu presque toute l'année, avec un pic marqué entre juin et octobre.

Certaines zones écologiquement convenables ne sont pas peuplées par la coque, alors que dans d'autres, la densité est très élevée, probablement pour des raisons d'ordre hydrologique (*courants concentrant les larves pélagiques*). Dans ces zones très densément peuplées, la mortalité naturelle est élevée, et les animaux qui subsistent croissent lentement. C'est là que se fait la récolte des jeunes animaux après leur métamorphose. Les jeunes coques ont alors une dimension de 4 à 10 mm. A marée basse, avec des épuisettes à maille fine poussées sur la surface de la vase, les animaux sont

récoltés et lavés. Un bon collecteur récupère en une marée jusqu'à 120 litres de jeunes coques, auxquelles sont mêlées d'autres espèces.

La seconde partie de l'élevage, qui se fait donc dans d'autres régions, consiste à ensemercer les concessions avec ces jeunes coques, et à les pêcher lorsqu'elles ont la taille marchande. Le choix des fonds où se fait l'élevage est déterminé avant tout par la nature du sédiment. Les jeunes sont semés en bateau et répartis de manière aussi aléatoire que possible à raison de 1000 à 2000 individus au mètre carré. Au cours de leur croissance, les animaux subissent une ou deux transplantations qui ramènent la densité à 300 à 600 individus au mètre carré. Six à huit mois après leur dépôt, les coques atteignent la dimension marchande de 2-3 cm (100 coques au kilo environ). La récolte des adultes se fait de la même manière que celle des jeunes, mais avec des épuisettes à maille plus large. En six heures, un homme peut ainsi récolter 1 T de coques.

Ces élevages ne semblent pas affectés par des maladies ou des parasites. Des prédateurs, dont un gastéropode foreur du genre Natica, sont responsables d'un taux de mortalité de l'ordre de 1 %.

La dernière statistique publiée donne pour 1957 une production totale de 7.000 T pour l'ensemble de la Malaisie. On ensemece habituellement les bancs d'élevage à raison de 1000 l de naissain à l'hectare, et on estime à 8 kilos d'adultes (poids de coquille compris) la production de 1 l de naissain. D'après ces chiffres, la production à l'hectare est de l'ordre de 8 T/an. Le prix d'achat du naissain nécessaire à un hectare est de l'ordre de 400 F, et l'éleveur vend les adultes au prix de 200 F la tonne; soit pour un hectare un investissement de 400 F pour un bénéfice brut de 1.600 F. L'élevage demande peu de main-d'oeuvre, une centaine d'hectares employant quatre personnes environ.

Les surfaces marines utilisées pour cet élevage appartiennent au gouvernement, et sont louées aux éleveurs. A l'heure actuelle, une surface de 30.000 hectares est consacrée à l'élevage des coques pour l'ensemble du pays.

Comme nous l'avons dit plus haut, ce type d'aquaculture paraît transposable à certaines espèces de palourdes (Tapes : Venerupis), et certaines améliorations telles que la production de naissain en conditions artificielles pourraient être apportées sans grande difficulté. Il y a peut-être là une valorisation de certains étangs du littoral méditerranéen, dans la mesure où nos conditions économiques le permettent. Il convient ici de rappeler qu'une partie des palourdes consommées en France est importée du Portugal et d'Espagne.

2 - Elevages de Crustacés

L'élevage intensif de la crevette Penaeus japonicus au Japon a été souvent traité, en particulier dans l'ouvrage récent de Iversen (*Farming the edge of the sea, Fishing News (Books) Ltd edit., 1968*) et le Dr. FUJINAGA a exposé les derniers perfectionnements de ses techniques au cours de la conférence mondiale sur la biologie et l'élevage des crevettes organisée par la FAO, à Mexico en 1967; de même, l'élevage extensif d'autres espèces de Penaeidae dans divers pays d'Extrême-Orient est relativement bien connu.

Pour notre bouquet (Leander serratus) comme pour le homard, il n'existe encore aucun élevage au stade industriel (nous verrons que dans le premier cas, le passage des conditions de laboratoire à l'élevage en vraie grandeur est en cours actuellement), et nous avons donc retenu un exemple peu connu, celui d'une grande crevette tropicale d'eau douce et saumâtre, Macrobrachium rosenbergi, dont l'élevage est en cours d'expérimentation depuis une dizaine d'années en Malaisie sous l'égide de la FAO et du gouvernement malais.

Macrobrachium rosenbergi habite les eaux douces et saumâtres de la zone tropicale dans la région indopacifique, mais la reproduction n'a lieu que dans les eaux saumâtres entre 8 et 15 ‰ de salinité. L'espèce est omnivore à l'état adulte, et fait preuve de cannibalisme lorsque la nourriture est insuffisante, ou la densité des animaux trop élevée. L'accouplement a lieu quelques heures après la mue precopulatoire des femelles mûres, et les oeufs sont déposés dans des chambres incubatrices situées à la base des pattes thoraciques entre 6 et 20 heures après la mue (lorsque l'accouplement n'a pas eu lieu, les oeufs sont aussi déposés, mais n'évoluent pas et tombent après quelques jours). L'incubation dure une vingtaine de jours à 26-28°. Les stades larvaires durent entre 35 et 45 jours selon la température et l'abondance de nourriture. Les jeunes postlarves

gagnent le fond, où elles croissent rapidement : deux mois sont nécessaires depuis la métamorphose jusqu'au dernier stade postlarvaire. Les jeunes crevettes atteignent ensuite la maturité sexuelle (10 cm chez les femelles, le double chez les mâles) en cinq à sept mois.

Les expériences d'élevage en laboratoire se poursuivent depuis 1959, et les résultats semblent suffisamment encourageants pour envisager la construction d'une ferme d'alevinage produisant 1 million de jeunes crevettes de 2 à 3 cm par an. Ces crevettes sont destinées à être élevées dans les bassins d'eau douce où se pratique déjà l'élevage de la carpe, très florissant en Malaisie, voire même en élevage pur selon les résultats économiques. Ces données ont été exposées longuement au cours de la conférence de Mexico déjà citée par le responsable du projet, le Dr. LING. Outre l'élevage complet à partir de femelles oeuvrées capturées dans la nature, avec passage progressif de l'eau saumâtre à l'eau douce, l'accouplement et la ponte ont également été obtenus au laboratoire. Ceci constitue un avantage par rapport à Penaeus japonicus, la production de jeunes crevettes ne dépendant plus exclusivement de la capture de femelles porteuses d'oeufs. Comme chez les Penaeidae, une femelle de Macrobrachium produit 50.000 oeufs environ, et un taux de mortalité global de 15 - 25 % ne paraît pas irréaliste. La densité maximale de crevettes est de 2600 individus à l'hectare en élevage pur, et du tiers environ seulement en élevage mixte avec la carpe, d'après des essais réalisés avec des jeunes animaux capturés dans la nature.

Macrobrachium rapporte environ 5 F le kilo au producteur (10 à 12 crevettes de 10-15 cm de longueur). Il n'existe pas actuellement d'évaluation valable de prix de revient, pas plus pour les jeunes animaux que pour les adultes commercialisables. Près de 100.000 hectares d'étangs à carpe fonctionnent actuellement en Malaisie. Nombre d'entre eux pourraient être utilisés pour l'élevage mixte de carpes et de crevettes. Il reste à démontrer la rentabilité de la ferme d'alevinage envisagée, et le maintien des prix de vente actuels en cas d'accroissement sensible de la production.

Cet exemple a le grand intérêt de présenter une étape décisive du développement de toute forme d'aquaculture, intensive ou non : les difficultés techniques sont surmontées, les connaissances fondamentales suffisantes, et ce sont alors les données économiques qui soulèvent la question ultime, ou du moins décisive, de la rentabilité. Comme nous l'écrivons plus haut, en matière d'aquaculture, il ne suffit pas de savoir faire, il faut aussi et peut-être d'abord, tenir compte des problèmes de marché. Encore une fois, cette dernière considération ne doit pas être immédiatement et définitivement déterminante du choix : la science et la technique, surtout dans un pays développé comme le nôtre, permettent toujours une réduction considérable des coûts de production. Malheureusement, cette diminution est rarement quantifiable a priori, et il convient donc que l'Etat prenne à sa charge la phase de mise au point des techniques.

3 - Elevage de poissons

Le nombre d'espèces de poissons franchement marins élevés industriellement est encore très limité à l'heure actuelle. La plupart des élevages intensifs concernent des poissons d'eau saumâtre ou d'eau douce : Mugilidae (mulets), Cyprinidae ("carpes" appartenant à plusieurs genres), Ictaluridae (poisson-chat), Cichlidae (Tilapia). A la limite de ces deux catégories se situent les élevages et les essais d'aquaculture sur les Salmonidae; si la plupart des élevages de truites véritables se pratiquent surtout en eau douce, certaines fermes danoises utilisent l'eau saumâtre et même franchement marine pendant les derniers mois de l'élevage. Et dans le cas des saumons (Salmo et Oncorhynchus), le passage dans le domaine marin est obligatoire : on cherche à l'accélérer, car le taux de conversion semble beaucoup plus élevé en eau de mer qu'en eau douce (sans doute par suite de la diminution des dépenses énergétiques d'osmorégulation). Pour revenir aux poissons marins, en dehors d'essais encore au stade expérimental (les poissons plats en Angleterre, de nombreuses espèces de poissons bleus en Californie, la daurade en France, etc...), le Japon est le seul pays où l'on soit parvenu au stade industriel. Parmi les diverses espèces élevées dans les eaux japonaises, nous avons retenu le cas de la sériole, Seriola quinqueradiata.

La sériole est un poisson pélagique côtier de la famille des Thunnidae, fort apprécié au Japon, où elle est consommée sous différentes préparations, dont le célèbre poisson cru d'un goût très fin, mais également fort peu sensible aux palais européens habitués à des aliments plus relevés. La sériole de taille moyenne est connue sous le nom de hamachi, alors que les animaux plus âgés sont nommés buri. Le hamachi est le plus apprécié.

La reproduction artificielle de cette espèce, malgré les recherches engagées par le gouvernement japonais, n'a pu encore être obtenue. C'est donc en mer que l'on capture les jeunes sérioles

sauvages mesurant au moins 2,5 cm de longueur pour un poids de 3 g environ. Ces jeunes poissons sont enfermés dans des enclos de filets en nylon de 16 x 16 m de surface, le point le plus profond du sac de filet étant à 3 m sous la surface. Les filets sont suspendus à des cadres de bambous. Une plate-forme flottante permet d'accéder aux enclos généralement groupés en deux files de 10 à 15 enclos chacune.

En 1965, l'élevage des sérioles était pratiqué par près de 800 entreprises, utilisant une surface totale de 460 hectares. La production annuelle était de 18.000 tonnes. Cette forme d'aquaculture est en rapide progrès : en 1955, 200.000 jeunes sérioles étaient mises en élevage, contre 20.000.000 en 1966, soit 100 fois plus.

Les obstacles au développement de l'élevage des sérioles sont cependant nombreux. Le plus important est peut-être la limitation du nombre de jeunes individus pêchés en mer. Malgré les travaux entrepris en ce sens, la reproduction artificielle n'a pu jusqu'ici être obtenue. Un second obstacle réside dans la nourriture des sérioles : on utilise actuellement la chair de petits poissons pélagiques, c'est-à-dire la nourriture naturelle de l'espèce : anchois, lançons, maquereaux, etc... Avec le développement du nombre des élevages, cette source de nourriture devient insuffisante, et on envisage dès maintenant la préparation d'aliments artificiels. Une autre limitation provient des maladies, d'autant plus dangereuses que la densité des élevages est très supérieure à la densité naturelle, et les risques d'épidémie accrus. Une bactérie du genre Vibrio apparaît souvent en été et provoque une forte mortalité que l'on ne sait pas encore réduire, malgré des essais de traitement par divers antibiotiques. Un champignon, Ichthyosporidium est transmis à la sériole par l'intermédiaire de certains poissons dont on la nourrit. Enfin, lorsque la reproduction artificielle pourra être obtenue, il restera à résoudre les problèmes de nutrition et de maladie des alevins, très différents de ceux des adultes.

Jusqu'ici, la pollution ne constitue pas un facteur limitant, car les zones d'élevage sont choisies après étude approfondie par les instituts gouvernementaux; la pollution peut néanmoins représenter un risque pour l'avenir de cette aquaculture. La localisation des élevages est assez variée, mais 70 % de la production provient de la mer intérieure de la région de Seto (au sud-est de Honshu). En ce qui concerne les prix de vente, il est intéressant de constater que les sérioles d'élevage sont vendues plus cher que les sérioles pêchées. Il y a là une exception, qui s'explique par le fait que la chair des poissons élevés est de meilleure qualité et a meilleur goût que celle des animaux sauvages.

Enfin, il faut souligner que l'aquaculture des sérioles est encouragée par le gouvernement japonais, qui consacre des crédits importants aux recherches sur la reproduction artificielle et les maladies de cette espèce; le mot d'ordre est là encore : de la chasse à l'élevage, et nous avons dit plus haut que l'amélioration de la situation économique des pêcheurs artisans est un des mobiles de cette orientation.

LE PROGRAMME DU CNEOX ET SA REALISATION

L'aquaculture a connu dans notre pays des succès importants vers la fin du siècle dernier : mise au point de l'ostréiculture en parcs, de la mytiliculture, recherches justement célèbres sur l'élevage et la reproduction de divers poissons plats (*la sole et le turbot*) au laboratoire de Concarneau. Malheureusement, les travaux originaux ont pratiquement cessé depuis une soixantaine d'années, et seule s'est poursuivie, sans grande innovation technique, la conchyliculture traditionnelle. Depuis quelques années, les succès enregistrés dans divers pays étrangers (*en particulier la réussite des élevages intensifs de Penaeidae au Japon*) ont apporté un regain d'optimisme, que le CNEOX a en quelque sorte concrétisé dans son programme d'orientation "Océan". Il est inutile de retracer la genèse de ce texte; disons simplement que, pour ce qui a trait à l'aquaculture, des représentants de divers organismes publics qualifiés ont participé à l'élaboration de ce programme.

Sous la forme d'opérations regroupées en un objectif unique, cinq projets ont été proposés.

1 - Réalisation d'élevage de Bivalves

Elever deux espèces de Mollusques Bivalves d'intérêt économique, la coquille Saint-Jacques et la praire (*Pecten maximum et Venus verrucosa*), c'est-à-dire obtenir un rendement satisfaisant de la métamorphose des larves pélagiques et assurer la croissance des jeunes. Une enquête sérieuse permettra de profiter de l'expérience étrangère. Le site sera choisi en fonction de la proximité des supports scientifiques et techniques, ainsi que de l'infrastructure existante, et des conditions climatiques; l'utilisation de salins désaffectés cloisonnés à la demande (*de quelques centaines à quelques dizaines de milliers de mètres cubes*) paraît indiquée dans la mesure où ils sont situés dans des zones de pollution négligeable.

2 - Réalisation d'élevage de Crustacés

Elever deux espèces de Crustacés. Décapodes, *Palaemon serratus* et *Penaeus kerathurus* (*crevettes*) sur les côtes bretonnes pour la première et méditerranéennes pour la seconde; tenir compte des expériences étrangères (*japonaises, anglaises et américaines*) et des essais français actuels qui s'appuient sur le procédé japonais. On peut assurer que l'élevage des Penéides est réalisable, la question de la rentabilité n'étant pas envisagée dans un premier temps; par contre, le problème se pose différemment pour *Palaemon* (*forte mortalité au stade larvaire précédant immédiatement la métamorphose*).

3 - Obtention de jeunes Crustacés

Obtenir l'élevage des larves et la métamorphose avec un rendement satisfaisant de la langouste et du homard indigène dans le double but de repeuplement de certaines zones rocheuses naturelles ou artificielles et de tentative d'élevage en milieu marin clos. Il sera tenu compte des résultats acquis sur la côte est des Etats-Unis (*repeuplement en homards*), ainsi bien entendu que de l'expérience en cours en France sur l'acclimatation d'une langouste australe.

4 - Réalisation d'élevage de poissons

Elever deux espèces de poissons d'intérêt économique (*la sole et la daurade*), dans des bassins de plusieurs hectares; dans un premier temps, réaliser l'engraissement et l'adaptation des géniteurs, puis tenter la fécondation artificielle et le développement des larves. Faire appel, le cas échéant, aux injections d'extraits hypophysaires de certaines espèces riches en hormones gonadotropes pour obtenir la ponte et l'émission de la laitance. Tenir compte des expériences étrangères et des essais entrepris par l'ISTPM et le laboratoire de physiologie du Muséum national d'Histoire naturelle.

5 - Etude et construction d'une installation pilote d'alevinage

Etudier et réaliser une installation pilote d'alevinage appliquée, tant aux poissons qu'à des Invertébrés d'intérêt économique. On cherchera à obtenir le maximum d'informations sur les conditions du milieu, le taux de mortalité et le prix de revient des produits de taille suffisante pour être mis en élevage. Le site sera choisi en fonction de la pollution et des possibilités d'installation d'enclos à une certaine distance de la côte (*baie protégée*).

On le voit, ce programme d'aquaculture est relativement ambitieux. Il est cependant fort sélectif, et délibérément orienté vers des objectifs nouveaux. Des domaines tels que l'ostréiculture et la mytiliculture traditionnelles en sont exclus. Enfin, les espèces retenues ont le plus souvent été précisées. Ce choix peut se révéler dans certains cas prématuré, lors du passage à la réalisation; de toute manière, il ne saurait être strictement limitatif : des espèces non nommément désignées, pour lesquelles des connaissances scientifiques, techniques et économiques suffisantes sont réunies, ne doivent évidemment pas être rejetées à priori.

Un an à peine s'est écoulé depuis la publication et la diffusion du programme du CNEOX; il est encore bien tôt pour faire le point. Cependant, certaines opérations du programme d'aquaculture sont déjà engagées, totalement ou partiellement, sous la forme de contrats de recherche ou de développement passés avec divers organismes publics ou privés. Dans l'ordre adopté ci-dessus, ce sont :

1 - Contrat de recherche passé avec le Professeur LUCAS, de la Faculté des Sciences de BREST, pour l'étude des conditions de reproduction, d'élevage des larves et de métamorphose chez la coquille Saint-Jacques et accessoirement chez d'autres espèces de Bivalves. Les résultats sont déjà intéressants : on sait induire l'émission des produits génitaux, obtenir un taux de fécondation élevé, nourrir les larves planctoniques jusqu'à leur métamorphose, en laboratoire. Il reste à étudier les taux de croissance et de survie de ces jeunes animaux dans la nature (*en vivier*). Cette étape sera plus longue, et en même temps on devra faire intervenir la sélection des géniteurs pour améliorer certains caractères. Les résultats pourront être appliqués aussi bien au repeuplement de certaines zones surexploitées qu'à l'élevage en viviers sous-marins ou sur cordes verticales.

2 - Pour les crevettes, un contrat de recherche et de développement a été passé il y a quelques mois avec la Compagnie Générale Transatlantique (*Département Travaux, Recherches et Etudes Océanographiques*). Il porte sur l'élevage du bouquet *Leander serratus* et de la grande crevette japonaise *Penæus japonicus*. Dans ce dernier cas, la technique d'élevage acquise auprès des spécialistes japonais est tout à fait au point et des résultats économiquement significatifs devraient être obtenus, sinon cette année, du moins en 1970. Pour l'espèce indigène, il est encore trop tôt pour affirmer que les résultats antérieurement obtenus à petite échelle sont reproductibles à l'échelle industrielle, mais les responsables de l'opération sont assez optimistes.

3 - En ce qui concerne le domaine des grands Crustacés, il n'existe en France, à notre connaissance qu'une seule étude. Celle-ci fait l'objet d'un contrat avec l'ISTPM et porte sur l'acclimatation de la langouste du Cap. Les résultats obtenus récemment aux Etats-Unis sont encourageants : le cycle complet a été bouclé dans des conditions artificielles, pour l'espèce américaine *Homarus americanus*. Il reste le problème de la durée d'élevage élevée, qui est à priori peu compatible avec la notion de rentabilité.

4 - En matière d'élevage de poissons, un effort particulier a été fait, et plusieurs contrats sont actuellement en cours.

Le premier a été passé avec la Station Marine d'Endoume, laboratoire de la Faculté des Sciences de Marseille dirigé par le Professeur Pérès. Deux espèces ont été choisies : d'abord la daurade (*Chrysophrys aurata*), ensuite le loup (*Labrax lupus*). Les résultats obtenus à l'échelle du laboratoire sont très encourageants, en particulier du point de vue de la biochimie de la nutrition. On a d'abord pensé à utiliser comme source de nourriture certaines espèces de mulets (*Mugil*) que l'on sait aujourd'hui élever, mais qui n'ont pas dans notre pays une valeur marchande élevée. Pour des raisons économiques, cette première voie a été délaissée, au moins dans le cas de la daurade, au profit d'aliments artificiels dont la mise au point demande des travaux biochimiques poussés si l'on veut concilier une vitesse de croissance rapide avec une bonne qualité de chair. Il reste aujourd'hui à tester économiquement les résultats déjà obtenus, c'est-à-dire à passer du stade des bacs de laboratoire à l'échelle des bassins de quelques hectares, dans lesquels on cherchera à apprécier également l'importance des sources alimentaires naturelles (*petits Crustacés, Annelides, Mollusques*). Pour le loup, chasseur de proies de grande taille, le problème est plus complexe, mais on a déjà pu montrer que cette espèce accepte une nourriture artificielle, qui malheureusement, dans sa composition actuelle, ralentit la vitesse de croissance.

Des travaux portant également sur la daurade, mais à caractère nettement appliqué, font l'objet d'un autre contrat entre le CNEOX et la Compagnie des Salins du Midi et des Salines de

l'Est. Dans des salins désaffectés du lido de l'étang de Thau, à Sète, divers essais à moyenne échelle visent à connaître les vitesses de croissance avec diverses sources de nourriture : nourriture naturelle produite dans le milieu même, nourriture naturelle distribuée, nourritures artificielles de composition variable. En même temps, on cherche à définir les conditions propres à la survie hivernale des animaux en bassins, problème essentiel dès lors que l'on vise la reproduction artificielle et l'obtention du cycle complet sous conditions artificielles.

Poursuivis dans des optiques différentes à l'origine, ces deux contrats devraient permettre d'ici quelques années de définir scientifiquement une méthode d'élevage et d'évaluer les coûts.

En ce qui concerne les poissons plats, les réalisations n'ont pas encore commencé. Un contrat passé avec Mme le Professeur Lahaye, de la Faculté des Sciences de Brest, a cependant pour objet de faire le point des expériences anglaises en ce domaine, tant par des missions sur place que par l'étude bibliographique du problème.

Enfin, les études techniques des fermes d'alevinage, dernière opération du programme d'aquaculture, ne font encore l'objet d'aucune recherche.

Jusqu'ici, le CNEOX n'a pu avoir d'action concrète directe sur le développement de nouvelles formes d'aquaculture, ne disposant pas de l'infrastructure matérielle et humaine nécessaire. L'état d'avancement des travaux de construction du Centre Océanologique de Bretagne laisse espérer un démarrage réel à la fin de l'année 1970 : le premier laboratoire de Biologie pourra accueillir le personnel avant la mise en service du hall d'aquaculture, prévue pour 1971. On pourra également utiliser pour la production de masse de jeunes individus le grand bassin d'essai de matériel en cours d'achèvement sur le site. Mais cela ne sera sans doute pas suffisant : à côté, ou du moins à proximité de ces laboratoires, une station expérimentale à grande échelle deviendra rapidement indispensable pour évaluer la rentabilité des expériences à petite échelle. Cette station devrait représenter quelques dizaines d'hectares de bassins à salinité variable, être située dans une zone où les risques de pollution sont minimes, et telle que l'on puisse sans trop de difficulté poursuivre en mer, à partir de radeaux, certaines expériences irréalisables par un ou deux mètres de profondeur.

Il serait prématuré d'énumérer aujourd'hui les essais qui seront poursuivis, et les espèces choisies. Il suffira de préciser les grandes orientations :

- Les expériences d'aquaculture devront être choisies en fonction directe de leur possibilité de développement à l'issue des travaux de recherche : ce qui sous-entend une large diffusion des résultats, dès lors que l'opération se révèle rentable, et de sérieuses études économiques.
- Les expériences poursuivies devront être originales à l'échelle nationale, et la duplication des efforts soigneusement évitée.
- La station expérimentale pourra être utilisée pour tester en vraie grandeur les résultats de travaux extérieurs de laboratoire, soit sur une méthode d'élevage, soit sur une formule d'aliments.
- Chaque fois que cela sera possible, les demandes motivées d'expériences précises émanant des professionnels devront être satisfaites.

En conclusion, et sans vouloir minimiser la part que peut prendre l'aquaculture dans notre économie alimentaire, il convient d'insister une fois encore sur l'importance du facteur temps dans tous ces problèmes. La durée de chaque essai est déterminée par la durée de vie de l'espèce considérée (ou tout au moins par le temps nécessaire pour parvenir à la maturité sexuelle), et un seul essai n'est pas significatif. L'introduction des méthodes de sélection génétique des caractères, qui ne peut se faire qu'au cours de plusieurs générations, accroît d'autant la durée nécessaire.

Nous avons délibérément renoncé dans cette étude qui se veut avant tout scientifique et technique, à aborder de manière approfondie les problèmes juridiques innombrables que soulèvera le développement de nouvelles formes d'aquaculture dans notre pays. La législation actuelle est déjà loin d'être adaptée au développement de la conchyliculture telle qu'elle est pratiquée aujourd'hui. Elle ne le sera au plus de nos futurs élevages. Qu'il s'agisse de la mise à disposition par voie de bail assorti des garanties nécessaires de parcelles du domaine marin public, ou de la capture d'alevins sauvages destinés à être ultérieurement commercialisés après

élevage jusqu'à la taille adulte, rien n'est encore clairement défini et règlementé. Et la concurrence apparente de l'aquaculture vis-à-vis de la pêche n'est pas faite pour simplifier la situation. Il paraît indispensable de préparer dès maintenant une réglementation raisonnable, qui, tout en restant compatible avec les activités traditionnelles, offre suffisamment de garanties pour ne pas constituer un frein au développement de l'aquaculture dans notre pays, mais au contraire l'encourager.