



**HAL**  
open science

## Aquaculture et agriculture

Roland Billard

► **To cite this version:**

Roland Billard. Aquaculture et agriculture. Pisciculture Française d'Eau Vive et d'Etang, 1980, 61-62, pp.15-22. hal-01600933

**HAL Id: hal-01600933**

**<https://hal.science/hal-01600933>**

Submitted on 2 Jun 2020

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - ShareAlike 4.0 International License

# Aquaculture et agriculture

R. BILLARD,

Laboratoire de physiologie des poissons, I.N.R.A.  
F - 78350 JOUY-EN-JOSAS

## Introduction

Dans la plupart des pays industrialisés, l'écosystème aquatique n'a jamais fait l'objet d'une gestion rationnelle. Cela est surprenant car de son côté, l'écosystème terrestre a été maîtrisé par l'homme qui en a fait un écosystème exportateur tronqué qualifié d'agrosystème par BERTRAND (1975). On doit se demander pourquoi le milieu aquatique a été si négligé par l'homme qui s'est seulement contenté d'y pratiquer une activité de cueillette.

En Europe, l'élevage de carpes et de truites (qui sont en fait les seules espèces réellement domestiquées) se pratiquait déjà au Moyen Age et s'est développé aux XVIII<sup>e</sup> et XIX<sup>e</sup> siècles avec souvent des espèces d'accompagnement comme la tanche, la perche, le brochet. A la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, et au cours de la première moitié du XX<sup>e</sup> siècle, la salmoniculture est devenue populaire dans les régions tempérées (Europe, Amérique du Nord, Japon). L'alimentation était alors basée sur des déchets divers, originaires surtout d'abattoirs ou de conserveries de poissons et même incluait des poissons dépourvus de haute valeur commerciale. La salmoniculture constituait alors un remarquable moyen de recyclage de déchets. A la même époque, l'élevage de la carpe en étang en condition plus extensive, se développait en Europe centrale et en Allemagne (le traité de pisciculture de SCHAPERCLAUS (1963) illustre très bien l'excellent niveau technique atteint dans les années 1930). En France, il y a eu quelques tentatives pour développer la pisciculture familiale et inclure la production de poisson dans les activités agricoles (« il n'y a pas de petite surface d'eau convenable qui ne puisse être utilisée pour la production de poisson », LÉGER, 1949). Il s'agissait en réalité d'une production essentiellement autarcique.

Il faut aussi considérer que la production de poissons d'étang pour la commercialisation (économie d'échange) n'a jamais été en France entre les mains des fermiers et qu'elle a été le plus souvent prise en charge par les propriétaires. Déjà avant la Révolution, les poissons n'étaient élevés que par des moines et, dans les eaux non navigables, les droits de pêche étaient réservés aux seigneurs. De la sorte, le niveau technique est resté bas car les ouvriers ou des paysans pratiquant la pisciculture pour le compte des propriétaires n'étaient pas intéressés par une augmentation de productivité et n'ont pas procédé à des innovations techniques. De ce fait, il n'y a pas, en France, de traditions ni de technologies performantes de production de poisson.

Le manque d'intérêt montré par les pays industrialisés dans l'exploitation des eaux douces a peut-être aussi résidé dans la possibilité que ces pays ont eu de développer des techniques efficaces de captures des poissons marins.

L'homme n'a donc jamais mis en place une véritable agriculture des eaux, et il s'est contenté d'une activité de cueillette dans les pays où le poisson ne consti-

tue qu'un appoint alimentaire (photos 1 et 2). Nous venons d'énumérer un certain nombre de raisons, auxquelles s'ajoute la très grande complexité de l'écosystème aquatique, qui rend difficile sa maîtrise.

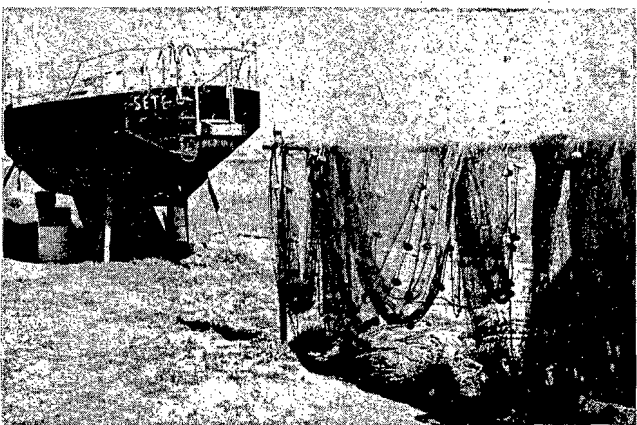
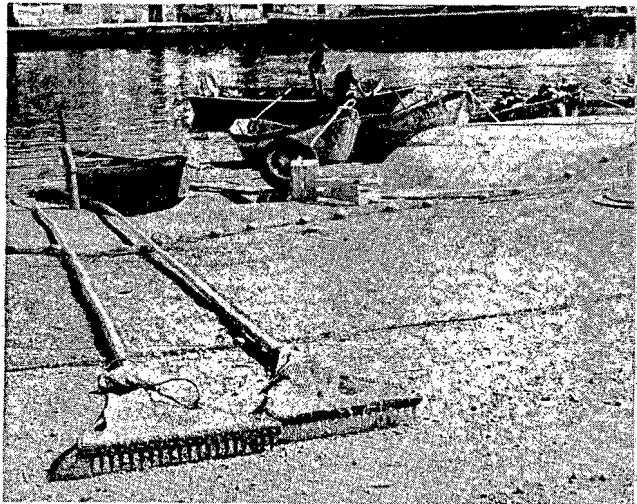
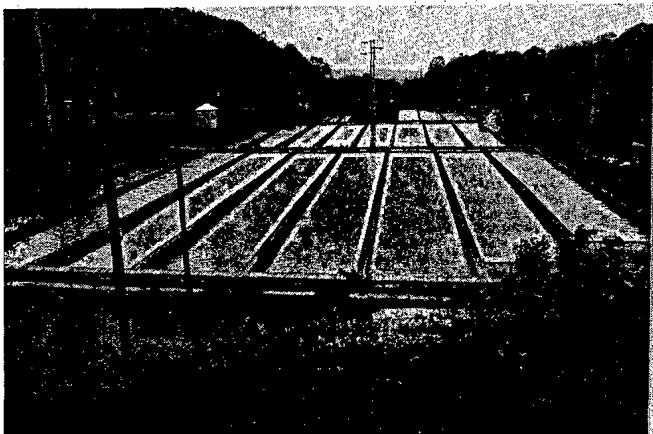


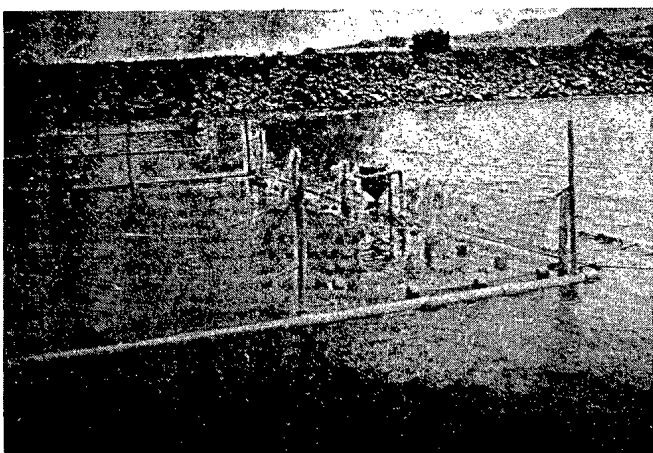
Photo 1-2 : L'activité de cueillette met en œuvre des moyens très simples (1) au plus élaborés (2).

L'agriculture moderne n'a rien apporté à l'exploitation des eaux. Il y a eu régression et même perte de savoir-faire, comme il en est de beaucoup d'activités rurales. L'agriculture industrielle n'a pas retenu le poisson comme utilisateur des ressources naturelles des eaux, comme l'avait timidement esquissé l'exploitation familiale. Au contraire, sous le vocable « d'aquaculture », il a été fait de la pisciculture (salmoniculture intensive [photo 3]) et élevage de poissons marins [photo 4]), une culture de type « hors sol », comme l'aviciculture l'a fait avec les volailles. Il s'agit d'une transformation et l'eau est ramenée à un simple support physique, véhiculant l'oxygène et éliminant les déchets du métabolisme. Du coup, dans le cas de la salmoniculture, le

poisson a, même avec l'apparition du granulé, perdu sa vocation de convertisseur de déchets d'abattoir et de sous-produits des conserveries de poissons marins en un produit de haute qualité consommable par l'homme. Il ne fait plus que transformer un produit de haute valeur biologique (farine de poisson) en un autre produit de valeur sensiblement identique, avec la perte énergétique que l'on imagine. Cette attitude est profitable ou l'a été au niveau individuel, car elle porte sur des espèces très chères, mais ne l'est certainement pas du point de vue général du problème des disponibilités des protéines dans le monde (HEPHER, 1978). Tant qu'on utilisera des granulés contenant de la farine ou des pâtes à base de poissons sans valeur commerciale, il est illusoire de penser que l'aquaculture de transformation retenue par les pays industrialisés résoudra le problème de la diminution des pêches mondiales.



**Photo 3 :** Exemple de salmoniculture nécessitant de l'eau de qualité, des équipements élaborés et un apport d'aliment de haute qualité biologique.



**Photo 4 :** Élevage de poisson en cage en mer. Les équipements sont relativement simples mais ce type d'élevage nécessite aussi un apport alimentaire exogène de haute qualité. Il s'agit de grossissement mais pas vraiment d'aquaculture.

De nos jours, les concepts qui président à la gestion et à l'exploitation des eaux du point de vue biologique restent mal définis. L'exploitation est le plus souvent une activité de cueillette-loisir et les interventions humaines se bornent à des déversements de poissons. La démarche s'apparente à une activité agricole et procède de l'idée de semaille (on déverse de la semence sous forme d'embryons ou de juvéniles), mais le semis s'effectue sur un sol qui n'a reçu aucune façon culturale et qui s'apparente à une friche avec herbes adven-

tives et prédateurs. Parfois, on procède à des repeuplements dit surdensitaires où le poisson est destiné à être capturé dans un bref délai. A nouveau, l'eau n'est, dans ce cas, considérée que comme un support physique. Cela est en fait une constatation majeure, l'eau n'est retenue par les pays industriels que comme élément physique, c'est-à-dire H<sub>2</sub>O servant à la boisson de l'homme et des animaux, à la navigation (à canaliser les rivières au détriment de la diversité des espèces), à l'irrigation et à la production d'énergie mécanique et électrique. En ce cas, les barrages ont interdit les remontées de saumons.

L'eau constitue aussi un moyen économique pour éliminer nombre d'effluents domestiques et industriels. Finalement, personne n'a défendu l'eau en tant que support biologique pour le poisson et sa chaîne alimentaire : les pêcheurs professionnels se sont montrés impuissants face aux autres usagers de l'eau et les pêcheurs amateurs ont privilégié les apports exogènes de poissons, par rapport à une gestion rationnelle de l'écosystème aquatique. Ainsi, en l'absence de tradition de pisciculture et d'enseignement des principes d'une aquaculture de production à tous les niveaux (y compris à celui de l'ingénieur décideur), la gestion de l'écosystème aquatique n'a été prise en charge par aucun corps professionnel compétent (et souvent aucune administration spécifique), de sorte que le milieu aqueux s'est dégradé considérablement.

La situation est complètement différente dans un grand nombre de pays asiatiques et en Israël, où le poisson représente une part importante de l'alimentation humaine, l'écosystème aquatique a été pris en compte par un corps professionnel responsable et compétent constitué de pêcheurs et de pisciculteurs, qui sont souvent agriculteurs. Le milieu aqueux a été intégré à l'écosystème agricole et cette intégration, qui correspond à une première forme d'agriculture des eaux, est très performante et présente de nombreux avantages que nous allons examiner.

## II. – L'OPTION DE L'INTÉGRATION DE L'ÉCOSYSTÈME AQUATIQUE A L'AGRICULTURE

### A. – L'écosystème aquatique est producteur de ressources renouvelables.

La productivité de l'écosystème aquatique est comparable et même légèrement supérieure à celle de l'écosystème agricole. Une terre cultivée produit 650 g de matières sèches/m<sup>2</sup>/an, contre 400 pour les lacs et rivières (sans fumure), 1 000 pour des lacs très eutroques, 2 200 pour les forêts tropicales, les plus productives et 3 000 dans le cas des marais (WHITTAKER et al., 1975). Mais, mise à part en agriculture, la production n'est pas toute accessible à l'homme. En terme de quantité de poissons produits/ha, les valeurs varient fortement selon la richesse en fertilisants du plan d'eau, le type d'exploitation, l'apport ou non de fertilisants ou d'aliments, de la durée de la période de croissance, des espèces élevées, etc. En général, la seule production naturelle sans apport de fertilisants, ni nourriture autorisée en monoculture des productions de quelques centaines de kg/ha et par an. Avec une fumure minérale et organique modérée et avec un bon équilibre des espèces utilisant les différentes niches écologiques, la production peut dépasser une tonne/ha. L'alimentation naturelle (zooplancton surtout) étant riche en protéine, une alimentation complémentaire constituée de céréales peu coûteuses, équilibre la ration et augmente le

rendement de façon notable (jusqu'à deux tonnes/ha et même davantage, avec un coefficient de conversion de 3, soit : 3 kg de céréales pour 1 kg de poids vif, dans le cas de la carpe). On voit donc que l'écosystème aquatique autorise, par unité de surface, des productions supérieures à celle d'une prairie (avec des bovins par exemple), et exploitée dans des conditions similaires. Les raisons de cette supériorité sont surtout liées au poisson lui-même, qui transforme la nourriture plus efficacement, que les mammifères (tableau 1).

### B. - L'écosystème aquatique et le recyclage des déchets.

L'étang ou le plan d'eau produisant le poisson est un écosystème exportateur (fig. 1), lequel ne pourra maintenir son niveau de production, que s'il y a réintroduction d'éléments nutritifs, pour compenser l'exportation. L'idée vient naturellement d'apporter des fertilisants minéraux, comme cela se pratique en agriculture, mais ces fertilisants sont chers, coûteux en énergie et leur usage n'est pas toujours justifié (EREN et al.,

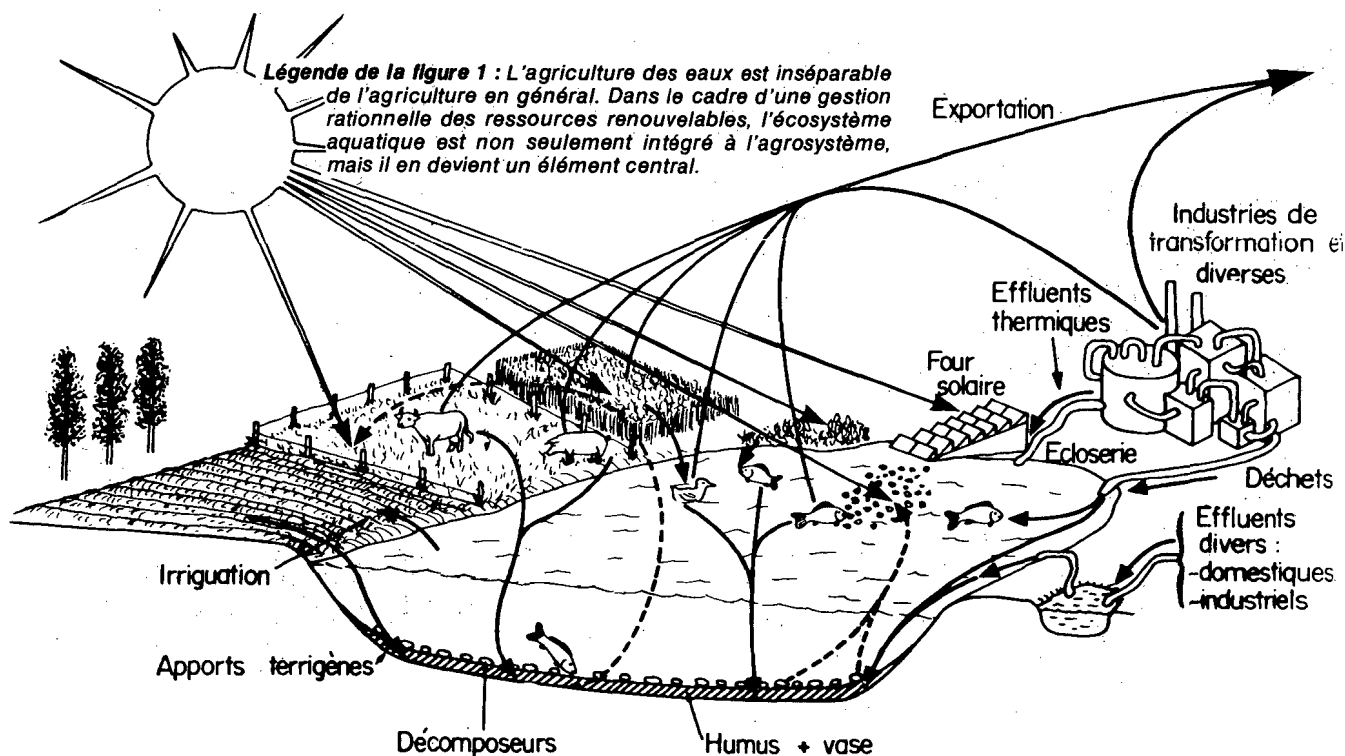
	Composition de l'aliment distribué		Gain de poids		
	protéines %	Énergie métabolisable Mcal/kg	Par kg aliment	Gain en protéines par g de protéine alimentaire	Gain en protéines par g d'aliment énergétique
Cat fish	30	2.64	0.77	0.41	47.1
Bétail	40	2.86	0.91	0.36	50.8
Poulet	11	2.61	0.13	0.15	6.3
Porc	18	2.60	0.48	0.33	23
	16	3.30	0.31	0.20	9.6

Tableau 1 : Efficacité de l'utilisation des aliments par différentes espèces animales (d'après LOVELL, 1979).

Le poisson est un poecilotherme, et n'a pas à couvrir des besoins pour sa régulation thermique, ses besoins de locomotion sont plus réduits et le mode d'élimination des résidus du catabolisme des protéines sous forme d'ammoniaque est plus économique que sous forme d'urée ou d'acide urique, comme chez les mammifères (RUMSEY, 1978). En outre, le rendement après désossage est meilleur chez le poisson que chez le mammifère ou l'oiseau. Le poisson a cependant le handicap d'avoir recours à des protéines, généralement d'origine animale, pour couvrir ses besoins énergétiques, il a un intervalle inter-génération relativement long, 1-3 ans et n'atteint sa taille marchande qu'à 1-3 ans.

L'écosystème aquatique est donc susceptible de produire des protéines exportables, comme l'écosystème agricole et même, de façon plus efficace.

1977 ; BOYD et SOWLES, 1978 ; SEYMOUR, 1980). Il serait plus logique de réintroduire, comme le font les pisciculteurs chinois, de la matière organique, de préférence sous forme de végétal qui pourra être ingérée par des espèces herbivores (comme *Ctenopharyngodon idella*), lesquelles convertiront au passage la partie assimilable et rejeteront le reste sous forme de fécès minéralisables. Des quantités d'herbe importantes sont disponibles et souvent perdues et peuvent être ainsi recyclées : celles provenant des digues d'étangs, des bordures de routes et, d'une façon générale, de l'espace rural non exploité. En Chine, on a calculé que la production d'une surface en herbe de 1 000 m<sup>2</sup> peut être distribuée sur un hectare d'eau et assurer une production de 100 kg de carpes herbivores, lesquelles représentent 10 % du peuplement (il faut entre 60 et 70 kg d'herbe pour produire 1 kg de carpe). Des fumiers di-



vers sont aussi introduits dans l'écosystème aquatique et servent de fertilisants tout en recyclant des résidus d'élevages, souvent considérés comme indésirables (lisiers de porcherie par exemple). Le fumier est traditionnellement apporté dans les étangs d'alevinage en Europe centrale. Des lisiers d'étable et de porcherie sont depuis longtemps utilisés en Chine (TAPIADOR et al., 1977), et ont été utilisés plus récemment en Israël (SCHROEDER, 1979 ; RAPPAPORT et SARIG, 1978). SCHROEDER et HEPHER (1979) obtiennent dans ce même pays des rendements de 4 t/ha/an de poissons, par simple apport de fumier de vache sans distribution d'aliments. L'emploi de lisiers en étang a été expérimenté en Europe et aux U.S.A. (de PAUW et LEENHEER, 1979 ; BUCK et al., 1978 ; STICKNEY et HESBY, 1978 ; COLLIS et SMITHERMAN, 1978 ; MADDOX et al., 1978). Leur utilisation semble possible en régions tempérées.

Les possibilités de recyclage d'effluents domestiques agricoles et industriels ont été examinées depuis quelques années (voir D'ITRI, 1977 ; PILLAY et DILL, 1979). Il a été démontré que des effluents les plus variés pouvaient, après divers prétraitements, constituer un apport de fertilisants du plus haut intérêt, comme des effluents domestiques urbains (PILLAY, 1973 ; SCHROEDER et HEPHER, 1979), et même des effluents de fosses septiques (SHINHA, 1979). SCHROEDER et HEPHER font état d'une augmentation de la production de poissons de l'ordre de 4 t/ha en 8 mois (passage de 4,7 à 8,6 t) par déversement des effluents domestiques d'un kibboutz de 500 personnes dans un étang de 3 ha. D'autre part, la biomasse de plancton, issue d'effluents de lagunage, a été utilisée par l'élevage de juvéniles, pour l'aquaculture (BARNABE, 1978) [photo 5], et des essais de pisciculture ont été pratiqués directement, dans des effluents de lagunage simple (Anonyme, 1976). Des effluents industriels peuvent aussi être recyclés (KLEKOT, 1979 ; SZLAUER et SZLAUER, 1979).

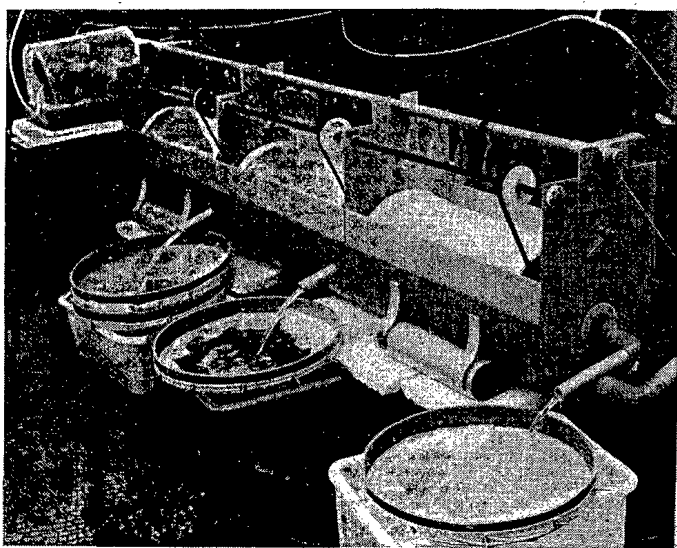


Photo 5 : Équipement pour la collecte et le tri de plancton destiné à l'élevage larvaire.

Le problème majeur soulevé par l'élevage de poissons destinés à la consommation humaine dans les plans d'eau recevant des eaux résiduaires est celui de la qualité bactériologique. Les travaux réalisés jusqu'à présent montrent que les risques de transmission de maladies à l'homme sont très faibles, mais tous les auteurs considèrent que des recherches complémentaires sont nécessaires (ALLEN et CARPENTIER, 1977 ; HEPHER et SCHROEDER, 1977 ; ALLEN et al., 1979).

D'autres aspects doivent être pris en considération : contrôle du taux d'oxygène dans le milieu, présence de substances toxiques ou carcinogènes dans les eaux, qualités organoleptiques du poisson, acceptation par le public d'un produit même sain (ALLEN et BUSCH, 1979). Certains auteurs considèrent que le poisson en soi constitue un bon indicateur de la qualité du milieu, du fait de sa sensibilité à des produits toxiques et carcinogènes (apparition de tumeurs d'identification relativement aisée) [SONSTEGARD, 1977]. Le recyclage des eaux résiduaires en aquaculture ouvre des perspectives prometteuses, mais il subsiste de nombreuses contraintes, qui demandent un effort de recherche soutenu.

De nombreux autres déchets sont susceptibles d'être recyclés, dans l'étang constituant un apport de nourriture pour le poisson et, secondairement, de fertilisants, par exemple, des déchets de nombreuses industries agricoles, de l'industrie de la soie au Japon (SŪZUKI, 1979) et en Chine (TAPIADOR et al., 1977), de déchets d'abattoirs, d'usines de transformation de poissons, et ceux de restaurants collectifs. En Chine, les poissons reçoivent essentiellement des végétaux, mais recyclent aussi nombre de déchets agricoles, comme des résidus de produits fermentés, des brisures de riz et de blé, du son, etc. et même des déchets de légumes des marchés (TAPIADOR et al., 1977). L'écosystème aquatique permet aussi la valorisation d'effluents de nature différente, comme les effluents thermiques, qui contribuent au moins, dans certaines limites, à augmenter la production (SYLVESTER, 1975 ; OLSZEWSKI, 1977 ; TRZEBIATOWSKI, 1979 ; TANAKA, 1979). Il est de même possible de capter l'énergie solaire par l'emploi de serres par exemple, de sorte que l'écosystème aquatique peut doubler valoriser l'énergie solaire ; par photosynthèse et par échauffement thermique. Il apparaît donc que l'étang constitue un moyen remarquable de recyclage de déchets agricoles et domestiques, qui servent de fumure et éventuellement de nourriture, avec production de protéines de qualité.

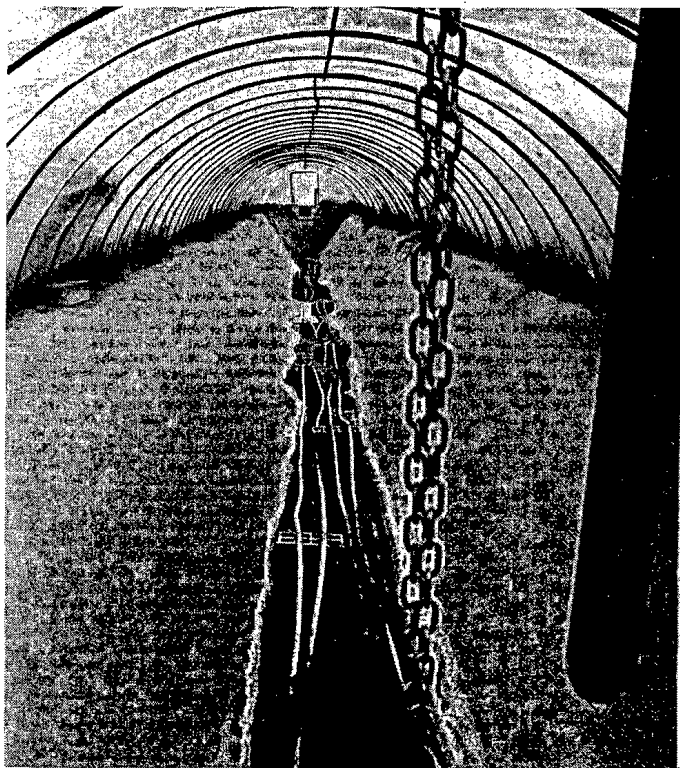


Photo 6 : Exemple de serre utilisée pour la production de plancton à Saint-Laurent-des-Eaux. S'y ajoute ici un apport d'eau réchauffée d'une centrale nucléaire.

### C. — L'écosystème aquatique, élément protecteur de l'environnement agricole.

L'étang bénéficie des apports de l'agriculture, mais la réciproque est vraie, non seulement par l'élimination des déchets, mais aussi par la restitution de l'humus et de la vase des étangs qui sont, comme en Chine, rapportés sur les terres agricoles voisines (TA-PIADOR et al., 1977). Cette intégration du plan d'eau dans le système agraire est probablement essentielle à la conservation des sols, car elle permet une restitution au moins partielle des éléments entraînés par une érosion qu'accroissent nombre de façons culturales. L'agriculture contribue en effet à éroder les sols à un rythme beaucoup plus rapide que leur genèse et, là encore, l'écosystème aquatique constitue un élément régulateur de l'écosystème agricole. Ainsi, dans le cas où l'écosystème aquatique est annexé par l'agriculture, l'ensemble de la matière organique d'origine agricole est recyclée dans le plan d'eau, il est donc logique qu'une partie au moins de cette matière organique revienne à la terre arable. La fumière se trouve ainsi dans l'étang. Dans certains cas, l'agriculture bénéficie de la concentration d'humus et de particules fines sédimentées au fond des étangs, non pas en rapportant ces éléments sur les sols environnants, mais comme en Dombes (France), en implantant une récolte directement dans le fond de l'étang (succession d'assec et d'évoilage). L'alternance eau-terre agricole se réalise alors dans le temps, et il y a intégration d'un écosystème aquatique dans l'assolement (photo 7). Les avantages de ce type de rotation ont été mis en évidence en Hongrie, et ont permis d'améliorer les productions de sols de faible valeur agricole (MULLER, 1978). Cette notion



Photo 7 : Étang labouré en Dombes.

de mise en valeur de zone non utilisable par l'agriculture tend à se développer (LOVELL, 1979), et peut constituer un moyen de valorisation extensive des zones marginalisées, délaissées par une agriculture devenue trop industrielle. La friche qui se développe en zones rurales abandonnées correspond toujours à une dégradation de l'espace, alors que la mise en eau, quand elle est possible, va protéger et enrichir l'espace rural.

### III. — QUELS TYPES DE PLAN D'EAU EXPLOITER ET PAR QUI ?

Outre l'étang vidangeable spécifiquement conçu et réalisé pour la pisciculture, il existe une grande variété de plans d'eau (lacs, réservoirs d'eau pour la boisson et l'irrigation, lagunes, etc.) dont la production naturelle

est susceptible d'être valorisée, en y prélevant du poisson, mais les conditions d'exploitation et de gestion vont varier en nature et en complexité selon le type considéré.

Un certain nombre d'exemples montrent qu'il est possible d'améliorer la productivité de divers plans d'eau non vidangeables. A nouveau, l'exemple chinois est instructif ; dans ce pays, la plupart des eaux sont exploitées ; les très grands lacs comme les cinq grands lacs qui totalisent 14 106 ha produisent 50 kg/ha/an ; les lacs et réservoirs plus petits sont quelquefois soumis à une exploitation intensive est les productions atteignent celles d'étangs vidangeables (tableau 2). Les petites rivières et les canaux sont exploités pour la production de poissons avec apport d'herbe et de lisier (la productivité atteint 1,5 t/ha). Les grands fleuves font l'objet de cueillette, mais des réempoissonnements en juvéniles sont quelquefois pratiqués (KUNG, communication personnelle). Les réservoirs et lacs de moyenne importance (< 100 ha) de même que les rivières et canaux font l'objet d'une véritable gestion agronomique avec :

1° Peuplement de diverses espèces en proportions contrôlées et bien définies (polyculture).

2° Fertilisation avec du lisier de porcherie le plus souvent (règle de 15 porcs par ha d'eau).

3° Apport de nourriture (herbe et végétaux divers exclusivement).

4° La mise en œuvre de techniques élaborées et de moyens importants pour la capture (filets pouvant atteindre des longueurs de 5 km).

5° Travaux de génie comme l'établissement de digues pour diviser les lacs et réservoirs en plus petites unités, aménagement du fond, reprise de la vase pour épandage sur les terres agricoles et contrôle du niveau d'eau (hauteur de l'ordre de 3 m en été et 1,80 m en hiver). Dans les grands lacs qui peuvent atteindre des superficies de 10 000 ha, l'homme intervient également, mais de façon plus limitée, avec régulation des captures, déversement de juvéniles, protection des zones de reproduction et aménagement de nouvelles zones de fraie, établissement de barrages pour isoler certaines baies productives dans les grands lacs. Dans tous ces milieux où le contrôle des prédateurs est difficile, le peuplement par juvéniles s'accompagne toujours de précautions exceptionnelles avec, en particulier, établissement des zones exemptes de prédateurs où se pratiquent les déversements et où les juvéniles peuvent s'adapter à leur nouveau milieu. Cette idée de protéger les juvéniles lors de leur lâcher, qui est une attitude rare en matière de repeuplement des eaux a été reprise avec succès par les Japonais (BILLARD, 1978, 1979).

Ce modèle d'exploitation extensive peut s'appliquer à de nombreux autres types de plan d'eau, qui tendent à se diversifier : lacs collinaires, et retenues diverses, ballastrières, étangs de loisirs, etc. La valorisation des ces plans d'eau se fait souvent par la pêche amateur, mais le rendement est faible et une méthodologie d'ensemble reste à élaborer, pour exploiter ces différents écosystèmes. D'autres structures sont convertibles à la pisciculture, comme des marais salants ou des rizières, cas de la Camargue en France où la riziculture n'est plus compétitive. Les lagunes, les zones côtières constituent aussi des sites à haute productivité pouvant être valorisés par la production de poissons. A Formose, LIANG et HUARY (1972) citent l'exemple de la colonisation de 16 000 ha de zone côtière et de leur aménagement pour la production du Milkfish avec des récoltes de 406 kg/ha la première année d'exploitation, et 1 338 la seconde. En Thaï-



lande, comme au Japon, on a reconverti des marais salants en structures d'élevage, pour crevettes et poissons. En France, les zones lagunaires représentent des surfaces considérables : plus de 70 000 ha dans la seule région méditerranéenne et si leur mise en valeur est envisagée, il faudra se doter de techniques originales d'exploitation.

tion était limité dans ses conséquences par les apports des autres productions. En cas d'accident, l'activité de cueillette pouvait intervenir et, surtout, la structure de la société même pouvait tolérer jusqu'à un certain seuil une réduction temporaire des revenus. Ce n'est qu'après ces mises au point technologiques et une maîtrise minimale du milieu que l'homme a pu quitter la

**Tableau 2** : Quelques caractéristiques et productivité de lacs et réservoirs en Chine (d'après TAPIADOR et al., 1977).

Nom	Province	Latitude ° N	Surface (ha)	Profondeur moyenne (m)	Production annuelle kg/ha
Réservoir Miyn	Pékin	40	9 300	—	150
Réservoir Ho Lung	Canton	23	200	8,3	70*
Lac Tung (lac est)	Hupei	32	1 467	4,5	278
Lac Pai tan.	Hupei	32	400	2	730
Lac Liang tsé	Hupei	32	4 330	—	173
Lac Taiku	Kiangsu	33	226 000	3	52
Lac Fan li	Kiangsu	33	333	2	525
Lac Msuan vu	Kiangsu	33	450	1,5	1 100
Lac Tin Shan	Shanghai	31	6 600	—	151**
Lac Lui Hwa	Pekin	40	33	2	500

\* production actuelle : prévision 200 kg/ha

\*\* en plus production de 450 kg/ha d'escargots et autres mollusques.

On doit aussi s'interroger sur l'opportunité d'exploiter ces plans d'eau. Le risque est d'assister à une intensification de la production extensive ou semi-intensive basée sur l'exploitation de la biomasse endogène du milieu. Mais, on objectera que même extensive, la culture des eaux éliminera les derniers écosystèmes que l'homme n'avait pas encore colonisés. Deux types d'arguments militent en faveur d'une exploitation « douce » des eaux :

1° Il est impensable de maintenir délibérément des écosystèmes improductifs, lorsque les besoins en protéines de l'humanité sont considérables (environmental right : « on man one hectare » proposition, ODUM, 1967).

2° L'exploitation suppose une prise en charge par un corps socio-professionnel d'un milieu qui sera alors défendu et il est, d'autre part, préférable de valoriser extensivement tous les milieux, plutôt que de concentrer l'activité agricole dans les zones fertiles et de délaissier les autres.

Quel est alors ce corps socio-professionnel, qui prendra en charge l'exploitation de l'écosystème aquatique dans le pays où l'aquaculture est encore inexistante ? Il y a tout d'abord les pouvoirs publics qui ont la charge de promouvoir une activité nouvelle par la recherche et des actions techniques. Ensuite, le relais sera-t-il pris par de grandes sociétés, qui feront des investissements et emploieront des salariés. Ou bien, ce sera le professionnel concerné par la mer, les eaux douces ou l'agriculture, c'est-à-dire les pêcheurs et les agriculteurs qui sont dépositaires des traditions de cueillette et d'élevage. A cela s'ajoute le désir de « vivre au pays », ce qui donne une dimension sociologique au problème.

Si l'on se réfère à l'histoire de l'agriculture, on notera que la maîtrise agronomique du milieu terrestre résulte de la somme des essais et des tâtonnements de générations d'agriculteurs-éleveurs. Cette maîtrise, qui s'est faite très progressivement, n'a été possible que grâce à un type plus ou moins autarcique de productions diversifiées (auquel pouvait s'ajouter une activité de cueillette) et grâce au caractère tribal ou familial de la société rurale, hiérarchisée et pourvue d'une structure interne. En effet, un échec de telle ou telle production dû aux aléas climatiques ou à des essais d'innova-

tion et organiser la cité. Ainsi, la société rurale, après avoir accompli un travail pionnier, a permis le développement de la société industrielle à laquelle elle a très rapidement été soumise, à laquelle elle doit sa destruction et à laquelle elle s'est finalement identifiée.

Qui fera l'aquaculture dans les pays développés ? Des salariés ou les « professionnels » ? Quels enseignements tirer du schéma historique de l'évolution de l'agriculture ? L'aquaculture peut-elle devenir industrielle sans passer par le polissage et l'acquisition du savoir-faire empirique du « professionnel dépositaire » ? Dans les pays ayant déjà effectué leur révolution aquacole, il faut noter que ce sont ces « professionnels dépositaires » qui ont pris en charge l'aquaculture, paysans en Chine, pêcheurs au Japon.

A la lumière de l'histoire de l'agriculture, il est logique de concevoir que l'agriculteur (ou le professionnel ostréiculteur-pêcheur en zone côtière) sera le plus qualifié pour intégrer la gestion de l'écosystème aquatique dans les autres activités gérant les ressources renouvelables et acquérir ou réacquérir un savoir-faire minimal. Dans une telle optique, les problèmes de développement de la recherche et de la formation se posent différemment ; l'enseignement doit donc toucher le professionnel polyvalent et la pisciculture doit être enseignée non pas dans des écoles spécialisées, mais dans les écoles d'agriculture. Il en est de même au niveau supérieur, de sorte que le futur paysan ou pêcheur-aquaculteur et le vulgarisateur rural aient une connaissance minimale de pisciculture et de gestion de l'écosystème aquatique.

#### IV. — L'INTÉGRATION DE L'ÉCOSYSTÈME AQUATIQUE A L'AGROSYSTÈME EST-ELLE GÉNÉRALISABLE ?

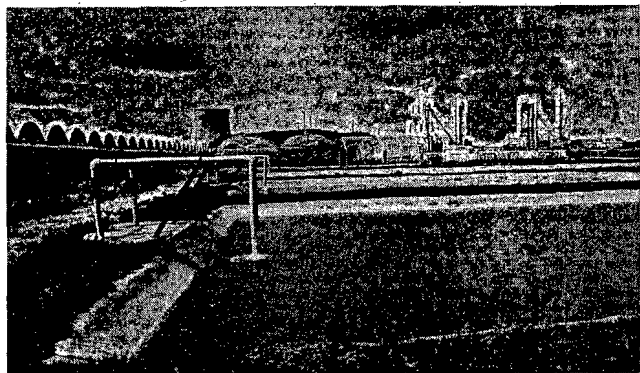
Nous avons vu par plusieurs exemples que la pisciculture chinoise pouvait être associée à l'agriculture avec bénéfice réciproque. Il y a véritablement intégration à l'agrosystème qui est, non seulement énergétique (par le flux de matière organique), mais aussi géographique (alternance dans l'espace de surfaces en eau et de surfaces arables). L'espace rural est considéré dans son ensemble et ses composantes sol et eau sont gé-

rées de façon cohérente à tous les niveaux régionaux locaux et au niveau même de l'exploitation, de façon à maximiser la production de ressources renouvelables. Cette attitude conduit à une prise en compte de l'eau dans sa dimension biologique, ce qui est, nous l'avons vu, une approche totalement différente de celle qui préside à la gestion de l'eau dans les pays occidentaux industrialisés. Le souci de conserver la qualité biotique de l'eau s'illustre remarquablement dans le cas de la rizipisciculture où la nécessité de faire survivre le poisson conduit l'exploitant à limiter l'apport de fertilisants minéraux et d'insecticides ; le poisson ainsi préservé le paie en retour, en consommant les insectes nuisibles. Pour ne pas avoir respecté cette exigence, et s'être engagés dans l'agriculture industrielle, les Japonais se sont pas privés de la rizipisciculture (SUZUKI, 1979). De même, les aménagistes du delta du Mékong ont noté l'incompatibilité de l'intensification de l'agriculture avec la rizipisciculture (PANTALU, 1979).

L'intégration de l'écosystème aquatique dans l'agrosystème a donc des conséquences considérables. L'eau est réhabilitée en tant que support biologique, ce qui exclut une agriculture uniquement terrestre et industrielle, et nous garantit la pérennité d'un univers humanisé : le cultivateur-pisciculteur, par la connaissance qu'il aura des milieux terrestres et aquatiques, utilisera pour la pisciculture des terres impropres à l'agriculture. Le concept de l'intégration de la pisciculture à l'agriculture, déjà souligné par quelques auteurs (BUCK, 1977 ; SINHA, 1979) commence à être pris en compte par les aménagistes (PANTALU, 1979), [photos 8 et 9].



**Photo 8 :** Une forme d'intégration de l'aquaculture à l'agriculture est réalisée en France dans le cas de la Dombes.



**Photo 9 :** Un autre type d'intégration moins fructueux a été tenté ; il s'agit de l'implantation de pisciculture en aval d'un contrôle nucléaire.

Cette option de l'intégration de l'aquaculture dans l'agriculture, qui a été retenue par des pays qui extraient actuellement le plus de ressources de l'écosystème

aquatique, semble donc devoir être transposée dans les pays qui n'ont pas encore fait leur révolution aquacole. Mais quelle sera l'étape ultérieure ? Dans les conditions actuelles d'exploitation, même les plus performantes, on peut considérer que l'écosystème est encore loin d'être maîtrisé comme l'est l'écosystème agricole. On ne sait pas contrôler la chaîne alimentaire, ni estimer la biomasse et ses différents composants. On connaît mal le dynamique des minéraux et les besoins en fumure, et on ne peut pas encore explorer toutes les possibilités de la polyculture. On ne maîtrise pas le cycle vital complet de toutes les espèces intéressantes et on est encore souvent désarmés, face aux problèmes pathologiques. Les conditions d'une bonne alimentation complémentaire (et quand elle se justifie) et d'une bonne hygiène restent encore à préciser. Un gros effort de recherche et de développement reste encore à faire, et il serait logique que les pays riches à potentiel de recherches élevé, participent activement à cet effort.

Mieux associer aquaculture et agriculture dans les pays industrialisés et mettre au point des techniques spécifiques de gestion de l'écosystème aquatique sont deux types d'action, qui devraient se développer au cours des prochaines années, dans les domaines de l'aquaculture.

## RÉSUMÉ

Dans les pays industrialisés, l'écosystème aquatique n'a été pris en charge par aucun corps professionnel structuré, et souvent par aucune Administration spécifique. Les milieux aquatiques se sont progressivement dégradés du point de vue biologique ; l'eau n'est en fait considérée que comme un élément physique destiné à la boisson, l'irrigation, la navigation, la production d'énergie et l'élimination des déchets les plus divers.

Dans les pays asiatiques, l'écosystème aquatique a été intégré à l'écosystème agricole ; il assure une production importante de protéines, à partir de la production naturelle du milieu, permet le recyclage des déchets, assure une protection de l'écosystème agricole, dont il garantit la pérennité et permet la mise en valeur de l'espace rural.

Le concept de l'intégration symbiotique de l'écosystème aquatique dans l'ensemble des activités agricoles constitue une première étape de la mise en valeur des différents types de plan d'eau. Une seconde étape va consister dans le futur à mettre en œuvre une véritable agriculture des eaux, (pour les différents plans d'eau susceptibles d'être exploités et maîtrisés) avec estimation de l'état de la chaîne alimentaire, contrôle des biomasses, association spatiale et temporelle des espèces (poisson ou autres), maîtrise du cycle vital des espèces, hygiène, etc. La réalisation de cette seconde étape suppose un effort de recherche important et que la plupart des pays ne semblent pas prêts à engager actuellement. Curieusement, l'accent est plutôt mis sur la pisciculture de transformation coûteuse en énergie et en protéines. Il est cependant logique de penser que le milieu aquatique générateur de ressources renouvelables et susceptible de recycler de nombreux déchets sera un jour pleinement mis en valeur dans les pays industrialisés.



## BIBLIOGRAPHIE

- ALLEN G.H.** - CARPENTIER R.L., 1977. The cultivation of fish with emphasis on salmonids in municipal wastewater lagoons as an available protein source for human beings. 479-528, in D'ITRI F., Wastewater renovation and reuse, Dekker Publ.
- ALLEN G.H.N BUSCH B.** - 1979. Recycling of wastes through aquaculture and constraints to wider application. 478-487, in PILLAY and DILL, advances in Aquaculture, FAO and Fishing news books Publ.
- Anonyme.** - 1976. Utilisation en pisciculture d'un effluent de lagunage simple. Document ronéoté, CTGREF/ADA, 104 p.
- BARNABE G.** - 1978. Utilisation des chaînes alimentaires naturelles et du recyclage des eaux usées dans la production à grande échelle de juvéniles pour l'aquaculture. Publ. Sci. Techn. CNEOX, Actes. Coll. n° 7.
- BERTRAND G.** - 1975. Pour une histoire écologique de la France rurale. 34-113, IN DUBY and WALLON, Histoire de la France rurale, Seuil Edts.
- BILLARD R.** - 1978. Quelques aspects techniques de la production de saumons de repeuplement au Japon. Pisc. Fr., 53,54, 89-104.
- BILLARD R.** - 1979. L'aquaculture dans le monde; généralités, problèmes et perspectives. Pisc. Fr., 55, 41-58.
- BOYD C.E., SOWLES J.W.** - 1978. Nitrogen fertilization of ponds. Trans. Am. Fish Soc., 107, 737-741.
- BUCK D.H.** - 1977. The integration of aquaculture with agriculture. Fisheries, 2, 11-16.
- BUCK D.H., BAUR R.J., ROSE C.R.** - 1978. Utilization of swine manure in a polyculture of asian and north american fishes. Trans. Am. Fish Soc., 1, 216-222.
- COLLIS W.J., SMITHERMAN R.O.** - 1978. Production of tilapia hybrids with cattle manure or a commercial diet. 43-54, in SMITHERMAN, SHELTON, GLOVER, Culture of exotic fish, Symposium proceed Fish Cult. Sect. Am. Fish Soc., Auburn Alabama.
- DE PAUV N., DE LEENHEER L.** - 1979. Mass culture of marine and freshwater algal on aerated swine manure. 441-473, in Cultivation of fish fry and its live food. Europ. Mar. Soc., sp. publ. 4. D'ITRI F.M.S. - 1977 (Edt.). Wastewater renovation and reuse. Dekker publ., 705 pp.
- EREN Y., TSUR T., AVNIMELECH Y.** - 1977. Phosphorus fertilization of fishponds in the upper Galilee. Bamidgeh, 29, 87-93.
- HEPHER B.** - 1978. Ecological aspects of warm-water fish-pond management. 447-468, in GERKING S.D., Ecology of Freshwater fish production, Blackwell Sci. Publ.
- HEPHER B., SCHROEDER G.L.** - 1977. Wastewater utilisation in Israel aquaculture 159-559, in D'ITRI, Wastewater renovation and reuse, Dekker publ.
- LÉGER L.** - 1949. Pratique rationnelle de la petite salmoniculture. Allier Edt., 163 pp.
- KLEKOT L.** - 1979. Pilot-scale field experiment on the utilisation of biologically purified municipal industrial waste water for fish farming. 475-500, in Cultivation of fish fry and its live food, Europ. Mar. Soc., sp. Publ. 4.
- LIANG J.K., HUARY C.Y.** - 1972. Milkfish production in a newly reclaimed tidal land in Taiwan. In PILLAY, Coastal aquaculture in the indo Pacific region, FAO and Fishing news books, Publ.
- LOVELL R.T.** - 1979. Fish culture in the United States. Sciences, 26, 1368-1372.
- MADDOX J.J., BEHREND L.L., MADEWELL C.E., PILE R.S.** - 1978. Algae-swine manure system for production of silver carp, bighead carp, and tilapia. 109-120, in SMITHERMAN, SHELTON, GLOVER, Culture of exotic fish, Symposium proceed Fish Cult. Sect. Am. Fish. Soc., Auburn, Alabama.
- MÜLLER F.** - 1978. The aquacultural rotation. Aquacultural Hungarica (Szarvas), 1, 73-79.
- ODUM E.P.** - 1967. The strategy of ecosystem development. Sciences, 164, 262-270.
- OLSZEWSKI M.** - 1977. The potential use of power plant reject heat in commercial aquaculture. Oak Ridge national lab. Publ., 45 pp.
- PANTALU V.R.** - 1979. Role of aquaculture in water resource development; case study of the lower Mekong basin project. 53-58, in PILLAY and DILL, Advances in Aquaculture, FAO and Fishing news books Publ.
- PILLAY T.V.P.** - 1973. The role of aquaculture in fishery development and management. J.Fish. Res. Bd. Can., 30, 2202-2217.
- PILLAY T.V.P., DILL.** - 1979. Advances in Aquaculture. FAO and Fishing News Books, Publ.
- RAPPAPORT U., SARIG.** - 1978. The result of manuring on intensive growth fish farming at the ginosar station ponds in 1977. Bamidgeh, 30, 27-36.
- RUMSEY G.** - 1978. Recent advances in nutrition of salmonids. Salmonids II (4), 14-17.
- SCHAPERCLAUS W.** - 1962. Traité de pisciculture en étang. Vigot frères, 620 pp.
- SCHROEDER G.L.** - 1979. Use of fluid cowshed manure in fish ponds.
- SCHROEDER G., HEPHER B.** - 1979. Use of agricultural and urban wastes in fish culture. 487-489, in PILLAY and DILL, Advances in Aquaculture, FAO and Fishing news books Publ.
- SEYMOUR E.A.** - 1980. The effects and control of algal blooms in fish ponds. Aquaculture, 19, 55-74.
- SINHA V.R.P.** - 1979. New trends in fish farm management. 123-126, in PILLAY and DILL, Advances in Aquaculture, FAO and Fishing news books Publ.
- SONSTEGARD R.A.** - 1977. The potential utility of fishes as indicator organisms of environmental carcinogens. 561-577, in D'ITRI, Wastewater renovation and reuse, Dekker publ.
- STICKNEY R.R., HESBY J.H.** - 1978. Tilapia production in ponds receiving swine wastes. 90-101, in SMITHERMAN, SHELTON, GLOVER, Culture of exotic fish, Symposium proceed Fish cult. Sect. Am. Fish. Soc., Auburn, Alabama.
- SUZUKI R.** - 1979. The culture of common carp in Japan. 161-166, IN PILLAY and DILL, Advances in Aquaculture, FAO and Fishing new books Publ.
- SYLVESTER J.R.** - 1975. Biological considerations on the use of thermal effluents for finfish aquaculture. Aquaculture, 6, 1-10.
- SZLAUER L., SZLAUER B.** - 1979. Utilisation of waste effluent of a fertilizer plant for rearing of zooplankton and carp fry. 501-505, in Cultivation of fish fry and its life food, Europ. Mar. Soc., sp. Publ. 4.
- TAPIADOR D.D., HENDERSON H.F., DELMEUDO M.N., TSUTSUI H.** - 1977. Freshwater fisheries and aquaculture in China, FAO Tech. pap., 168, 84 pp.
- TRZEBIATOWSKI R.** - 1979. Rearing of carp juveniles in heated wastewater of a power station. 504-514, in Cultivation of fish fry and its live food, Europ. Mar. Soc., sp. Publ., 4.
- WHITTAKER R.H., LIKENS G.E.** - 1975. The biosphere and mass. 305-328, in LIETH and WHITTAKER, Primary productivity of the biosphere, Springer-Verlag Publ.